

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR HAVALİMANINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ
YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULUMUNUN UYGULANMASI**

AKIN ARKAT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISI VE PROSES PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD.DOÇ.DR. M.HANDAN ÇUBUK**

İSTANBUL, 2013

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR HAVALİMANINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ
YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULUMUNUN UYGULANMASI**

AKIN ARKAT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISI VE PROSES PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD.DOÇ.DR. M.HANDAN ÇUBUK**

İSTANBUL, 2013

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR HAVALİMANINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ
YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULUMUNUN UYGULANMASI

Akın ARKAT tarafından hazırlanan tez çalışması 09.09.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd.Doç.Dr. Handan ÇUBUK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd.Doç.Dr. M.Handan ÇUBUK
Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Derya ÖZKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Nur BEKİROĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Enerjinin etkin kullanılması, düşük tüketim yollarının araştırılması, günümüzde sadece ülkelerin değil, büyük ve stratejik düşünen şirketlerin de politikası haline gelmiştir. İşletmelerde, enerji tüketiminin artmasına neden olan çok sayıda ekipman ve sistem olduğu gibi, bir o kadar da bu tüketimin azalmasını sağlayabilecek önlemler uygulanabilmektedir.

Enerji tüketimi, sadece maliyetler açısından değil, aynı zamanda çevreye etkisi bakımından da irdelenmelidir. 1997 Kyoto Protokolü ve 2007 Bali Konferansında birçok ülke, ürettikleri karbon emisyonu değerlerinin düşürülmesinin sürekliliği adına kendilerine yol çizmiştir.

Hizmet binaları arasında en yüksek enerji ihtiyacı olan işletmelerden biri de Havalimanlarıdır.

Özellikle sanayileşmiş İstanbul - Ankara - İzmir gibi büyükşehirlerdeki havalimanlarının diğer hizmet binalarından en büyük farkı; 7 gün - 24 saat faaliyetlerine devam etme zorunluluğudur.

Havalimanlarında Etkin Enerji Yönetimi; Binanın dizaynından başlayıp, ekipman ve sistem bakımlarının ideal şartlarda yapılmasına kadar birçok fonksiyonu içinde barındırır. Bu çalışmada ; “Enerji Yönetimi ve Verimliliği” adına, bugüne kadar yapılmış araştırma ve yazılar ile günümüzde Türk Şirketleri olarak dünya çapında ilerleme kaydettiğimiz “Havalimanı İşletmeciliği” ndeki yeri ile mesleki tecrübelerimiz sonucu elde ettiğimiz bilgi ve birikimlerin harmanlanması yer almaktadır.

Bu tez çalışması esnasında, konunun tespitinden tezin bitimine kadar, her aşamasında gerek maddi, gerekse manevi olarak yardım bilgi ve birikimlerini esirgemeyen değerli hocam Yrd.Doç.Dr. M.Handan ÇUBUK, Tez konumun seçiminde ve beni Enerji Yöneticiliğine yönlendirmedeki katkılarından dolayı Yöneticim Sn.Kadri DÜZAĞAÇ’a, Havalimanı İşletmeciliği ve Enerji Yönetiminde edindiğim tüm tecrübelere imkan tanıyan, destekleyen, çalıştığım firma olan TAV İstanbul Terminal İşletmesi A.Ş.’ye ve Sn.Genel Müdürümüz Kemal ÜNLÜ’ye, Yüksek Lisans Tezimi bitirmem konusunda beni teşvik eden TAV Havalimanları CEO’su Sn. M.Sani ŞENER’e çalışmalarım sırasında beni sürekli motive eden değerli eşim Esen ARKAT’a, teşekkürü bir borç bilirim.

Ağustos, 2013

Akın ARKAT

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	2
BÖLÜM 2	
KAVRAMLAR.....	3
2.1 Enerji	3
2.2 Enerji Verimliliği.....	3
2.3 Enerji Yönetimi	4
2.4 Enerji Etütü.....	4
2.5 Enerji Verimliliği Kanunu.....	4
2.6 Binalarda Enerji Yöneticiliği	5
2.7 Havalimanlarında Enerji Yönetimi	7
BÖLÜM 3	
TÜRKİYE VE DÜNYA'DA ENERJİ	8
3.1 Türkiye ve Dünya'da Enerji Grafikleri	8
3.2 Yenilenebilir Enerji	11
3.3 Güneş Enerjisine Genel Bakış.....	13

BÖLÜM 4

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ÇEVRE	15
4.1 Etkin Enerji Kullanımının Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi	15
4.2 Havalimanlarında Karbon Akreditasyonu	15
4.3 Karbon Saydamlık Projesi (CDP- Carbon Disclosure Project).....	16
4.4 Yeşil Havalimanı Unvanı	17
4.5 Sürdürülebilir Kalkınmanın Çevresel Etkisi	21
4.6 Sürdürülebilir Enerji Sistemi	21

BÖLÜM 5

ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ	22
5.1. Enerji Politikası	22
5.2 Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al ve Düzelt Çevrimi	24
5.2.1 Enerji Yöneticiliği.....	24
5.2.2 Enerji Yönetim Ekibi	25
5.3 Bir Havalimanında Enerji Yönetim Sistemi Kurulumu.....	25
5.4 ISO50001:2011 Enerji Yönetim Sistemi için gerekli doküman, kayıt ve gözden geçirme gereklilikleri	30
5.5 Enerji Etütü Unsurları, Kapsamı	31

BÖLÜM 6

HAVALİMANLARINDA ENERJİ YÖNETİMİ	33
6.1 Havalimanlarında Etkin Enerji Kullanımı.....	33
6.1.1 Havalimanlarında Enerji Kullanım Noktaları ve Dağılımları	33
6.1.2 Havalimanlarında HVAC uygulamaları ve tüketim ilişkisi	34
6.1.3 Etkin Enerji Kullanımı için Havalimanı Dizayn Kriterleri.....	35
6.1.4 Havalimanlarında Enerji Yöneticisinin Görevleri	36
6.1.5 Havalimanlarında Enerji Raporu	37
6.2 Havalimanlarında Etkin Enerji Kullanımı İçin Öneriler	38
6.2.1 Termal Kamera kullanımı ve Isı Yalıtımı	38
6.2.2 Kış Soğutması kullanımı	41
6.2.3 Değişken Devirli Sürücülerin (İnvertörlerin)Kullanımı	42
6.2.4 Otomatik Döner Kapı Uygulaması.....	43
6.2.5 Aydınlatma Sistemleri	47
6.2.5.1 HVAC ve Aydınlatma Otomasyonu	47
6.2.5.2 Zaman Programı, Sensör ve Hareket Dedektörü Uygulamaları.....	50
6.2.6 Trijenerasyon Tesisi Kurulumu.....	51
6.2.7 HVAC uygulamalarında Enerji Kazanımlı Uygulamalar	59
6.2.7.1 FCU Cihazlarında Emişin Direk Mahalden Yapılması	59
6.2.7.2 Tonozlarda Biriken Sıcak Havanın Aşağıya Yönlendirilmesi.....	60
6.2.7.3 Hava Soğutmalı Yerine Su Soğutmalı VRV sistemleri.....	61
6.2.7.4 Split Klimalarda Inverter Sistem Tercihi.....	63
6.2.7.5 Kazanlardaki Hava-Yakıt Oranının Ayarlanması	63
6.2.8 Aydınlatma Armatürü Seçilirken Dikkat Edilecek Hususlar	67
6.2.9 Toprak-Su Kaynaklı Isı Pompaları (TSKIP) Kullanımı	70

6.2.9.1	Toprak Kaynaklı Isı Pompaları	72
6.2.9.2	Su Kaynaklı (Kuyu,Göl,Deniz,Nehir) Isı Pompaları	72
BÖLÜM 7		
TİCARİ BİNALARDA ENERJİ KULLANIMI		73
7.1	Ticari Binalarda m ² başına enerji kullanımı.....	73
7.2	Ticari Binalarda Enerji Kullanım Grafiklerinin Değerlendirilmesi.....	74
BÖLÜM 8		
SONUÇ VE ÖNERİLER		76
KAYNAKLAR		78
ÖZGEÇMİŞ		81

SİMGE LİSTESİ

CO ₂	Karbondioksit
CH ₄	Metan
NO _x	Azot Oksitler
€	Euro
°C	Santigrat derece
Δ	Delta (Fark)
Ø	Çap
E	Toplam
Q _{YALS,I}	Yalıtımsız çelik borulardan ısı kaybı (Watt)
q _{YALS,I}	Yalıtımsız çelik borulardan ısı kaybı akımı (Watt/metre)
L	Uzunluk
Δt	Sıcaklık Farkı
O ₂	Oksijen
By	Yıllık Yakıt Miktarı (kg/yıl, m ³ /yıl)
Qh	Saatte Isı Gereksinimi (kcal/h)
Zg	Günlük Çalışma Süresi (saat)
Zy	Yıllık Çalışma Süresi
Hu	Alt Isıl Değer (kcal/kg, kcal/m ³)
f _k	Kazan Verimi (%)
f _{a,s}	Hava Yakıt Ayarı Sonrası Kazan Verimi (%)
f _{a,ö}	Hava Yakıt Ayarı Öncesi Kazan Verimi (%)

KISALTMA LİSTESİ

ANSI	American National Standards Institute (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)
ACI	Airports Council International (Uluslararası Havalimanları Konseyi)
	ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima Mühendisleri Derneği)
AVM	Alış Veriş Merkezi
BM	Birleşmiş Milletler
BEDAŞ	Boğaziçi Elektrik Dağıtım AŞ
BDF	Bugünkü Değer Faydası
CFC	Chloro Flouro Carbon
CDP	Carbon Disclosure Project (Karbon Saydamlık Projesi)
COP	Coefficient of performance (Performans Katsayısı)
DS	Danish Standarts (Danimarka Standartları)
DÖF	Düzeltilici Önleyici Faaliyet
DDS	Değişken Devirli Sürücüler
DIN	Deutsches Institut für Normung (Alman enstitüsü standardizasyonu)
dB	Desibel
DN	Diameter Nominal (Nominal Çap)
DF	Düzeltilme Faktörü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EnPG	Enerji Performans Göstergesi
EN	European Standart (Avrupa Standardı)
EnYS	Enerji Yönetim Sistemi
FCU	Fan Coil Unit (Fan Coil Ünitesi)
GWh	Giga Watt Hour
GÖS	Geri Ödeme Süresi
HVAC	Heating Ventilating and Air Conditioning (Isıtma,Havalandırma ve soğutma)
Hz	Hertz
HCFC	Hydro Chloro Flouro Carbons
ISO	International Organization for Standardization
İGDAŞ	İstanbul Gaz Dağıtım Sanayii ve Ticaret AŞ
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
Kcal	Kilo Calori

kWh	Kilo Watt Hour (Kilo Watt Saat)
LED	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
MSE	A Management System For Energy (Enerji için Bir Yönetim Sistemi)
MTOE	Million Tonnes of Oil Equivalent (Ton Eşdeğer Petrol)
MW	Mega Watt
MWe	Mega Watt Elektrik
NBD	Net Bugünkü Değer
NNA	Net Nakit Akışı
NSAI	National Standards Authority of Ireland (İrlanda Ulusal Standartlar Makamı)
OECD	Organization for Economic Co-operation and development
PV	Photovoltaic
PCA	Pre Conditioned Air (Ön şartlandırılmış hava ünitesi)
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SGYP	Sera Gazı Yönetim Planı
TSKIP	Toprak-su kaynaklı ısı pompaları
TEP	Ton eşdeğer petrol
USDOE	United States Department of Energy
VDI	Verein Deutscher Ingenieure (Alman mühendisler derneği)
VRV	Variable Refrigerant Volume (Değişken Akışkan Debili)
WBCSD	The World Business Council for Sustainable Development (Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi)
WRI	World Resources Institute (Dünya Kaynakları Enstitüsü)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Türkiye'deki Birincil Enerji Tüketimi	8
Şekil 3.2 Yıllara Göre Türkiye'deki Enerji Kullanım Değişimi	9
Şekil 3.3 Enerji Üretim ve Tüketimindeki Değişim	9
Şekil 3.4 Türkiye'de Enerji Arz ve Talep Tahmini	10
Şekil 3.5 Türkiye ve Dünyada Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücü	12
Şekil 3.6 Yenilenebilir Enerjide Türkiye İlkleri	12
Şekil 3.7 Kişi başı toplam enerji (TEP).....	13
Şekil 3.8 Photovoltaic Modül Maliyet Kırılımı	14
Şekil 3.9 Güneş Enerji Sisteminde Hammadde dağılımı.....	14
Şekil 6.1 Otomatik Döner Kapı Uygulama Örneği	43
Şekil 6.2 Trijenerasyon Tesisi Sistem Akış Şeması.....	52
Şekil 6.3 Absorbsiyonlu Soğutma Grubu Prensi Şeması.....	58
Şekil 6.4 Fan Coil Cihazı Montaj Kesiti.....	59
Şekil 6.5 Tonoz Yapılarda Kış Mevsiminde Isı Değişim Yönü.....	60
Şekil 6.6 Örnek Su soğutmalı VRV dış ünite uygulaması	61
Şekil 7.1 Ticari Binalarda m ² başına yıllık elektrik tüketimleri	74
Şekil 7.2 Dış hava şartları nedeniyle İstanbul ve benzeri illerdeki Isıtma-Soğutma ve havalandırma amaçlı elektrik tüketimi dağılımı	75
Şekil 7.3 AVM ve benzeri işletmelerde elektrik tüketim dağılımı	75

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Yenilenebilir Enerji Kaynakları	11
Çizelge 3.2 Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kapasitesi	12
Çizelge 6.1 Yalıtımsız içinde ısıtıcı akışkan dolaşan boru verisi	39
Çizelge 6.2 Yalıtımsız çelik borulardan ısı kaybı akımı (ET,2009a)	39
Çizelge 6.3 Düzeltme Faktörü.....	40
Çizelge 6.4 Ortalama tasarruf yüzdeleri.....	43
Çizelge 6.5 İstanbul için ortalama sıcaklıkları.....	44
Çizelge 6.6 Örnek bir kayarkapı uygulamasında enerji kaybı.....	45
Çizelge 6.7 Otomatik Döner Kapı uygulanması durumunda ısı kaybı	46
Çizelge 6.8 Örnek Otomatik Döner Kapı uygulama fizibilitesi.....	46
Çizelge 6.9 Sıcaklık ve nem konfor değerleri.....	48
Çizelge 6.10 Örnek bir trijenerasyon tesisi fizibilite tablosu.....	54
Çizelge 6.11 Bir havalimanı işletmesinde LED aydınlatma dönüşümü	68
Çizelge 6.12 Bir havalimanı işletmesinde LED aydınlatma fizibilitesi	69
Çizelge 6.13 TSKIP Teknik Özellikleri Kondenser Sıcaklığı ile değişimi.....	71
Çizelge 6.14 Bazı iller için ortalama kış-yaz hava sıcaklıkları.....	71
Çizelge 6.15 Bazı iller için zaman ve derinliğe bağlı ortalama toprak sıcaklıkları	71
Çizelge 6.16 Bazı iller için yaz ve kış ortalama deniz suyu sıcaklıkları.....	71
Çizelge 8.1 Bir havalimanı işletmesinde enerji verimliliği çalışmaları fizibilitesi.....	77

BİR HAVALİMANINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULUMUNUN UYGULANMASI

Akın ARKAT

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. M.Handan ÇUBUK

2 Mayıs 2007 yılında yürürlüğe giren “Enerji Verimliliği Kanunu” ile başlayan süreçte, 2020 yılına kadar birim milli gelir başına, enaz %15 enerji kullanım yoğunluğunun azaltılması hedeflenmiştir.

Bu hedefe ulaşılmasında, belli tüketim ve büyüklüklerdeki bina ve sanayi kuruluşlarına, başta farkındalık olmak üzere birçok sorumluluk yüklenmektedir. Bu tarz kamu ve özel kuruluşlar, Enerji Yönetimiyle, enerji verimliliğinde sürekliliği benimseyerek, iyileştirilmiş enerji performansı için sistematik yaklaşımlarda bulunmalıdır. Prof.Dr.Arif Hepbaşlı'nın da belirttiği gibi Enerji Yönetiminin; “yönetimsel” ve “teknik” olmak üzere iki yönü vardır. Enerji Verimliliğinin önce idari ve daha sonra teknik bir konu olduğu, tasarruf teknolojilerinin ise basit ve denenmiş oldukları unutulmamalıdır. [1]

Dünya hava trafiğinin artışı, havalimanlarının önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Yılın her saati faaliyette olan bu tarz hizmet binalarında, Enerji Yönetimi, hem işletmelerin maliyetlerini hem de çevresel etkilerini belirleyen en önemli idari yapılarıdır.

Bu çalışmada, öncelikle Enerji ve Enerji Yönetimi ile ilgili kavramlara değinerek, Türkiye ve Dünyadaki eğilimleri inceledik. Daha sonra Enerji Verimliliğinin çevreye etkilerini ve işletmelerin farkındalık adına neler yapabileceklerini detaylandırdık. Etkin Enerji Yönetimi için kurulması gereken sistem hakkında bilgilendirmeler yaptıktan sonra tüm bu bilgilerin Havalimanlarında kullanılması, değerlendirilmesi konularına değindik. Bu

konular arasında Isı Kayıplarının, Isıl konfor için kullanılan sistemlerin önemini vurguladık.

Son olarak havalimanlarında beklenen enerji performansını ve enerji performansını etkileyen değişkenleri irdledik.

Anahtar Kelimeler: Enerji Yönetimi, Enerji Verimliliği, Karbon Salımı, Enerji Yönetim Sistemi

**ENERGY EFFICIENCY IN AN AIRPORT AND IMPLEMENTATION OF
INSTALLING ENERGY EFFICIENCY SYSTEM**

Akın ARKAT

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist.Prof.Dr. M.Handan ÇUBUK

A reduction of minimum 15 per cent reduction per unit of national income in energy usage has been set as a goal to be achieved by 2020 in the course of the process which has commenced with the enactment of the “Law on Energy Efficiency” on May 2nd, 2007.

In achieving this goal, quite a few responsibilities are placed on the shoulders of buildings and industrial enterprises of a certain size and magnitude, starting with awareness. Such public and private enterprises must employ a set of systematic approaches for an improved energy performance by adopting sustainability in energy efficiency through energy management. As stated by Professor Arif Hepbaşlı, PhD, Energy management consists of two aspects, namely, the “managerial” and “technical” sides. It should always be remembered that energy efficiency is first and foremost an administrative matter, and that savings technologies are simple and yet tried and true methods.

[1] The fact that air traffic increases around the world in turn increases the importance of the airports each day. In such service buildings where activities are carried out every hour in the course of a year, energy management is among the most critical administrative structures that have an impact on both the cost aspect of the operations, and the environmental impacts.

We have primarily examined the trends within Turkey and around the world as we touched upon concepts revolving around Energy and Energy Management within the confines of this study. Next step after this was detailing the impact created by energy efficiency on the environment as well as what businesses could do in the name of awareness. Once we have provided information on the system that needs to be established for efficient energy management, we have covered issues on the utilization of such information at the airports, and practicing all this information to the best possible end. While we were covering these subjects, we emphasized the importance thermal losses, as well as those systems put in place for thermal comfort.

Finally, we have considered and discussed the expected energy performance at airports, in addition to those variables effecting energy performance.

Keywords: Energy Management, Energy Efficiency, Carbon Emissions, Energy Management System

1.1 Literatür Özeti

Dünya’ımızda bir değişim süreci yaşanmakta ve bu bağlamda “yönetim” sihirli sözcüğünü içine alan birçok önemli kavram, günden güne önem kazanmaktadır. Bunlardan bazıları; Proje Yönetimi, Bakım Yönetimi, İnsan Kaynakları Yönetimi, Isı Yönetimi, Enerji Yönetimi vb.’dir. [1]

Maliyetler ve çevresel etkileri ile enerji; ülkelerin, şirketlerin politikalarına etki eden en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Arz/talep dengesizliğinin yakın zamanda yaşanmaması adına; bir yandan enerjinin temini için kaynak ve yöntem çeşitliliğine gidilmekte, bir yandan ise enerjinin kullanım şeklinin ideal hale getirilmesine, tüketimi azaltıcı teknoloji ve yöntemler irdelenmesine çalışılmaktadır.

Günümüzde en önemli enerji tüketim çeşitlerinden biri; Isıtmadır. Bu sebeple ısı kayıplar, ısı yalıtım malzeme ve yöntemleri büyük önem taşımaktadır. Doğru yöntem ve malzeme ile yalıtım yapılan bir binada, yalıtımın olmaması durumuna göre %25-50 arası tüketim tasarrufu sağlanır. Enerji verimliliği kanunu sonrası binalarda “Enerji Karnesi” kullanılması zorunluluğu artık bu tarz çözümlerin mecburi hale gelmesini sağlayacaktır. Bu da ülke bazında ciddi tüketim tasarrufunu getirecektir.

Görüldüğü gibi sadece bir karar alınması, basit bir çözüm ile etkin enerji kullanımını sağlayabilmektedir. Bu da enerji yönetiminin ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermektedir. Aynı şekilde işletmelerde, hizmet binalarında da buna benzer kararlar alınabilmesi için, öncelikle enerji etütlerinin yapılmış, tüketim dağılımının belirlenmiş, tasarruf adına yapılabileceklerin irdelenmiş olması gerekir.

1.2 Tezin Amacı

“Tasarruf, Tüketim” kelimeleri, aslında enerji ile birlikte kullanılması çok doğru olmayabilir. Enerjinin tüketimi teknik olarak mümkün olmamakla birlikte, “Enerjinin Kullanımı” tabiri daha doğrudur. Enerjide Tasarrufu yerine de Etkin Enerji kullanımı, Enerjide verimlilik tabirleri kullanılabilir. Sebebi ise; Konforumuz için gerekli olan şartları (aydınlatma şiddeti, taze hava miktarı, konfor sıcaklık değeri vs.)değiştirmekten ziyade, bunları elde etme şeklimizi, bu sistemleri kullanma şeklimizi değiştirmemiz gerekmesidir. Ancak bu çalışmada da alışkanlıklar dolayısıyla ve daha iyi anlaşılması adına, zaman zaman bu tabirler kullanılacaktır.

Enerji, Enerji Verimliliği, Enerji Yönetimi ile ilgili yapılmış çok değerli çalışmalar bulunmakla birlikte, bu tez çalışmasında “Havalimanlarında Enerji Yönetimi” konusu incelenecektir. “Havalimanlarında Enerji yönetiminin, herhangi bir işletme veya binadan ne farkı var?” sorusunun cevabı yine birçok başlık altında verilecektir.

1.3 Hipotez

“Havalimanı İşletmeciliği” hizmet sektörü içerisinde uluslararası prestij ve değerlendirme şansı olan, ancak belli birikim ve tecrübeler ile ayakta kalınabilecek ve ülkemizde de yeni parlayan bir yapıdır. Yılın her günü, her saati sistemlerin emre amade olması gereken havalimanı işletmeciliğinde, maliyetlerin önemli bir bölümünü enerji tüketimi oluşturmaktadır. 100.000 – 600.000 m² gibi bina alanlarından bahsedildiği gözönüne alınırsa, tüketim kaynağının çokluğu kadar, etkin kullanım için alınabilecek önlemler de bir o kadar çoktur. Havalimanlarında hizmet dışında birşey üretilmez ve yolcunun konfor şartlarında, ulaşımını sağlaması için her tür hizmet sunulmaktadır. Dolayısıyla bir fabrika gibi belli dönem için; “binayı, işletmeyi 2 hafta bakıma alıyorum” denilememektedir. Ya da bir tatil köyü gibi sezon dışı dönemde ağır bakıma girmek söz konusu değildir. Sürekli yaşayan bir ortamda, yönetim gerçekleşmeli, gereken önlemler konfor şartlarından bir an olsun ödün vermeden alınmalıdır. Ancak bunun için Sistematik Yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Bu da bir takım kavramların iyice anlaşılmasını, kurulabilecek sistemlerin, standartların bilinmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada örnek uygulamalar ile havalimanlarında enerji verimliliği ve yönetimi irdelenmiştir.

BÖLÜM 2

KAVRAMLAR

2.1 Enerji

Enerji, bir sistemin veya cismin iş yapma kapasitesi olarak temelde tanımlanabilir. Bu sistem; okyanusu, içindeki yüzlerce yolcu ile geçmekte olan bir jet olabilir, rüzgar üzerinde süzülen bir uçurtma da olabilir ya da boşlukta giden bir ışık dalgası. Enerji bir çok formda karşımıza çıkar ve termodinamikte enerjinin korunumu yasasına göre bir formdan başka forma dönüştürülebilir.

Enerjinin bazı formları ;

Mekanik Enerji : Bir sistem içinde depolanmış potansiyel enerji ve maddenin hareketinden kaynaklanan kinetik enerjiyi kapsar.

Radyant veya Güneş Enerjisi : Güneşin ısı ve ışık yoluyla gönderdiği enerjidir.

Termal Enerji : Nesnenin ısı ile ilişkili tanımlanan enerji çeşididir.

Kimyasal Enerji : Moleküllerin kimyasal bağlarında saklanan enerjidir.

Elektrik Enerjisi : Elektron hareketi ile ilişkili iken elektromanyetik enerji ; Işık dalgaları ile (Radyo dalgaları, mikrodalga, x ışınları, kızıl ötesi vs.)ilgilidir.

Nükleer Enerji: Atomların nükleer yapılarında bulunan enerji olarak izah edilebilir. [2]

2.2 Enerji Verimliliği

Enerji Verimliliği, daha az enerji kullanılarak, aynı veya daha iyi hizmetlerin elde edilmesiyle ilgilidir [3]. Enerji tasarrufu ise “enerji tüketen sistem veya ekipmanların

kapatılması gibi” daha az enerji kullanımı anlamına gelir. Tasarruf ancak zorunlu kullanımlar olmadığında yönetimsel karar ile gerçekleşir. Verimlilik ise sistematik, teknik yaklaşımlar gerektirir. Yine yönetimsel kararlılık önemlidir. Ancak yatırım gerektiren verimlilik uygulamalarında somut hesaplar, geri dönüş süreleri belirlenmelidir. Yatırım gerektirmeyen basit uygulamalar ise Enerji Yönetimince karar alınarak uygulanabilir ve sonuçları Yönetimle paylaşılır.

2.3 Enerji Yönetimi

“Enerji Yönetimi” için onlarca tanım yapılabilir. Basit haliyle enerjinin optimum kullanılmasıdır. Ancak amaç ve sonuçları irdelediğimizde tanımı biraz daha genişletebiliriz;

Enerji yönetimi; Enerji kullanımı olan bina, işletme, organizasyon, tesis vb. yapıların, tüketim noktalarını tespit etmesi, bu noktalarda etütler yaparak, istenilen veya ihtiyaç duyulan şartları (örn: konfor şartları) sağlarken optimum kaynak kullanımını sağlayacak çözümler üretmesi, periyodik raporlar ile farkındalığı sağlayarak tüketimin gidişatını sürekli kontrol altında tutması ve önceki dönemlerle, benzer yapılarla kıyaslama yapabilmesi, enerji kaynaklı çevresel etkileri bilerek önlemler alması, ulusal ve uluslararası kanun ve yönetmeliklere göre işleyişin sağlanabilmesi için sistematik yaklaşımlar gösterilmesidir.

2.4 Enerji Etüdü

Enerji tüketen sistem veya işletmenin bütün yönleri ile incelenmesidir. Enerji yönetim sistemlerinin uygulanmasındaki ilk aşamadır. Belgelendirmeye dayalı araştırma inceleme (karşılıklı görüşmeler ve gözlemler dahil) ve enerjinin nerede, nasıl kullanıldığını veya atıldığını belirlemek amacıyla bir analizden oluşur. [3]

2.5 Enerji Verimliliği Kanunu

Enerji verimliliği, sadece şirketlerin, tesislerin karlılığı için gerekmemektedir. Ya da sadece çevreyi korumak için de değildir. Yeryüzünde kullanılan enerji kaynaklarının çok önemli bir bölümü yenilenebilir değildir. Dolayısıyla optimum kaynak kullanımı tüm dünyayı etkilemektedir. Enerji Verimliliği, dünyanın enerji arz/talep dengesini

sağlamak için de çok önemlidir. Bu sebeple Ülkelerin bu konuda atacakları adımlar önemlidir. Ülkemizde de 18.04.2007 tarihli, 5627 no.lu Enerji Verimliliği kanunu 02.05.2007 tarihli Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usûl ve esasları kapsar. [4]

Yine 27 Ekim 2011 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar bakanlığı tarafından Resmi Gazetede Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin kullanımında verimliliğin arttırılmasına dair yönetmelik yayınlanmıştır.

Bu yönetmeliğin amacı; enerjinin etkin kullanılması, enerji israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Enerji verimliliğine yönelik hizmetler ile çalışmaların yönlendirilmesi ve yaygınlaştırılmasında üniversitelerin, meslek odalarının ve enerji verimliliği danışmanlık şirketlerinin yetkilendirilmesine, enerji yönetimi uygulamalarına, enerji yöneticileri ile enerji yönetim birimlerinin görev ve sorumluluklarına, enerji verimliliği ile ilgili eğitim ve sertifikalandırma faaliyetlerine, etüt ve projelere, projelerin desteklenmesine ve gönüllü anlaşma uygulamalarına, talep tarafı yönetimine, elektrik enerjisi üretiminde, iletiminde, dağıtımında ve tüketiminde enerji verimliliğinin artırılmasına, termik santrallerin atık ısılarından yararlanılmasına, açık alan aydınlatmalarına, biyoyakıt ve hidrojen gibi alternatif yakıt kullanımının özendirilmesine ve idari yaptırımlara ilişkin usul ve esasları kapsar. [5]

2.6 Binalarda Enerji Yöneticiliği

18/4/2007 tarihli ve 5627 sayılı “Enerji Verimliliği” Kanununda ; “Toplam inşaat alanı en az yirmibin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi beşyüz TEP ve üzeri olan

ticarî binaların ve hizmet binalarının yönetimleri ile toplam inşaat alanı en az onbin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi ikiyüzelli TEP ve üzeri olan kamu kesimi binalarının yönetimleri, yönetimlerin bulunmadığı hallerde bina sahipleri enerji yöneticisi görevlendirir veya şirketlerden veya enerji yöneticilerinden hizmet alır.” ifadesi ile Enerji Yöneticisi bulundurma veya hizmet alma zorunluluğu olan binaların gerek şartları belirtilmiştir.

Amaç; Enerjinin etkin kullanılması, enerji israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin toplam maliyet üzerindeki yükünün azaltılması, kullanımda verimliliğin artırılması, faaliyetleri için eylem planı hazırlanması ve kanun kapsamında her yıl mart ayı sonuna kadar Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğüne, enerji tüketimlerinin aktarılmasını sağlamaktır.

Enerji yönetimi kapsamında enerji yöneticisi aşağıdaki faaliyetleri yürütür ;

a)Tüketim alışkanlıklarının iyileştirilmesine ve israfın önlenmesine yönelik önlemleri ve prosedürleri belirlemek, tanıtımını yapmak ve gerektiğinde eğitim programları düzenlemek,

b)Enerji tüketen sistemler, süreçler veya ekipmanlar üzerinde yapılabilecek tadilatları belirlemek ve uygulanmasını koordine etmek,

c)Enerji etütlerinin hazırlanması ve uygulanması ile ilgili pazar araştırmaları yapmak, anlaşmaları hazırlamak ve uygulamayı kontrol etmek,

ç)Enerji tüketen ekipmanların verimliliklerini izlemek, bakım ve kalibrasyonlarının zamanında yapılmasını koordine etmek,

d)Enerji ihtiyaçlarının ve verimlilik artırıcı uygulamaların plânlarını, bütçe ihtiyaçlarını, fayda ve maliyet analizlerini hazırlamak ve üst yönetime sunmak,

e)Enerji tüketimini ve maliyetleri izlemek, değerlendirmek ve periyodik raporlar üretmek,

f) Enerji tüketimlerini izlemek için ihtiyaç duyulan sayaç ve ölçüm cihazlarının temin edilmesini ve montajını sağlamak üzere girişimlerde bulunmak,

g)Çevrenin korunmasına, emisyonların azaltılmasına ve sınır değerlerin aşılmamasına yönelik önlemleri hazırlayarak bunların uygulamasını koordine etmek,

h)Kanun kapsamında her yıl Mart ayı sonuna kadar Genel Müdürlüğe verilmesi gerekli bilgileri hazırlamak ve Genel Müdürlüğe gönderilmek üzere yönetime sunmak. [4]

2.7 Havalimanlarında Enerji Yönetimi

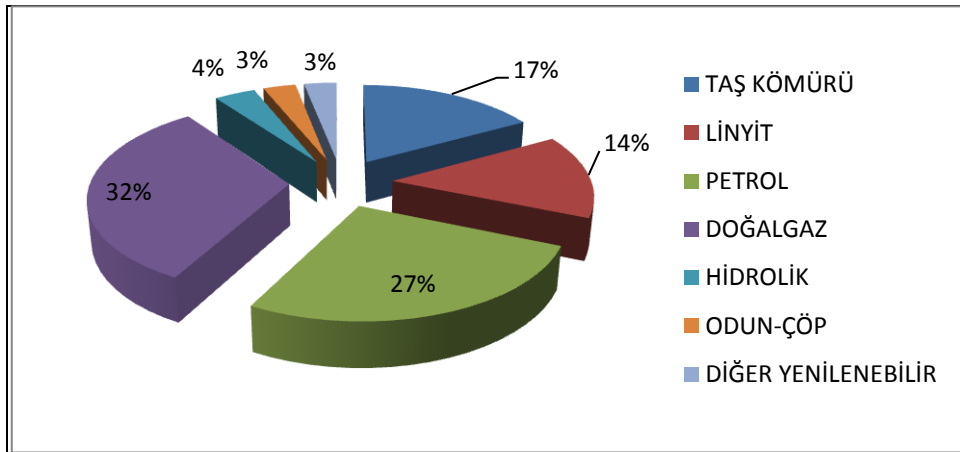
Yılın her günü ve her saati faaliyette olan tesislerden biri olan havalimanları, birçok yapıyı, sistemi içinde barındırır. Enerji kullanımında ne kadar detaya girilebilirse, etüt yapabilme, optimum kullanımlar için çözümler üretebilme şansı o kadar artar. Dolayısıyla bu yapı ve sistemlerin detayına inerek, enerji verimliliği konusunda onlarca yöneme ulaşılabilir.

Sürekli işleyen ve konfor şartları isteyen bir hizmet binası olan Havalimanlarında, tüm müdahaleleri değişken ihtiyaçları da göz önüne alarak yapmak gerekir. Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde Havalimanlarında Enerji Yönetimi adına neler yapılabileceği konuları irdelenecektir.

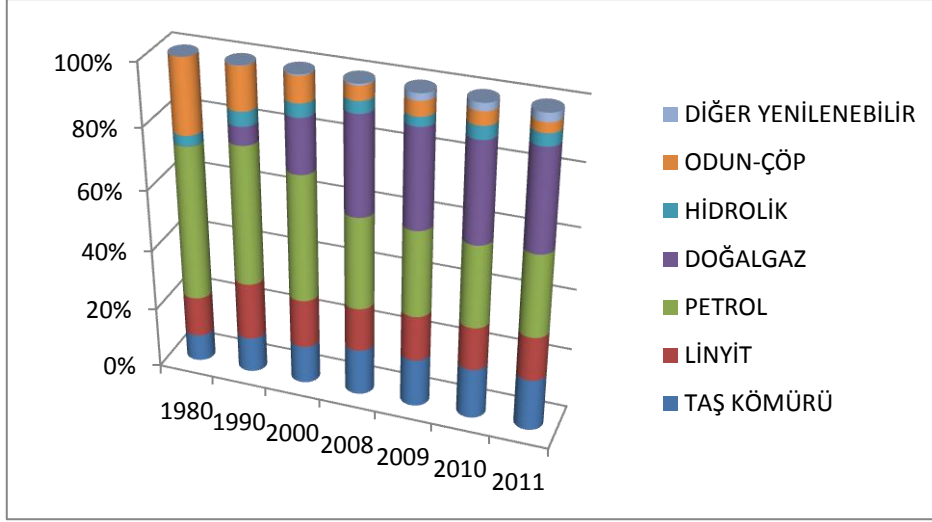
TÜRKİYE VE DÜNYA'DA ENERJİ**3.1 Türkiye ve Dünya'da Enerji Grafikleri**

Türkiye'de Birincil Enerji Tüketimi-(2011) ; [30]

2011 Yılı Türkiye toplam birincil enerji tüketimi: 114.480 KTEP'dür. Tüketimin %90,3'ü fosil yakıtlardır. Toplam kömür tüketimi %31,3'tür. Sınırlı kaynak kullanımının yoğun olması, tüketimi düşürme yollarını aramamıza neden olmaktadır.



Şekil 3.1 Türkiye'deki Birincil Enerji Tüketimi [30]



Şekil 3.2 Yıllara Göre Türkiye'deki Enerji Kullanım Değişimi [30]

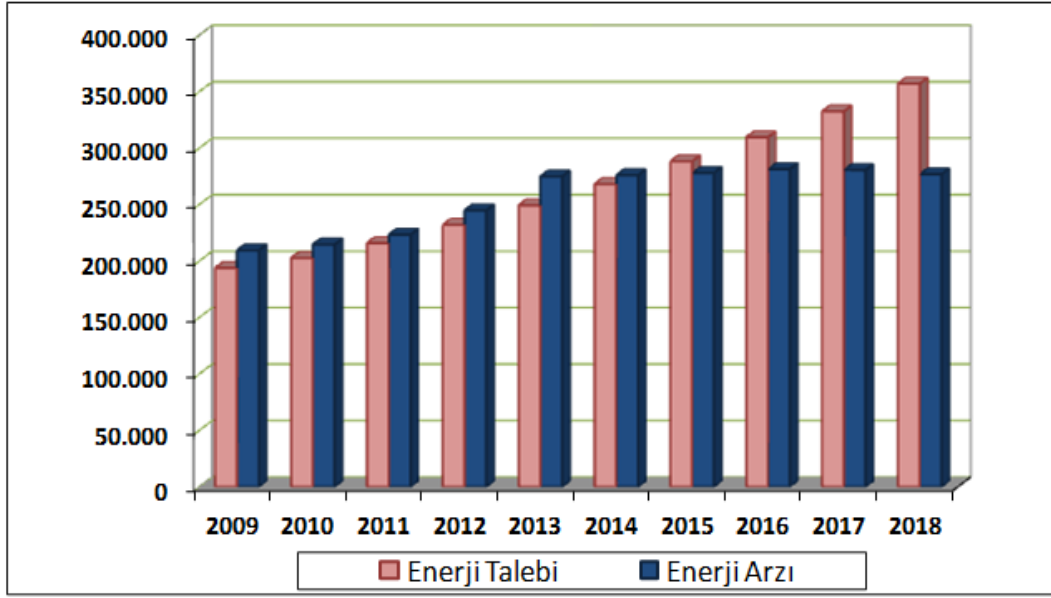
2000 – 2011 Yılları arasında Enerji üretim ve tüketimindeki değışim aşığıdaki çizelgede görülmektedir.

		2000	2001	2005	2008	2009	2010	2011
BİRİNCİL ENERJİ								
Üretim	BTEP	27.621	24.576	26.285	30.300	30.560	32.493	32.229
Tüketim	BTEP	81.193	75.402	90.077	108.360	103.500	109.266	114.480
Kişi Başına Tüketim	KEP	1.264	1.103	1.313	1.525	1.440	1.477	1.548
ELEKTRİK ENERJİSİ								
Kurulu Güç	MW	27.264	28.333	38.843	41.818	44.761	48.931	52.911
Termik (*)	MW	16.070	16.641	25.917	27.625	29.416	31.780	34.045
Hidrolik (**)	MW	11.194	11.692	12.926	14.193	15.345	17.151	18.866
Üretim	GWh	124.922	122.725	161.956	198.418	194.813	211.207	229.395
Termik (*)	GWh	94.010	98.652	122.336	164.301	157.360	156.496	172.332
Hidrolik (**)	GWh	30.912	24.072	39.620	34.117	37.453	54.711	57.063
İthalat	GWh	3.786	4.579	636	789	812	1.144	4.556
İhracat	GWh	413	433	1.798	1.122	1.546	1.918	3.645
Tüketim	GWh	128.295	126.871	160.794	198.085	194.079	211.981	229.395
Kişi Başına Tüketim	kWh	1.997	1.851	2.345	2.787	2.699	2.865	3.070

(*) Jeotermal dahil, (**) RüzgAr Dahil

Şekil 3.3 Enerji Üretim ve Tüketimindeki Değışim [30]

Türkiye’de enerji ve arz talep tahmini 2018 yılına kadar aşağıdaki gibi öngörülmektedir;



Şekil 3.4 Türkiye’de Enerji Arz ve Talep Tahmini [6]

Enerji kullanımının en önemli çevresel etkilerinden biri Karbon Salımıdır. Karbon salımı ile ilgili bazı temel göstergeler ise aşağıdaki gibidir;

Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK), Türkiye'nin 1990-2011 yılı sera gazı emisyon envanteri açıklandı. Buna göre Türkiye'nin 2011 yılı sera gazı emisyonu CO₂ eşdeğeri olarak 422,4 milyon ton olarak tahmin edildi. Araştırmada 2011 yılı için diğer ülke verileri ise; Almanya : 810 Mt, İngiltere 470 Mt, İtalya ise 420Mt olarak tahmin edilmişti.Yine 2011 yılı bu rakam; Çin'de:9,700 Mt, ABD : 5420 Mt Hindistan ise: 1970 Mt olarak gerçekleşmişti.TÜİK verilerine göre Türkiye'nin kişi başı sera gazı emisyonu 1990'da 3,42 ton iken 2011'de bu rakam yüzde 124 artışla 5,71 tona yükseldi. [31]

İBB Çevre Koruma Müdürlüğü Başkanlığı'nda GTE Carbon, ERM ve İTÜ'den Doç Dr Alper ÜNAL tarafından gerçekleştirilen ve 18 Nisan 2013 Tarihinde kapanış toplantısı düzenlenen İstanbul Karbon Ayakizi Hesaplama Projesi çalışmalarının sonuçlarına göre İstanbul'da 2010 yılında neden olunan sera gazı salımları 43,8 milyon ton CO₂ eşdeğeri seviyesinde gerçekleşti. Bu rakam İstanbul'un, Türkiye'nin toplam sera gazı salımlarında %11'lik paya sahip olmakla birlikte zararlı gaz salımlarının Londra ve Paris'ten fazla, New York'tan ise az olduğunu gösteriyor.Bu şehirlerin aynı yılda,yol

açtıkları emisyonlar sırası ile 43,4 milyon, 24,6 milyon ton ve 54,4 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir. [31]

Karbon Salımının artışını engelleyebilmenin iki yolu bulunmaktadır; Enerji verimliliği ve tüketimin düşürülmesi yönünde faaliyetler gerçekleştirmek ya da mümkün oldukça yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını tercih etmektir.

3.2 Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji kaynakları enerjinin ana kaynağına göre, güneş kaynaklı, dünya kaynaklı ve ay kaynaklı olarak üç grupta incelenebilir;

Çizelge 3.1 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

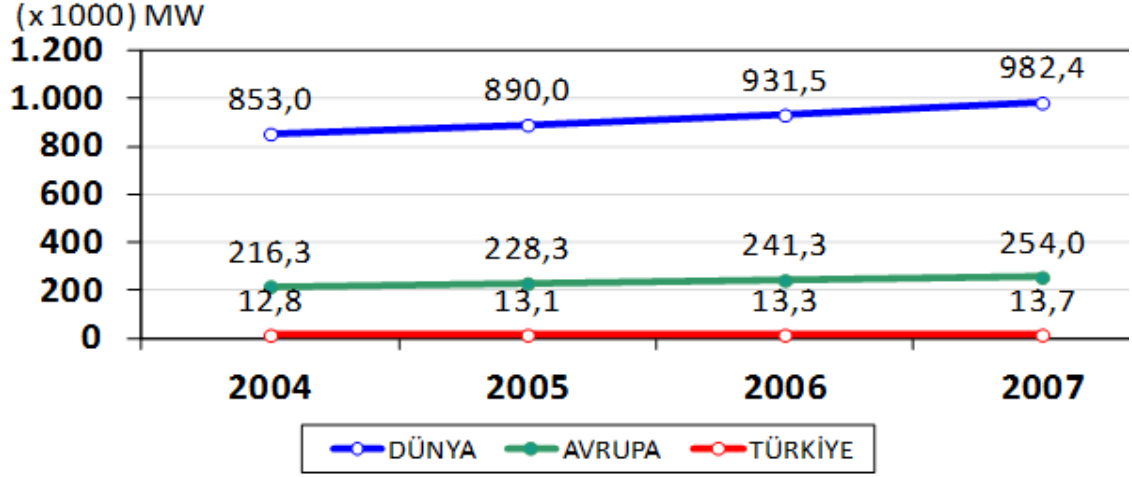
Ana Kaynak	Birincil Enerji Kaynakları	Doğal Enerji Dönüşümü	Teknik Enerji Dönüşümü	Kullanım Enerjisi
Güneş	Su	Buharlaştırma, Yağış	Su Güç Tesisleri	Elektrik Enerjisi
	Rüzgâr	Atmosferdeki Hava Hareketi	Rüzgâr Enerjisi Tesisleri	Elektrik ve Mekanik Enerji
		Dalga Hareketi	Dalga Enerjisi Tesisleri	Elektrik ve Mekanik Enerji
	Güneş Işınları	Yer, atmosferin Isınması	Isı Pompaları	Isı Enerjisi
		Güneş Işınları	Kolektörler	Isı Enerjisi
	Biyomas	Biyomas Üretimi	Güneş Pilleri	Elektrik Enerjisi
			Isı Güç Tesisleri	Isı ve Elektrik Enerjisi
		Dönüşüm Tesisleri	Yakıt Enerjisi	
Dünya	Yer Merkezi Isısı	Jeotermal Enerji	Jeotermal Güç Tesisleri	Isı ve Elektrik Enerjisi
Ay	Ay Çekimi Gücü	Gel-Git Olayı	Gel-Git Güç Santralleri	Elektrik Enerjisi

Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücü; [8]

Kaynak bazında potansiyelimiz aşağıdaki tabloda görülmektedir. Buna göre tamamlayıcı enerji kaynağı olarak seçeneklerimiz yeterli miktarda bulunmaktadır. Tek sorun bunun için gerekli olan kararlı yatırımların eksikliği, kanunların tüm iyi niyete rağmen yetersizliği, kaynaklardan yeterli oranda faydalanabilmemizi engellemektedir. Enerji Kullanımının ve Enerji Yönetim bilincinin en küçük işletmeden, ülke yönetimlerine kadar artışının sağlanması bu kaynakların da kullanımını arttırmıştır.

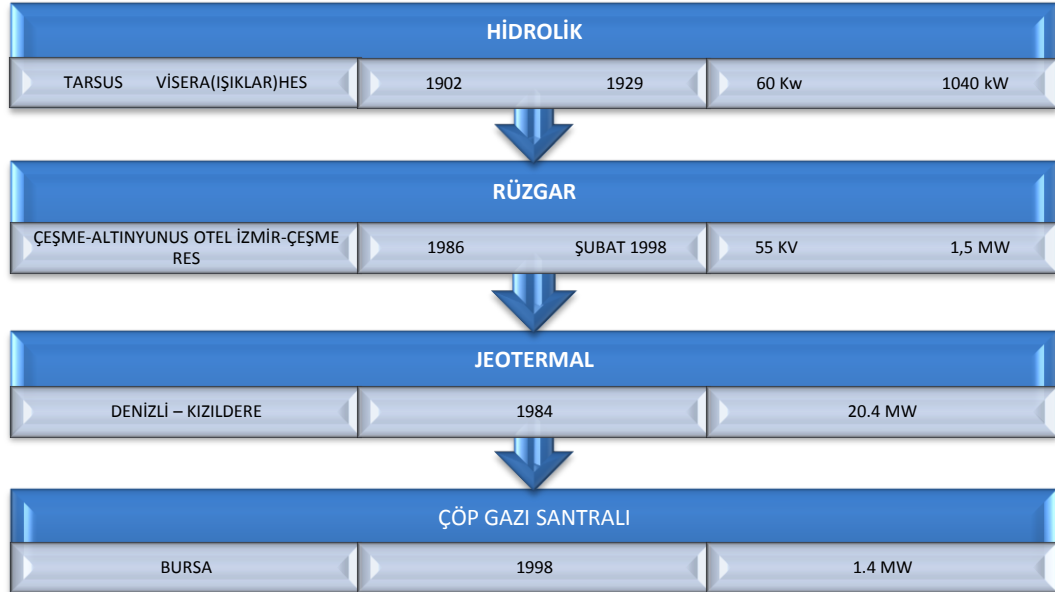
Çizelge 3.2 Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kapasitesi

Hidrolik	130. 000 GWh/y
Rüzgar	48. 000 MW
Güneş	32.6 MTOE (398 Milyar kWh)
Jeotermal	600 MWe



Şekil 3.5 Türkiye ve Dünyada Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücü

Yukarıda Çizelge 3.2’de Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyeli görülürken Şekil 3.5’te ise Türkiye ve Dünyada 2004-2007 yılları arasındaki Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücünün değişimi verilmiştir. [8]



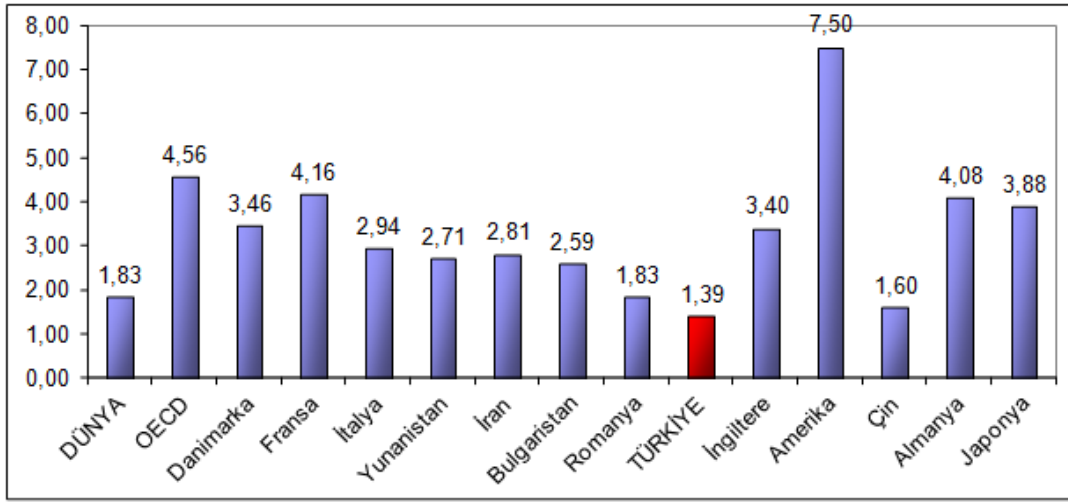
Şekil 3.6 Yenilenebilir Enerjide Türkiye İlkleri [9]

3.3 Güneş Enerjisine Genel Bakış

Aşağıdaki tabloda kişi başı toplam enerji (Petrol Eşdeğeri Ton cinsinden) bulunmaktadır.

Türkiye, bulunduğu değerden anlaşılacağı üzere artış potansiyeli en fazla olan ülkeler arasında yer almaktadır. Dolayısıyla her tür enerji kaynağını verimli kullanmak durumundayız.

Güneş Enerjisi günümüzde maliyetleri açısından her noktada fizibil görünmemektedir. Ancak tamamlayıcı, yardımcı enerji kaynağı olarak düşünüldüğünde ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça şanslı konumdadır. [10]



Şekil 3.7 Kişi başı toplam enerji (TEP)

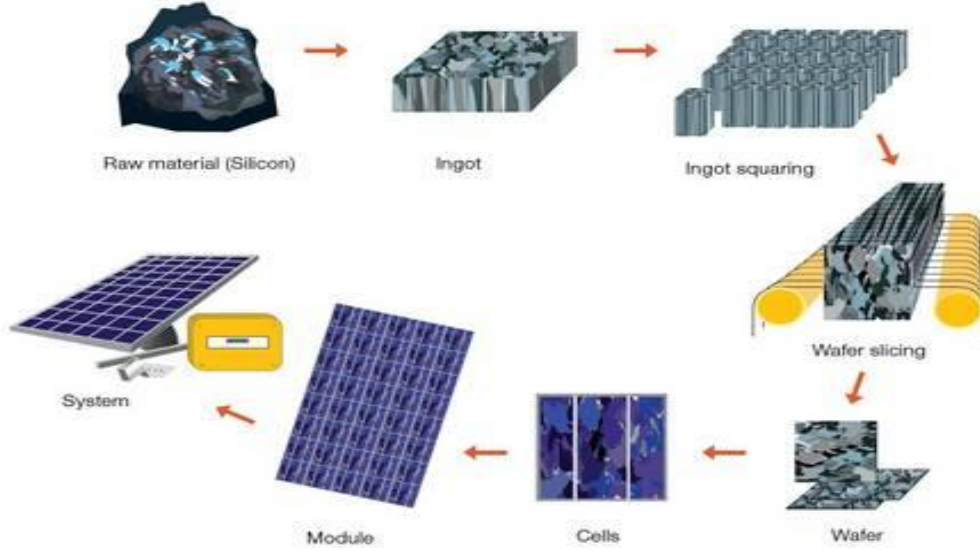
Güneş enerjisi endüstrisinin dünyada büyümesini sağlayan faktörler aşağıdaki gibidir;

- Ülkelerin enerji direktiflerini yayınlaması
- Enerji direktiflerine uygun aksiyon planlarının alınması ve izlenmesi
- Devlet enerji teşvikleri
- Alım garantileri, vergisel teşvikler, çevresel teşvikler..vb
- Teknoloji gelişimi
- AR&GE çalışmaları ve inovatif ekipman kullanımı
- Üretim maliyetlerinde düşüş
- Hammadde maliyetlerinde düşüş

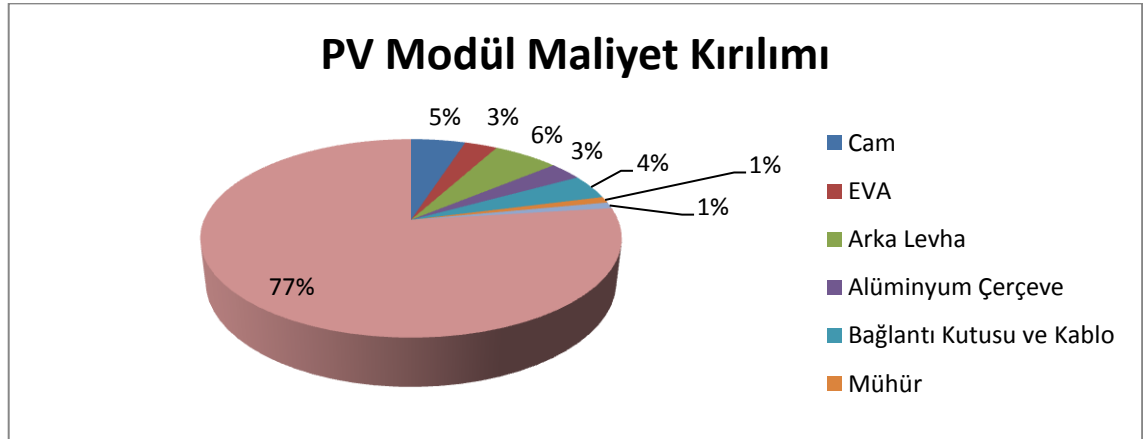
Modül Maliyet Analizi;

(PV) Photovoltaic modül maliyet kırılımı aşağıdaki gibidir;

Hammadde (Silikon) – Tomruk – Kare Tomruk Parçası – Silikon Devre Levhası Dilimleme – Silikon Devre Levhası – Hücreler – Modül – Sistem maliyet kırılımını oluşturur.



Şekil 3.8 (PV) Fotovoltaik Modül Maliyet Kırılımı



Şekil 3.9 Güneş Enerji Sisteminde Hammadde Dağılımı

Hammaddenin güneş enerji sistemine dönüşüm yolculuğu yukarıdaki gibidir. Görüldüğü gibi fiyatların yüksekliğini etkileyen en önemli hammadde; Kristal silikon modül olup özellikle nanoteknolojik gelişmeler sayesinde modül birim fiyatlarında düşme beklentisi bulunmaktadır.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ÇEVRE

4.1 Etkin Enerji Kullanımının Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi

Esas itibariyle, fosil yakıtların yanmasıyla yayılan karbondioksit (CO₂), ana sera gazıdır. Yerkürenin ısınmasına katkı koyan diğerleri, metan (CH₄), azot oksit (NO_x) ve halojenli maddelerdir. İyileştirilmiş enerji verimliliğiyle, sera gazı emisyonları aşağıdaki iki şekilde azaltılır;

- Yerinde yakma sistemleri (örnek: Kazanlar-fırınlar ve ocaklar) önlemleri ile, tüketilmeyen yakıt miktarıyla doğru orantılı olarak emisyonları azaltılır.
- Elektrik tüketimindeki azalmalarla, elektriğe olan talep düşürülür ve bunun sonucu olarak, ısı güç üretim santrallerinden ortaya çıkan emisyonlar azaltılır.

Atatürk havalimanı işletmesinin karbon salımı hesaplamasında, enerji tüketiminden kaynaklanan karbon emisyon oranı %97 civarında olduğu görülmüştür. (Elektrik-doğalgaz tüketim kaynaklı). Dolayısıyla enerji yönetiminin etkinliği havalimanının çevresel etkilerini de belirlemektedir.

4.2 Havalimanlarında Karbon Akreditasyonu

Yeryüzündeki toplam CO₂ salımında ulaştırma sektörünün payı yaklaşık %14 oranındadır. Bu oranın 5% civarı havalimanı faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. İklim değişimlerine karşı sorumluluklarını yerine getirmek amacıyla ACI (Airport Council International) "Airport Carbon Accreditation" projesini başlatarak, tüm sektör kuruluşlarını CO₂ salımının azaltılması için çalışmalara davet etmektedir. "Airport

Carbon Accreditation”; havalimanlarında ortaya çıkan CO₂ salımının azaltılması için sürdürülebilir yönetim planının uygulanmasını kapsar.

ACI Europe Genel Direktörü Olivier Jankovec, karbon emisyonunu azaltmaya yönelik başlattığı Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı ile sektörel taahhüdün, net faaliyete dönüştürüldüğünü belirtmiştir. Bunun da havacılığın iklim değişikliği üzerindeki etkisinde, Avrupalı havalimanı topluluğunun üzerine düşeni yaptığını gösterdiğini savunmuştur. Bugüne dek Atatürk Havalimanı ile birlikte, 31 Havalimanı akreditasyona hak kazanmıştır.

Havalimanı Karbon Akreditasyonu programı, havalimanı işletmelerinde karbon emisyonunun açıklanması ve azaltılması için ortak bir çerçeve sunmaktadır. Bu program sayesinde, karbon emisyonunun havalimanlarının karmaşık yapısına uyarlanmış bir çerçeve içinde açıklanması için ilk defa standartlar tespit edilmiştir. Bu standartlar, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD) ve Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) "Sera Gazı Protokolü" Kurumsal Muhasebe ve Açıklama Standartları ile tamamıyla uyumlu olarak belirlenmiştir.

4.3 Karbon Saydamlık Projesi (CDP- Carbon Disclosure Project)

Karbon Saydamlık Projesi, 2000 yılında, şirketlerin, yatırımcıların ve hükümetlerin iklim değişikliği tehdidine karşı önlem almalarını sağlayacak bilgileri toplamak ve paylaşmak amacıyla başlatıldı.

CDP aracılığıyla sera gazı salımları ve iklim değişikliği stratejilerinin kamuoyuna ve yatırımcılara açıklanması sayesinde şirketler ve hükümetler karbon emisyonlarını azaltma hedefleri koyarak performans iyileştirmesi yapabiliyorlar. Bu veriler; kurumsal yatırımcılar, şirketler, kamu politikasını yönlendirenler, resmi kurumlar ve akademisyenler de dahil olmak üzere geniş bir kitle ile paylaşılıyor.

CDP, iklim değişiklikleri risklerinin şirketler tarafından nasıl yönetildiğini küresel çapta raporlayan tek bağımsız uluslararası kuruluş olma özelliğini taşıyor. Örgüt 2011 yılında 71 trilyon dolar değerindeki varlığı yöneten 551 kurumsal yatırımcı adına hareket ediyor.

CDP, 2003 yılından bu yana uluslararası kurumsal yatırımcılar adına dünyanın en büyük şirketlerinden iklim değişikliği ile ilgili bilgileri topluyor. CDP'nin bu girişimi şirketleri düşük karbonlu ekonomiye geçebilmeleri için teşvik etmekle kalmıyor, ayrıca kurumsal yatırımcılara da yatırım kararlarını alırken iklim değişikliğine bağlı riskleri de göz önünde bulundurabilme imkanını sağlıyor.

Türkiye'de CDP tarafından davet edilen ve CDP'ye yanıt veren şirketler uluslararası yatırımcılar ile daha yakın bir diyalog sağlayabiliyor ve ayrıca CDP sorularını yanıtlarken iklim değişikliğinin kurumları için yarattığı risk ve olanakları da görme şansına sahip olabiliyor.

Sabancı Üniversitesi 2010 yılında dünyanın en kapsamlı çevre girişimi olarak kabul edilen Karbon Saydamlık Projesi'nin (Carbon Disclosure Project- CDP) yerel ortağı oldu. Akbank'ın ana sponsorluğu'nda hayata geçirilen proje'nin rapor sponsorluğu'nu ise Ernst&Young üstlendi.

2010 senesinde İMKB-50 endeksine dahil olan 50 şirket CDP Türkiye tarafından davet aldı. Bu şirketler arasından 10 tanesi ve 1 de gönüllü şirket olmak üzere toplam 11 şirket sera gazı salım miktarları ve iklim değişikliği ile ilgili risk yönetim politikalarını açıklayarak bu bilgileri uluslararası kurumsal yatırımcıların bilgisine sundu.

2011 yılında da bu ortaklık çerçevesinde İMKB-100 endeksine dahil olan, Türkiye'nin halka açık en büyük 100 şirketi CDP tarafından sera gazı salımlarını ve iklim değişikliğiyle ilgili politikalarını açıklamaları için davet edilmişti. [11]

4.4 Yeşil Havalimanı Unvanı

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından, havaalanlarında faaliyet gösteren kuruluşların çevreye verebilecekleri zararların sistematik bir şekilde azaltılması ve ortadan kaldırılabilmesi için "Yeşil Havalimanı (Green Airport)" projesi başlatılmıştır.

Yeşil Havalimanı Projesi;

- Kirletici Emisyonların (Sera gazlarının)salımının azaltılması (Özellikle Etkin Enerji Yönetimi)
- Katı, Sıvı, Gaz, Evsel, Endüstriyel, Tıbbi, Ambalaj, Tehlikeli Atıkların miktarlarının

azaltılması ile birlikte oluşan atıkların yasal mevzuata uygun bertaraf edilmesi ve geri kazanım şartlarının oluşturulup geliştirilmesi.

- Çevresel Gürültü etkilerinin azaltılması gibi çalışmaları kapsamaktadır. [12]

Yeşil Havalimanı Uygulamaları;

- Etkin katı atık yönetim planı uygulamaları
- Atıkların ayrıştırılması ve uygun bertaraf şartlarının sağlanması konusunda çalışmalar
- Detaylı Çevre Boyut-Etki Risk analizleri yapılması
- Doğal kaynakların verimli kullanımına yönelik uygulamalar.

Yeşil Havalimanı Sertifika Süreci Aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Projenin başlaması ile İşletmenin mevcut durumu değerlendirme raporu hazırlanır.
- Proje gerekliliklerine göre yapılması gerekli çalışmalar hakkında aksiyon planları hazırlanır.
- Yapılan plan doğrultusunda, İşletmenin Çevre Politikası, hedef ve amaçları gözden geçirilir, güncellenir, yoksa oluşturulur.
- İşletmenin tüm süreçlerini kapsayan bir atık yönetim planı hazırlanır.
- Atıkların Çevre Boyutları ve etkilerin belirlendiği, Çevre-Boyut Etki Risk analizleri yapılır.
- İlgili yasal gerekliliklere ve atık yönetim planına göre atık olarak ortaya çıkan maddelere ilişkin depolama, taşıma ve bertaraf şartları gözden geçirilir ve varsa eksiklikler giderilir.
- Evsel katı atıkların depolama şartları gözden geçirilir ve uygun çözümler irdelenir (örnek: +4°C soğuk oda kullanımı)
- Atıkların atıldığı kap, konteynır vs.lere içerik tanımlamaları yapılarak düzenlenir.
- Atık geri dönüşümü, bertarafı ve taşınması işlemlerinde lisanslı firmalar ile sözleşmeler yapılır.
- Geri dönüşüm atıklarına yönelik (kâğıt, plastik, cam, metal vb.) terminallerde 3 lü ayrıştırma kutuları konularak uygun yerlere yerleştirilir.
- Diğer alanlarda geri dönüşüm atıklarının kaynağında ayrıştırılması ile ilgili yapılan

çalışmalar neticesinde kaynağında ayrıştırma şartları oluşturulur.

- Tehlikeli atık sınıfına giren atıklar (Yağla kirlenmiş absorbanlar, Aküler, Toner ve Kartuşlar, Filtreler vb.)atıklar için uygun toplama kapları oluşturulur ve yasal gerekliliklere uygun lisanslı taşıma araçları ile lisanslı bertaraf tesislerine gönderilerek bertaraf edilmesi sağlanır.
- Proje bilgilendirmesi, sorumlu tayini ve tüm bağlı kuruluşların bundan haberdar edilmesi sağlanır. Bilinci arttırmak adına şirket içi eğitimler düzenlenir.
- Enerji Tüketimlerinin kontrol altında tutulması adına, tüketim noktaları belirlenerek, tüketim miktarları belli periyotlarda raporlanır. Baz alınan yıla göre kıyaslamalarla iyileştirme faaliyetlerinin sonucu irdelenir. Detaylı Enerji Raporu oluşturularak yapılan iyileştirmeler- sonuçları - kıyaslamalar kayıt altına alınır.
- SHGM'nin Yeşil Havalimanı başvurusu için güncellenen talepleri takip edilerek gerekli çalışmalar yapılır.
- Tüm hazırlıklar sonlandırıldığında SHGM yetkilileri tarafından gerekli denetlemeler yapılarak yeterlilik irdelenir. Uygun bulunduğu sertifikaya, işletmeye SHGM tarafından düzenlenir.

Kuruluşun tüm işletmeleri ve etkinlikleri çevresel etkileri bakımından (yerel kirlilikten ve yer küresinin ısınmasına kadar olan etkileriyle) göz önüne alınmalıdır. Bu çerçevede ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi gündeme gelir.

- Kuruluşun çevresel performansını etkileyen anahtar faktörleri belirlemeyi
- Belirli amaçları olan bir çevre politikasını geliştirmeyi ve
- Düzenli iç enerji verimliliği etütü dahil olmak üzere, bunların yürütülmesi için entegre bir yönetim sistemine girişimidir. Daha sonra bunların hepsi “ Kalite Güvencesi Sistemi” ile birleştirilir. İster binalarda, proseslerde, ister ulaşımda olsun enerji tüketimi bir kuruluşun çevresel performansında ana bir faktördür. Bunun kontrol altında tutulması ve enerji yönetiminin incelenmesi gerekir. [1]

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünün 15.09.2012 tarihinden itibaren geçerli olan Yeşil Havalimanı Projesi Revizyon gerekliliklerinde Enerji ve Karbon yönetimi ile ilgili ise;

- İşletmenin sorumlu olduğu sahalar belirlenmelidir.
- Belirlenen bu sahalar içerisinde, 1. sınıf ve 2. sınıf emisyon oluşturan emisyon

kaynakları belirlenmelidir.

- Söz konusu emisyon kaynakları ile ilgili veriler toplanmalıdır.
- Elde edilen veriler kullanılarak, bir önceki yılda oluşan sera gazı emisyonları hesaplanmalıdır.
- "Karbon Ayak İzi Raporu" oluşturulmalıdır.
- "Karbon Ayak İzi Raporu" nun ISO 14064'e uygunluğu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından konu hakkında yetkilendirilmiş firmalar tarafından doğrulanmalıdır.
- Doğrulan rapor, işletmenin en üst yönetimi tarafından imzalanmalıdır.

Aşağıdaki hususları içerecek şekilde Sera Gazı Yönetim Planı (SGYP) hazırlanmalı ve uygulanmalıdır:

- İklim değişikliği / sera gazı / enerji konularından sorumlu bir üst komite veya kurul oluşturulması.
- Sera gazı kontrolü için prosedür düzenlenmesi.
- Yakıt ve enerji tüketiminin izlenmesi.
- Sera gazı / enerji azaltma hedeflerinin geliştirilmesi.
- Operasyonlarda emisyonların en aza indirilmesinin sağlanması için programlar ve kontrol mekanizmaları oluşturulması.
- Personelin emisyonun farkında olmasını sağlamak için, tüm personelin eğitim almasının sağlanması.
- 1.sınıf ve 2. sınıf emisyonların üç yıllık ortalamasına göre sera gazı emisyonlarındaki azalmanın gösterilmesi de dahil olmak üzere, işletme tarafından SGYP'nin uygulandığını gösteren belgelerin hazırlanması.
- Uygulanacak SGYP doğrultusunda, havaalanını kullanan yolcular da dahil olmak üzere kişi başına sera gazı emisyonları her yıl bir önceki yıla göre en az %1 oranında azaltılmalıdır.
- Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak yapılan çalışmalarını ispatlayıcı belgeler SHGM'ye gönderilmelidir.
- Bu gereklilikler ile birlikte Yeşil Havalimanı kuruluşu olabilmek için Karbon Akreditasyonu Azaltma seviyesinde akredite edilme gerekliliği doğmuştur.

4.5 Sürdürülebilir Kalkınmanın Çevresel Etkisi

1972 yılının Haziran ayında, Stockholm / İsveç'te yapılan BM İnsan Çevresi Konferansı sırasında ilk kez ele alınan sosyal, ekonomik ve kültürel boyutları olan "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramı; insan ile doğa arasında denge kurarak, doğal kaynakları tüketmeden, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına ve kalkınmasına olanak verecek şekilde, bugünün ve geleceğin yaşamını ve kalkınmasını programlama anlamını taşımaktadır. [13]

4.6 Sürdürülebilir Enerji Sistemi

Yerel kaynakları ve şebekeleri etkin olarak kullanan, gider bakımından etkin, güvenilir ve çevre dostu enerji sistemi olarak ele alınabilir. Geleneksel enerji sistemi gibi, "yavaş" ve "atıl" olmayıp, yeni tekno-ekonomik ve politik çözümler bakımından esnektir. [14]

ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ

5.1. Enerji Politikası

Enerji Yönetim Programını oluşturmak için, önde giden kuruluşlar enerji yöneticisi atar, bu işe özgü tahsis edilmiş bir enerji ekibi oluşturur ve bir enerji politikası kurar. [14]

Enerji Politikası, performans hedeflerinin ayarlanması ve enerji yönetiminin, kuruluşun kültür ve işletmelerine entegre edilmesi için temeli oluşturur.

Enerji Politikası, yönetimin kesin kararını resmileştirir ve tüm paydaşlar için kuruluşun enerji verimliliğine olan desteğinin açık olarak belirtilmesini sağlar.

Resmi yazılı bir enerji politikası;

- Kuruluşun, enerji tasarrufu ve çevre korumasına olan taahhüdünün yazılı bir genel ifadesidir
- Enerji yönetimine yol gösteren, süreklilik sağlayan bir dokümanı alışkanlık haline getirir. [15]

Politika oluşturulurken;

- Bir amaç belirtilmelidir; Kuruluşun taahhüdünü, kültürünü ve önceliklerini yansıtan açık, ölçülebilir bir amaç olmalıdır.
- Sorumluluk oluşturulmalıdır. Emir-komuta zinciri oluşturulmalıdır. Kuruluştaki roller tanımlanmalı ve enerji yönetimi planını yürütecek personele yetki verilmelidir.
- Sürekli iyileştirme sağlanmalıdır. Değişen ihtiyaçları ve öncelikleri yansıtmak için

politikanın değerlendirilmesi ve güncelleştirilmesi için hazırlıklar içerilmelidir.

- Hedefler teşvik edilmelidir. Enerji hedeflerini kuruluşun tüm parasal ve çevresel hedeflerine bağlandırarak, performans hedeflerinin ayarlanması için bir kaynak sağlanmalıdır.

Türkiye’de 2012 yılında ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi belgesine sahip ilk ve tek havalimanı işletmesi olan; Atatürk Havalimanı İşletmesine ait Enerji Politikası Bildirgesi aşağıda örnek olarak yer almıştır;

ÖRNEK ENERJİ POLİTİKASI

Firmamız, Enerji Yönetim sistemi sorumluluğunu taşıma bilinci içinde, faaliyetleri ve hizmetleri süresince, enerji performansını sürekli iyileştirmeyi, çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir kılmayı taahhüt etmektedir. Bu taahhüdü gerçekleştirmek amacıyla, Enerji Yönetim alışmaları aşağıdaki ilkeler işığında yürütülmektedir:

- Mevcut enerji kaynaklarını en verimli şekilde kullanarak, etkin enerji kullanımını konfordan ödün vermeden sağlamak ve “Sürdürülebilir Kalkınma” yaklaşımına paralel olarak enerji faaliyetlerini yönetmek,
- Ulusal ve uluslararası mevzuat ve yasalara, düzenlemelere ve zorunlu standartlara uymak,
- Sera gazı emisyonunu azaltma yöntemlerini araştırmak, uygulamak ve devamlılığını sağlamak,
- Müşteriler, otoriteler, paydaşlar ve altyklenicilerle Enerji Yönetimi ile ilgili konularda ortak değer ve faydalı sonuçlar yaratmak üzere etkin iletişim kurmak,
- Enerji yönetim sistemini, kurumsal yönetim uygulamalarına entegre ederek uygulamak, sürekli olarak gözden geçirmek ve iyileştirmek,
- Enerjinin retim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, enerji verimliliğinin arttırılması ve sürdürülebilir kılınması, kuruluş genelinde enerji bilincinin geliştirilmesi konularında gerekli kaynakları sağlayarak aktif rol oynamak,
- Enerji verimli ürün, ekipman ve servislerin satın almasında ve enerji performansının iyileştirilmesi amacı ile tasarım konularında, enerji verimliliğine uygun seçimlerin yapılmasını güvence altına almak.

Bu politika doğrultusunda Enerji Yöneticisi ve Enerji Kurulu oluşturulur. Enerji

Yöneticisi, periyodik rapor ile yönetimi bilgilendirir. Yasal gereklilikleri yerine getirir. Tüm teknik birimlerin çabalarından haberdar edilerek, toplam farkındalığın artması için koordinasyon sağlar.

5.2 Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al ve Düzelt Çevrimi

Etkin bir enerji yönetim programının düzenlenmesinde, herhangi bir enerji yönetim sisteminin deneyimle oluşturulmuş prensipleri izlenir. Bu prensipler, kuruluşun büyüklüğü ve tipine göre değişiklik gösterir ve dört aşamadan meydana gelir. [16]

1-Planla: a) Enerji Etütü yap, b) Yönetimin desteğini al, c) Enerji Yöneticisini ata, d) Politika,amaçları ve yapıyı belirle e) Sorumlulukları belirle f) Programları oluştur g) Hedefleri ve önlemleri belirle h) Öncelikleri belirle ı) Faaliyet planlarını oluştur.

2- Uygula: a) Bilinçlendirme yap, b) Eğitimler yap, c) Projeleri yürüt, d) İlerlemeyi izle e) Kazançlara odaklan, Yeni hedefler belirle, f) Sonuçları bildir, g) Başarıyı kutla

3- Kontrol Et: a) Sonuçları Gözden Geçir, b) Etkililiği kanıtla, c) Sürekli Gelişim için Fırsatları değerlendir

4-Önlem Al ve Düzelt: a) Eksiklikleri düzelt, b) Orjinal Enerji Politikasını Gözden Geçir, c) Amaçları ve Hedefleri gözden geçir, d) Enerji Programını Gözden Geçir, e) Faaliyet planlarını güncelle, f) Çevrimi Yeniden Başlat

5.2.1 Enerji Yöneticiliği

Enerji yöneticisi, endüstriyel işletmelerde ve binalarda enerji yönetimi ile ilgili faaliyetleri yerine getirmekle sorumlu ve enerji yöneticisi veya eğitim-etüt-proje sertifikasına sahip kişi olarak tanımlanmaktadır. [17]

Enerji Yönetim programı içerisinde, enerji yöneticisi önemli bir rol oynar. Bu bağlamda, enerji yöneticisinden istenen bazı eğitimsel ve profesyonel özellikler aşağıda sıralanmıştır. [18]

- a) Tercihen makina, elektrik, elektrik-elektronik, kimya, endüstri ve çevre mühendisliği dalında lisans derecesine sahip olmak,
- b) Devletin idari yapısını iyi bilmek,
- c) Enerji kullanımıyla ilgili teknik ve istatistiksel bilgi ve raporları analiz edebilme, derleyebilme yeteneği,

- d) Enerji tasarrufu ve planlamasıyla ilgili bilgi ve kaynakları bilmek,
- e) Diğer çalışanlarla etkin çalışma ilişkileri ve doğrudan kontrol olmadan işlerin yapılmasını sağlayan motivasyonu kurabilme yeteneği,
- f) Amaca yönelik bir yönetici olarak işlevi görme yeteneği
- g) Teknik bilgileri yorumlayabilme yeteneği
- h) Otomatik kontrol ve sistem bilgisi,
- i) Enerjiyle ilgili ekipman ölçümünü ve uygulamaları bilmek
- j) Organizasyonun proseslerini bilmek
- k) Tesis elemanlarının işletilmesi, bakımı konusunda bilgisi olmak

5.2.2 Enerji Yönetim Ekibi

Enerji Yöneticisi, görevlerini yerine getirmesi konusunda, birçok farklı branşa sahip çalışanlardan oluşan destek ekibini kurarak, Enerji Politikasının belirlenmesinden, Etütlerin gerçekleştirilmesine kadar birçok konuda karar alınabilmesi için çalışmalar yapılmasını sağlar.

Enerji Yönetim Ekibinde, başta Makine ve Elektrik Mühendisleri olmak üzere, Çevre - Endüstri Mühendisleri ile Satınalma uzmanı, Muhasebe, İnşaat Mühendisi ve Mimar branşlı çalışanlar tercih edilebilir.

5.3 Bir Havalimanında Enerji Yönetim Sistemi Kurulumu

Enerji Yönetimi ile ilgili ISO50001:2011 Enerji Yönetim Sistemi en güncel standart olup diğer yönetim sistemleri; [19]

- ANSI/MSE2000:2008- Enerji için bir yönetim sistemi (A Management System for Energy – Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)
- I.S.393:2005 Enerji Yönetim Sistemleri – Kılavuz ve Şartlar – (Requirements with guidance for use- NSAI, İrlanda Ulusal Standartlar makamı)
- DS 2403:2001 Enerji Yönetimi – Şartname (Danimarka Standartlar birliği)
- Enerji Yönetim Sistemi – Kılavuz ve şartlar (Specification with guidance for use, 2004, SenterNovem, Hollanda)
- EN1600:2009 Enerji Yönetim Sistemleri – Kılavuz ve şartlardır.

ISO50001 Enerji Yönetim Sisteminin havalimanında kurulumu için gerekli çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Havalimanı işletmeleri, kapladıkları kullanım alanı ve/veya süreçlerinden kaynaklanan enerji tüketimleri ile “Enerji Verimliliği Kanunu”nda belirtilen sınır değerleri aşmaları durumunda bir Enerji Yöneticisi tayin etmek, görevlendirmek ya da hizmet almak zorundadır.

Kanun gereği enerji yöneticisi bulundurma zorunluluğu olan Havalimanı işletmeleri için Enerji Yönetim sisteminin kurulumu, özellikle en önemli gider kalemlerinin kontrol altına alınması ihtiyacı nedeniyle aslında yazılı olmayan bir zorunluluktur. Bu doğrultuda kullanılacak kılavuzlardan biri ISO50001 Enerji Yönetim Sistemi Standardıdır. Standart, enerji verimliliği amacı ile sahip olunması gereken tüm sistem gereklilikleri ve ilkeleri bünyesinde barındırmaktadır. Peki bu standarda uygun bir sistem kurulumu için atılması gereken adımlar nelerdir?

Bu adımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Kuruluş, Enerji Yöneticisini atar ve tüm işletmeye duyurur. Sistem kurulumunu yönetecek Enerji Yönetim Temsilcisinin de yetkinlikleri nedeniyle enerji yöneticisi olması tercih edilebilir.
- Enerji Yöneticisi, yapacağı çalışmalarda kendisine destek sağlayacak, özellikle önemli enerji kullanımı olan sistemleri yöneten birimlerden ve satınalma & dizayn birimlerinden, teknik yeterliğe sahip üyelerden oluşan bir “Enerji Yönetim Ekibi”ni kurmalıdır. Bu ekip üst yönetimce onaylanmış ve tüm kuruluşa duyurulmuş olmalıdır.
- ISO50001 Enerji Yönetim Sistemi standardına ait tüm gereklilikler madde madde yazılarak, kuruluşun mevcut durumunun analizi yapılmalı ve boşluk görülen noktalar ayırt edilmelidir. Kısaca “boşluk analizi” yapılmalıdır.
- ISO50001 Enerji Yönetim Standardına uygun ve üst yönetimin taahhüdü olarak bir “Enerji Politikası” oluşturulmalı, tüm paydaşlara duyurulmalıdır.
- Boşluk Analizine göre “Sistem kurulum gerekliliklerine” yoğunlaşılır. Uygulama planı oluşturulur. Gerekli faaliyetler tanımlanmalı, gerekli kaynak (personel,bütçe,eğitim vs.)belirlenmeli, sorumluluk ve görevler tanımlanmalı,

proje planı oluşturulmalı, ilerleme gözden geçirilmeli ve duruma göre güncellenmeli, onay alınmalıdır.

- Kapsam ve kuruluş sınırları belirlenir.
- Enerji yönetim sistemi akış şeması oluşturulmalıdır.
- ISO50001:2011 Enerji Yönetim Sistemi standardına uygun prosedür hazırlanması önerilir. Bu sayede kuruluşun enerjiyi nasıl yönettiğine dair bir nevi el kitabı oluşturulmuş olur.
- Kuruluşun “Enerji Performans Göstergelerini” belirlemesi gerekir. Bu göstergeler; tüm prosesleri için tüketilen elektrik, ısıtma amaçlı kullanılan doğalgaz gibi detaylandırılır.
- Havalimanında enerji kullanımını özellikle yolcu sayısı ciddi oradan etkilediği için yolcu başına – m² başına gibi parametreler göz önünde bulundurulabilir ve dış hava sıcaklığı-nem-yolcu sayısı-kapsam alanı gibi parametreler de performans göstergelerinin değerlendirilmesinde mutlaka ele alınmalıdır.
- Enerji Performans Göstergeleri tüm kuruluş personeline duyurulmalı ve tüm personelin bu konuda sorumluluk alması beklenilmelidir. Enerji kullanımı sadece sistemlerden ibaret olmayıp, ofis çalışanlarının dahi üzerine düşen sorumluluklar bulunmaktadır.
- Enerji Yönetim Sistemi kurulumu için duyuru yayınlanmalı ve üst yönetim tarafından bu sisteme verilen önem tüm personele aktarılmalıdır.
- Enerji Kullanımları izlenmeli, ölçülmeli, kayıt edilmelidir. Scada sistemi gibi detaylandırıcı sistemler kullanılarak, artış ve azalışların analizinin yapılabilmesi önemlidir. Mümkün oldukça tüketimlerin sistem, birim ve süreç bazında incelenebiliyor olması tercih edilir.
- Enerji tüketimleri ve enerji yönetimi ile ilgili hazırlanan veya planlanan tüm raporlar için bir tablo oluşturularak tek bir çatıda toplanmalı, hangi raporun, kim tarafından, hangi periyotta, hangi parametrelerle hazırlandığı, dağıtım yapılıyorsa kimlere yapıldığı belirtilmelidir.
- Önemli Enerji Kullanım noktaları ve tasarruf odakları belirlenmelidir. Dolayısıyla verimlilik faaliyetlerinin öncelikle hangi sistemler için planlanması gerektiği ortaya çıkartılmalıdır.

- Enerji Referans çizgisi belirlenmeli ve duyurulmalıdır. Bu referans bir yıl olabilir. Havalimanları için 12 aylık bir dönem ancak referans olabileceği için baz yıl belirlenmesinde fayda vardır. İstenilmesi takdirde son 3 yılın ortalaması da referans yıl olarak kabul edilebilir.
- Enerji Performans Göstergelerine göre Amaç ve Hedefler belirlenmeli, buna göre Aksiyon planı oluşturulmalıdır. Bu plan her yıl güncellenmelidir.
- Aksiyon planı, hedeflere ulaşmak amacıyla uygulanacak tüm enerji faaliyetlerini içermelidir.
- Yasal Mevzuat ve diğer gerekliliklere uyumluluk takip formu kullanılarak enerji yönetiminin yasal mevzuata uygunluğu irdelenmeli ve uygun hale getirilmelidir.
- Yasal Mevzuatın takibi için yol belirlenmeli ve prosedürde belirtilmelidir.
- Enerji Gözden Geçirmeleri için periyot ve yöntemler prosedürde belirtilmelidir.
- Tavsiye edilen periyot :
 - Aylık Enerji Yönetim Ekibi Gözden Geçirme Toplantısı
 - Yıllık Üst Yönetim Enerji Gözden Geçirme Toplantısı şeklindedir
- Enerji Yönetim Sistemi İç denetimi gerçekleştirilmelidir. Bu amaçla gerekirse ISO50001 Enerji Yönetim Sistemi ve iç denetim eğitimleri alınarak sisteme hakimiyet arttırılabilir.
- Enerji Yönetimi ile ilgili tüm doküman ve kayıtları, kuruluşun kalite standardına ve belirlediği yöntemlere uygun olmalıdır. Bu sebeple Yönetim sisteminin kurulumunda Kalite Departmanı ile sürekli koordinasyon halinde olunmalı varsa mevcut yönetim sistemleri ile gerekli noktalarda entegre olunabilmelidir.
- Tüm enerji faaliyetlerinin “Düzeltilici Önleyici Faaliyet” ile kayıt altına alınması tavsiye edilir. Önemli olan; tüm enerji faaliyetlerinin bir çatı altında toplanması, toplu değerlendirmenin yapılabilmesi, belirlenmiş bir yöntemle kayıt altına alınabilmesidir. Uygunsuzluklar ile ilgili DÖF sürecinin nasıl işlediği Kalite departmanınca belirlenmelidir.
- Enerji Verimliliği Kanununun gerekliliklerine göre ihtiyaç varsa hizmet alınan veya atanan Enerji Yöneticisine ait sertifikanın İnsan Kaynaklarında kayıtlı olması gerekir. Bununla birlikte önemli enerji kullanımı olan sistemlerde çalışan tüm personele ait yetkinlik gerekliliklerine uygun eğitimleri olduğu gösterilebilmelidir.

- Dış iletişim kararı alınmalıdır. Bu sayede firma ile ilgili hangi bilgilerin ne oranda dış kuruluş ve yapılarla paylaşılacağı belirlenmelidir.
- Satınalma ve dizayn konularında “Enerji tüketen cihaz ve sistem alımlarında dikkat edilmesi gereken hususları” içeren bir talimat ilgili departman için hazırlanmalı ve enerji verimli ürün alımına dikkat edildiği görülmelidir.
- Kalibrasyona tabi cihazlar ve doğrulama yöntemleri belirlenmeli kayıt altına alınmalıdır.
- Ölçümlerin ve faturaların doğrulama yöntemleri belirlenmeli ve yöntemlere göre doğrulamaların yapıldığı kayıt altına alınmalıdır.
- Önemli enerji tüketen sistemlere ait ekipman ve süreçler ile ilgili kayıtlı bakım periyodu ve iş planları düzenlenmiş olmalıdır. Kestirimci bakımlar ile arızaların minimuma indirilmesi sağlanmalıdır.
- Enerji Verimlilik odaklarına göre gerçekleştirilen ya da planlanan faaliyetler arttırılmalıdır.
- Farkındalık için eğitimler, broşür ve duyurular hazırlanmalıdır. Kuruluşun tüm birimleri sistem kurulumundan, gerçekleştirilen faaliyetlerden, politikadan ve enerji hedeflerinden haberdar edilmeli, nasıl katkıda bulunabilecekleri hakkında bilgiler verilmelidir. Bununla birlikte altyükleniciler için de enerji verimliliği ile ilgili eğitim düzenlenmeli ve kuruluşun enerji politikası ve hedefleri aktarılarak buna paralel hareket etmeleri talebinde bulunulmalıdır.
- Sistemin belgelendirilmesi için “belgelendirme firmalarından” teklif alınarak, çalışılacak firmaya karar verilmeli, gerekirse kendilerinden danışmanlık ve eğitim alınarak çalışmalar hızlandırılmalıdır. Seçilen firma ile dış denetim için tarih belirlenir. Bu tarihe kadar kurulan sisteme ait her türlü çalışmanın en az bir kez gerçekleştiği, belirlenen yöntemlere göre kayıt altına alındığı ve kuruluşun çalışanlarının da bilinçlendirildiği görülmelidir. Dış denetim 2 aşamadan oluşmaktadır. 1. Aşamada dokümantasyon kontrolü yapılır. 2. Aşamada ise saha gezisi ve doküman kontrollerinin delillendirilmesi gerçekleşir. Herhangi bir uygunsuzluk olmaması halinde dış denetim tarihinden itibaren yaklaşık 1 aylık bir süre içinde sertifika temin edilebilir.
- Böyle bir sistemin kurulumu için yaklaşık 9 aylık bir çalışma gerektiği göz önüne

alınabilir. Bu süre için kuruluşun kalite altyapısı ve geçmiş enerji tüketimleri ile ilgili ölçüm ve analiz altyapısı var olması gerekmektedir. Aksi takdirde 1-2 yıl gibi bir süreye ihtiyaç duyulacaktır.

5.4 ISO50001:2011 Enerji Yönetim Sistemi için gerekli doküman, kayıt ve gözden geçirme gereklilikleri [19]

Dokümanlar;

1. Enerji Politikası (madde 4.3g)
2. Enerji planlama prosesi (madde 4.4.1.)
3. (Prosedür)Enerji Gözden Geçirme için kriterler ve yöntem (madde 4.4.3)
4. (Prosedür)EnPG'nin belirlenmesi ve güncellenmesi için yöntem (madde 4.4.5)
5. İlgili birimlerdeki enerji amaçları ve hedefleri (madde 4.4.6)
6. Enerji yönetim faaliyet planları (madde 4.4.6)
7. Enerji Politikası, EnYS, Enerji Performansı ile ilgili dış iletişim kararı (madde 4.5.3)
8. EnYS'nin temel elemanları ve bunların etkileşimlerinin açıklanması (madde 4.5.4.1)
9. (Prosedür)Doküman kontrolü (madde 4.5.4.2)
10. Enerji Satınalma spesifikasyonlarının dokümantasyonu (madde 4.5.7)
11. İç denetimler için denetim planları ve programları (madde 4.6.3)

Kayıtlar;

1. Enerji Gözden Geçirme (madde 4.4.3)
2. Enerji Performansının iyileştirilmesi için fırsatlar (madde 4.4.3 c)
3. Enerji Referans çizgileri (madde 4.4.4)
4. EnPG'nin belirlenmesi ve güncellenmesi için yöntem (madde 4.4.5)
5. Yetkinlik, öğrenim, eğitim, beceri ve deneyim kayıtları (madde 4.5.3.)
6. Yetkinlik ihtiyaçlarının karşılanması için verilen eğitimler ve diğer faaliyetler (madde 4.5.3)
7. Dış iletişim (kuruluş yapmaya karar verirse)(madde 4.5.3)
8. Tasarım faaliyetlerinin sonuçları (madde 4.5.6)

9. Anahtar özelliklerin izleme ve ölçme sonuçları (madde 4.6.1)
10. Operasyonun anahtar özelliklerinin izlenmesi ve ölçülmesinde kullanılan ekipmanın doğruluk ve tekrarlanabilirliği için yapılan kalibrasyon ve diğer faaliyetlerin kayıtları (madde 4.6.1)
11. “Enerji Performansından önemli sapmalar” olduğunda gerçekleştirilen faaliyetlerin kayıtları (madde 4.6.1)
12. Yasal ve diğer şartlara uygunluğun değerlendirilmesi kayıtları (madde 4.6.2)
13. İç tetkik sonuçlarının kayıtları (madde 4.6.3)
14. Düzeltici ve önleyici faaliyet kayıtları (madde 4.6.4)
15. Yönetimin gözden geçirmesi (madde 4.7)
16. EnYS'nin etkinliğini ispatlamak için kuruluşun gerekli gördüğü diğer kayıtlar

Yapılması gereken gözden geçirmeler;

1. Enerji Politikası (madde 4.3.h)
2. Yasal ve diğer şartlar (madde 4.4.2, son satır)
3. Enerji Gözden Geçirmelerin güncellenmesi (madde 4.4.3)
4. EnPG'nin gözden geçirilmesi ve enerji referans çizgisi ile karşılaştırılması (madde 4.4.5)
5. EnPG'nin belirlenmesi ve güncellenmesi için yöntem (madde 4.4.5)
6. Enerji amaçları ve hedefleri (madde 4.4.6)
7. Enerji Yönetim Faaliyet planı güncellenmelidir. (madde 4.4.6)
8. Ölçüm ihtiyaçlarının gözden geçirilmesi (madde 4.6.1)
9. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin etkinliğinin gözden geçirilmesi (madde 4.6.4)
10. Kuruluşun EnYS (yönetimin gözden geçirmesi)(madde 4.7)

5.5 Enerji Etütü Unsurları, Kapsamı

İşletmenin yapısı ve boyutu ne olursa olsun, belirli temel unsurlar tüm enerji etütleri için geçerlidir. Aşağıda bu unsurlar açıklanmıştır. [20]

- a) Enerjiyle ilgili geçmiş kayıtların gözden geçirilmesi,
- b) Esas enerji kullanan bileşenleri belirlemek, etüt ekibiyle prosesin genel enerji ve malzeme akışlarını ilişkilendirmek ve önemli enerji atıl kaynakların ortaya koymak için tesisin planlanması,

- c) Veri ihtiyaçlarının ayrıntılı tanımlanması,
- d) Enerji ve kütle akışlarının hesaplanması, enerji kayıplarının tahmin edilmesi,
- e) ETO'nun ayrıntılı listesinin çıkarılması,
- f) Her ETO için enerji tasarruf potansiyelinin tahmin edilmesi,
- g) ETO'nun yürütülmesi için gider ve kar potansiyelinin tahmin edilmesi,
- h) ETO'nun yürütülmesi için önem sırasına göre önerilerin oluşturulması,
- i) Esas enerji kullanım sistemleri için sürekli izleme çabasının oluşturulması

HAVALİMANLARINDA ENERJİ YÖNETİMİ

6.1 Havalimanlarında Etkin Enerji Kullanımı

6.1.1 Havalimanlarında Enerji Kullanım Noktaları ve Dağılımları

Havalimanlarında enerji kullanan sistem noktaları aşağıdaki gibi örneklendirilebilir;

- HVAC mahalleri (Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerine ait ekipmanların olduğu mahaller)
- Soğutma Grupları (Elektrik tüketiminin en fazla olduğu ekipmanlardır.)
- Sirkülasyon pompaları
- Hidrofor Dairesi Ekipmanları
- (Varsa)Otopark Sistemleri
- (Varsa)İlave Tesis Sistemleri (Örnek : Otel, VIP, Kule vb. tesisler)
- Bagaj Kontrol Sahası Ekipman ve sistemleri
- Apron Aydınlatma
- 400 Hz
- Yolcu Köprüleri
- Yürüyen merdiven, bant ve asansörler
- Ticari alanlar
- Terminal Genel Aydınlatmaları
- Terminal Genel Alan prizleri
- Terminal Geneli Yönlendirmeler

- Terminal Geneli Reklam panoları
- Terminal Geneli Plazma vb. TV'ler
- Terminal Geneli Ofis aydınlatmaları
- Terminal Geneli Ofis Prizleri
- Sistem odaları
- Terminalde bulunan klima, fancoil, hava perdesi vb. ekipmanlar
- Çevre aydınlatma ve bunlara bağlı yönlendirme ve reklam panoları
- Check-in adaları ve bilet satış ofisleri
- PCA beslemeleri ve cihazları
- X-ray Cihazları ve kapı dedektörleri
- Kazan Daireleri, Soğutma Kuleleri ve diğer Teknik Hacimler

6.1.2 Havalimanlarında HVAC uygulamaları ve tüketim ilişkisi

Havalimanlarında HVAC (Heating,Ventilating and Air Conditioning)uygulamaları denildiğinde Isıtma, Havalandırma, Soğutma ekipman ve sistemlerinden bahsedilmektedir. Bu sistem ve ekipmanlar ile ilgili tüketimin optimum olmasını sağlayacak enerji uygulamaları aşağıdaki gibi özetlenmiştir;

- Mekanik otomasyon sisteminin kurularak, arıza, durum bilgilerinin anlık olarak izlenebiliyor olması, set değerlerine göre sistem ve ekipman çalışırılığının sürekli kontrol altında tutulabilmesi, enerji verimliliğini arttırmaktadır.
- Mekanik Otomasyon sistemi içeriğinde kullanılabilir zaman programları sayesinde, ekipmanların çalışma saatleri programlanabilmekte ve mahallerin kullanılmadığı dönemlerde gereksiz elektrik tüketimi engellenebilmektedir.
- Isıtma ve soğutma tesisat ve havalandırma hatlarında standartlara uygun kalınlık ve özelliklerde izolasyon malzemeleri kullanılması ve doğru uygulanması ısı kaçaklarını minimumda tutmaktadır. Zaman içinde işletmesel faaliyetler sırasında yıpranan izolasyonların termal kamera ile kontrol edilerek onarılması maksimum enerji verimliliğinin sürekliliğini sağlamaktadır.
- Kanal sızdırmazlıklarına özen gösterilmesi, standartlara uygun conta uygulamaları, proje dizaynına uygun basınç kayıplarının olduğunun görülmesi yine HVAC'larda enerji verimliliği uygulamaları arasındadır.

- Dizayn aşamasında Enerji Sınıfı yüksek klima santrali seçimlerinin yapılması, IE3 sınıfı elektrik motorları tercihi, yüksek kapasiteli elektrik güçleri için frekans invertörü kullanılması örnek uygulamalar olarak gösterilebilir.
- Set edilen sıcaklık değerleri, mahal kullanımına göre değişiklik göstermelidir. Sürekli kullanılan ofis alanları ile, giriş-çıkış yapılan bölgelerde beklenen konfor değerler farklıdır. Buna uygun set değerlerinin kullanılması gereksiz enerji kayıplarını engellemektedir.
- Klimatize edilen yerlerde jaluzi ve güneş kırıcıların veya cam filmi kullanımı gereksiz soğutma amaçlı enerji tüketimini engellemektedir.
- Ofis ve benzeri alanlarda kullanılan Gizli Tavan tipi Fan Coil ve Klima cihazlarının hava emişinin yine hitap ettiği mahalde yapılması önemlidir. Emişin tavan arasından yapılması inşai açıklıklardan kaynaklanan tavan arası sıcaklık farklılıklarından olumsuz etkilenilmesine neden olacaktır.
- Oda termostatlarının çekirdek aralıklarının 23-24°C konfor sıcaklıklarına yakın olarak ayarlanması, yanlış kullanımdan kaynaklanan gereksiz ve sürekli soğutmanın veya ısıtmanın önüne geçecektir.

6.1.3 Etkin Enerji Kullanımı için Havalimanı Dizayn Kriterleri

- Havalimanı dizaynında özellikle apron alanı, pist adet ve yönleri, havacılık ile ilgili standart ve kurallar belirleyicidir. Ancak bina vaziyet planı oluştuktan sonra, terminal ile ilgili enerji verimliliği odaklı uygulamalar önem kazanır.
- Öncelikle ele alınması gereken konular, tasarruf odaklarına göre belirlenmelidir;
 - a) Bina bileşenleri
 - b) Enerji Sistemleri
- Bina bileşenleri ile ilgili cephe yönleri, kullanılan cephe yalıtım malzemeleri ve yöntemleri, kullanılan cam tipleri, hangi yönlerde cam yoğunluğunun fazla olduğu, gereken yerlerde güneş kırıcı ve film kullanımı önemlidir.
- Enerji sistemleri denildiğinde ise başta HVAC sistemleri olmak üzere 6.1.1 maddesinde aktarılan enerji tüketen sistemlerin ayrı ayrı enerji verimli seçilmesi, bakım periyot ve yöntemlerinin işletme başından itibaren ideal olarak belirlenmesi gereklidir.

- Dış kapıların cephe yönleri çok önemli olup, özellikle kuzey cepheden direk rüzgarı içeri alan bir dizayn yapılmamasına önem gösterilmelidir. Bu yönde zorunluluk olması durumunda, yolcu geçişine uygun büyüklükte, kayar kapı özelliği bulunan otomatik döner kapı kullanımı tercih edilmeli, hava perdelerinin de bu dizayna uygun seçilmesi gerekmektedir.
- Aydınlatmalarda LED aydınlatma armatürleri tercih edilmeli, gün ışığından faydalanacak şekilde otomasyon sistemi kurulmalı, ihtiyaç duyulan aydınlatma şiddetine göre ayar yapılabilir olmalıdır. WC ve benzeri genel alanlarda sensörlü aydınlatmalar tercih edilmelidir.
- Asansörler, en son teknoloji olan Makine Dairesiz Asansör seçilmeli, bu sayede bakım ve arıza ihtiyacı azaltıldığı gibi, tüketimi de düşürebilmekte ve makine dairesi için gerekli hacme ihtiyaç duyulmaması sağlanmaktadır.
- Teknik hacimlerin yeterli büyüklükte olması, bakımların ideal yapılmasını sağlamaktadır.
- Isı pompası, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi gibi sistemlerin kullanımı için fizibilite çalışmalarının dizayn aşamasında yapılması gerekmektedir.
- Yolcu kapasitesi ve enerji tüketim kapasitelerine göre Trijenerasyon veya Kojenerasyon sistemlerinin fizibilitesinin dizayn aşamasında yapılması gerekmektedir.
- Hava perdeleri gibi kışın ısıtma konumunda olması gereken cihazlar mümkün oldukça dizayn aşamasında merkezi ısıtma sisteminden yararlanacak şekilde borulu tip seçilmesi ve elektrikli rezistans kullanımından kaçınılması tercih edilmelidir. Isıtma yükü seçiminde hava perdesi yükleri de göz önüne alınmalıdır.
- 6.2.6.1 maddesi ile HVAC ve Aydınlatma Otomasyonu başlığı altında HVAC dizayn kriterleri ayrıca belirtilmiştir.

6.1.4 Havalimanlarında Enerji Yöneticisinin Görevleri

- Enerji Yönetim Sistemine ait kapsam ve sınırlarını belirlemek
- Enerji Performansı ve EnYS' nin sürekli gelişimini sağlayabilmek amacıyla sistem gereklerinin nasıl yerine getirileceğini belirlemek,
- EnYS gereği performans göstergelerinin ölçümü, analizi, değerlendirmesi, gerekli

etütlerin yapılarak iyileştirme faaliyetlerinin planlanması, Üst Yönetim görüşüne sunulması, uygulanması, sonuçların irdelenerek, sürdürülebilir iyileşme çevrimine devam edilmesi ve tüm bu faaliyetler esnasında çevresel etkilerinin farkında olarak, hareket edilmesinden yetkili ve sorumludur.

6.1.5 Havalimanlarında Enerji Raporu

Enerji Yönetim Ekibinin tüketimler ile ilgili yıl boyu farklı periyotlarda hazırladığı ve sunduğu raporların dışında, yılsonu değerlendirmesi amacıyla “Yıllık Enerji Raporu” nun hazırlanması ve Enerji Faaliyetlerinin bu rapor ile toparlanması tercih edilmelidir.

Bu rapor içeriğinde;

- Enerji Politikası
- Enerji yönetim temsilcisi ve enerji yönetim ekibi
- Önceki yıla ait Amaç ve Hedef Aksiyon planı ve gerçekleştirmeler
- Bir sonraki yıla ait Amaç ve Hedef Aksiyon Planı
- Performans Göstergeleri ve revizyonlar ile gerçekleştirmeler
- Ölçüm ve analizlerin referans yıl ile kıyasları ve grafikleri
- Hedeflerden sapmalar varsa sebeplerinin analizi (Sıcaklık ve yolcu, kapsam artışı, nem artışı vb.)
- Enerji Faaliyetleri ve kazanımlar
- Yıl boyu gerçekleştirilen fizibiliteler, fuar,kongre katılımları
- Enerji Etütleri ve planlamaları
- Beklentiler ve yorumlar

yerelmalıdır.

6.2 Havalimanlarında Etkin Enerji Kullanımı İçin Öneriler

6.2.1 Termal Kamera kullanımı ve Isı Yalıtımı

Termal kamera ile binanın tüm dış cephelerinin resimlenmesi ve bu sayede ısı kaçaklarının tespiti ve buna göre yatırım maliyeti çıkarılması en önemli enerji faaliyetlerindedir. Bu faaliyet için ısı kaçaklarının en belirgin olduğu kış mevsimi ve gece dönemleri özellikle tercih edilmelidir. Bu çekimlerde dış cephe yüzeylerindeki sıcaklıklar görünmekte ve farklı sıcaklıklar farklı renklerde algılanmaktadır. Bu sayede en fazla ısı kaybının olduğu noktalar belirlenebilmektedir. Özellikle bina bileşim noktalarında, çatı kaplamalarında, HVAC mahallerinde, cam pencere ve kapılarda en önemli ısı kaçaklarının olduğu görülecektir. Buna göre gerekli önlem alındığında ısıtma amaçlı doğalgaz tüketiminin azalacağı aşıkardır.

Atatürk Havalimanında yapılan termal çekimlerde en çok ısı kaybının; Yolcu köprüleri ile iskele bağlantı noktalarında, Çatı – Alt parapet noktalarında, Tonozlarda, Kayar kapı girişlerinde olduğu görülmüştür.

Ayrıca tüm ısıtma ve soğutma tesisat ve havalandırma kanallarında da termal kamera ile resimleme yapılarak, ihtiyaç duyulan yalıtım onarımı uygulanmalıdır.

Yalıtımın ana amacı ekonomiklik olmasına rağmen, daha hassas proses sıcaklıkları kontrolü ve personelin korunması sağlanır. Soğuk yüzeylerdeki yoğuşma ve bundan kaynaklı korozyon önlenir. Titreşim absorbe edilir. İyi bir yalıtım sistemiyle, aynı zamanda, iş ortamının daha fazla konforlu olmasını sağlayabilen çevre çalışma alanlarına olan ısı kaybı da azaltılır. [1]

Yalıtım malzemeleri, kullanıldıkları sıcaklıklara göre 3 gruba ayrılır:

- a) Düşük sıcaklık yalıtımları (90°C'ye kadar)
- b) Orta sıcaklık yalıtımları (90°C ile 325°C arası)
- c) Yüksek sıcaklık yalıtımları (325°C ve yukarısı)

Yalıtımsız borulardan ısı kaybı, grafik, tablo ve ampirik bağıntılar olmak üzere değişik şekillerde bulunabilir. Havalimanlarında boru içindeki akışkan sıcaklığı ve çevre sıcaklığının bilindiği kabul edilerek, çelik borularda örnek yalıtım tasarrufu hesabı aşağıdaki gibi yapılabilir;

Bu uygulama için aşağıdaki Tablo'nun kullanılması önerilir. Çizelge 6.1'de verilen başlıklar, tesisin yalıtımsız boru hatları için listelenmelidir.

Çizelge 6.1. Yalıtımsız içinde ısıtıcı akışkan dolaşan boru verisi (Sıcaklık farkı yaklaşımı)

Yeri	Nominal Çap (DN)	Uzunluk L (m)	Akışkan sıcaklığı Ta (°C)	Ortalama Ortam(çevre)sıcaklığı Tç (°C)	Sıcaklık Farkı (Ta-Tç) (°C)	Kullanım süresi a (h)
------	------------------	---------------	---------------------------	--	-----------------------------	-----------------------

Çizelge 6.2 Yalıtımsız çelik borulardan ısı kaybı akımı [1]

Birim Boru uzunluğu başına ısı kaybı akımı $q_{VALS,I}$ (W/m)									
Borunun Nominal Çapı		Sıcaklık Farkı							
(DN)	(inch)	50	60	75	100	110	125	140	150
15	½	30	40	60	90	130	155	180	205
20	¾	35	50	70	110	160	190	220	255
25	1	40	60	90	130	200	235	275	305
32	1 ¼	50	70	110	160	240	290	330	375
40	1 ½	55	80	120	180	270	320	375	465
50	2	65	95	150	220	330	395	465	540
65	2 ½	80	120	170	260	390	465	540	650

$q_{VALS,I}$ = W/m olarak yukarıdaki tablodan değer bulunur.

Çizelge 6.3 Düzeltme Faktörü

Uygulama	Düzeltme Faktörü (DF)
Tek boru açık havada	1,1
Birden fazla açık havada bulunan boru	1,0
Tavanda birden fazla boru	0,65
Sıva dibi veya yükselen yön boyunca tek bir boru	1,0
Sıva dibi veya yükselen yön boyunca birden fazla boru	0,90
Tavanda tek boru	0,75

Düzeltme faktörü (DF), uygulama türüne göre yukarıdaki tablodan elde edilir.

$$Q_{YALS,I} = q_{YALS,I} \times L \times DF \quad (6.1)$$

$$Q_{YALS,I} = \dots\dots (W/m) \times \dots\dots (m) \times \dots\dots = \dots\dots W \text{ olarak ısı kaybı bulunur. [1]}$$

Örnek Pratik Uygulama;

Atatürk Havalimanı işletmesinde servis yolunda yer alan ısıtma besleme hatlarının zaman içinde yüksek kamyon ve tırların aşındırması sonucu izolasyonsuz kaldığı tespit edilmiştir. Yaklaşık 30 metrelik DN50 çapında gidiş-dönüş hattına ait bir kısmın etkilendiği görülmüştür. Bu sebeple Alüminyum folyo kaplı camyünü boru izolasyonu yapılmasına karar verilmiştir.

Hatta ait sistem 110-70°C çalışmaktadır. Servis yolunun dış havaya açık olması nedeniyle ortam sıcaklığı 5°C ölçülmüştür. Yaklaşık sıcaklık farkının 100°C olduğu kabul edilebilir. (Genellikle sistem suyu 105°C civarındadır.) Aynı şekilde dönüş suyu sıcaklığının 65°C kabulü ile sıcaklık farkının 60°C olduğu kabul edilmiştir.

Bu durumda izolasyon uygulaması öncesi kaybın;

DN50 ve Δt : 100 kabullerine göre Tablo'dan 30 metrelik gidiş hattında birim boru uzunluğu başına ısı kaybı akımı $q_{YALS,I} = 220(W/m)$ olarak bulunur. 30 metrelik dönüş hattında ise birim boru uzunluğu başına ısı kaybı akımı $q_{YALS,I} = 90(W/m)$ olarak bulunur.

Düzeltme faktörü (DF), uygulama türüne göre yukarıdaki tablodan elde edilir.

$$Q_{YALS,I} = q_{YALS,I} \times L \times DF$$

$$Q_{YALS,I} = 220 \text{ W/m} \times 30 \text{ m} \times 1 + 90 \text{ W/m} \times 30 \text{ m} \times 1$$

$$Q_{YALS,I} = 9.300 \text{ W} = 9,3 \text{ kW} \text{ olarak yaklaşık ısı kaybı bulunur.}$$

Aluminyum Folyolu Camyünü boru izolasyonu montajı malzeme ve işçilik bedeli 494 TL olarak maliyetlenmiştir.

Uygulama yapılan tesis için Isıtma amaçlı 1 kWh enerji üretimine karşılık gelen doğalgaz tüketim miktarı 0,116 m³'tür (m³ Doğalgaz/ kWh Isıtma).

Uygulamanın yapıldığı tesisin Nisan 2013 doğalgaz birim fiyatı 0,78 TL/m³ olup

1 saatlik ısı kaybına eşdeğer doğalgaz tüketim tutarı : 9,3 kWh x 0,116 m³/kWh x 0,78 TL/m³ = 0,84 TL'lik kayıp hesaplanmış olur.

Tesiste, 24 saat çalışma olması nedeniyle izolesiz hattaki sirkülasyon 24 saat süreyle gerçekleşmektedir.

1 yıl içerisinde dış hava değişimi değişkenliği nedeniyle ortalama sıcaklık farkının aynı olacağı ve ısı kaybına en çok etki edeceği 2 aylık dönem seçilerek diğer aylardaki ısı kayıpları ihmal edilebilir kabul edilmiştir.

60 gün x 24 saat x 0,84TL = 1209 TL/yıl'lık ısı kayıp karşılığı doğalgaz tutarı hesaplanmış olur. Uygulama sonrası herhangi bir işletme gideri olmaması nedeniyle,

Basit Geri Ödeme Süresi yöntemine göre;

$$\text{Toplam Yatırım} \quad 494 \text{ TL}$$

$$\text{GÖS : } \frac{\text{Toplam Yatırım}}{\text{Yıllık Tasarruf}} = \frac{494 \text{ TL}}{1209 \text{ TL/yıl}} = 0,4 \text{ yıl olup} \quad (6.2)$$

$$\text{Yıllık Tasarruf} \quad 1209 \text{ TL/yıl}$$

Kısa sürede yatırımın geri dönüşü olduğu görülmüştür.

6.2.2 Kış Soğutması kullanımı

Havalimanları terminal binalarında, özellikle ısı yüklerinin yılın her günü çok fazla olması, insan yoğunluklarının belirli alanlarda sürekli olması, özellikle dış cepheye bakmayan yerlerde, yılın her günü soğutma yapılmasına sebep olmaktadır. Duty Free mağaza alanları, Restoran-cafe alanları, Pasaport geçiş alanları, sistem odaları sürekli soğutma ihtiyacı duyan yerlere örnektir. Bu mahallerde kışın soğutma grubu kullanmanın önüne geçilmesi için, havanın soğukluğundan faydalanarak suyun soğutma kulesinde soğutularak sisteme verilmesi yöntemi tercih edilmelidir. Soğutma kule fanları ile kule suyu soğutularak, eşanjörler vasıtasıyla, terminal sistem suyunun

soğutulması sağlanabilir.

6.2.3 Değişken Devirli Sürücülerin (İnvertörlerin)Kullanımı

Yüksek elektrik gücü tüketen veya değişken kullanımı olan motorların ve çok sık giriş-çıkış yapan motorların frekans invertörleri ile kullanımı sürekli aynı devirde kullanmanın önüne geçmekte bu sayede enerji tasarrufu sağlamaktadır. İhtiyacın fazlasında bir enerji tüketimi kullanımının önüne geçmek için kullanılan frekans invertörleri aynı zamanda çok sık giriş-çıkış yapan sistemlerde kalkışta çekilen akım değerini düşürerek daha düşük enerji kullanımlarını sağlamaktadır.

DDS (Değişken devirli sürücüler), herhangi bir elektrik motoruna kurulabilir; ancak fan ve pompalama sistemi motorlarına uygulandığı zaman, en fazla enerji tasarrufu elde edilebilir.

Hemen hemen herhangi bir pompa veya fan sisteminin enerji verimi, bir DDS motor kontrol edicisinin eklenmesiyle, önemli ölçüde arttırılabilir. Çünkü bu sistemler hem fazla boyutlandırılmış hem de yaygın olarak değişen yük koşullarına tepki gösterebilir. Çoğu sistemlerde fazla kapasite halen vana veya damperler ile akışın mekanik olarak kısılmasıyla yapılmaktadır. Bu, son derece verimsizdir; çünkü motorla tam kapasitenin sağlanması için, motorun sürekli olarak işletilmesi gerekir. Debi; devirle doğru orantılı, basınç ve tork; devrin karesiyle ve güç ise; devrin küpüyle değişir. [21]

DDS teknolojisi ile yapılan iyileştirmelerle şu sonuçlara varılmıştır;

- Giderlerin azaltılması
- Özellikle dinamik kontrolde performansın iyileştirilmesi
- Motor gürültüsünün ve güç kaybının azaltılmasına yol açan, daha iyi çıkış dalga şekilleri
- Kontrolde daha fazla esneklik
- İyileştirilmiş DDS giriş kademeleri (hat harmoniklerinin azaltılması gibi etkiler yapan)
- Daha fazla güvenilirlik [1]

Çizelge 6.4 Ortalama DDS tasarruf yüzdeleri: [1]

Son kullanım tipi	Ortalama DDS tasarrufları (%)
Pompalar	28
Fanlar	28
Hava kompresörleri	12
Soğutma kompresörleri	12
Konveyörler	12
Diğer motorlar	12

6.2.4 Otomatik Döner Kapı Uygulaması

Terminal binalarında özellikle kayar kapı kullanılan yerlerde giriş-çıkış kapılarının yolcu geçişine uygun büyüklükte döner kapılarla değiştirilmesi sayesinde ısı kayıpları minimuma indirilebilir. Öncelikle mevcut durumdaki ısı kayıpları ve bu kayıplar nedeniyle oluşan doğalgaz ve elektrik tüketimleri hesaplanarak, döner kapı olması durumunda sağlanabilecek tasarruf için analiz yapılır.

Yoğun geçişlerin yaşandığı havalimanlarına özel tasarlanan döner kapıların, uygun tipte ve boyutta olanı seçilerek dizayn yapılabilir, proje maliyeti, fizibilite raporu ile kıyaslanarak İstanbul gibi şehirlerde projenin maksimum 3 yılda geri dönüşü sağlandığı görülebilir.



Şekil 6.1 Otomatik döner Kapı Uygulama Örneği

Döner kapı seçiminde gözönüne alınması gereken hususlar;

1-)Saatte geçen ortalama kişi sayısı,

2-)Dizayn uyumu,

3-)X-ray ve kaldırım alanlarında engel teşkil etmemesi,

4-)Bavul ve bavul taşıyıcı ekipmanların geçişinde zorluk yaşanmaması,

5-)Engelli yolcu geçişine uygun dizayn,

6-)Gerekli güvenlik önlemlerine sahip olması,

7-)Acil durumlarda iç kısımdaki seperatörün kayar kapı olması sayesinde direk çıkışı sağlaması

8-)Kullanılacağı mekanda yükseklik ve çap ölçülerinin uygun olması

9-)Yolcuların temas edebileceği cam seperatörün et kalınlığı

10-)Bagaj taşıyıcı darbelerine karşı kanatlarda özel önlem alınabilmesi

11-)Hava Perdeleri debileri, perdeleme yüksekliği ve elektrik ısıtıcı kapasiteleri

12-)Dış cephe konstrüksiyonu ile aynı RAL kodunun kullanılabilmesi

Özellikle İstanbul şartlarında Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında soğuk havaya ek olarak Terminalin giriş ve çıkış kapılarının olduğu yerden gelen kuvvetli rüzgar, konforu engelleyebilir. Mevcut klima santralleri maksimum üfleme sıcaklık ve debilerinde dahi olsa, saatte 5-10 km hızla içeri giren 3-6 °C havayı konfor değerlere getirmek mümkün değildir.

Çizelge 6.5 İstanbul için Ortalama Sıcaklıklar

İSTANBUL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)											
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.1	6.0	7.9	12.2	16.9	21.7	23.9	23.8	20.1	15.7	11.4	8.1

Bir Havalimanı İşletmesinde yapılan Örnek Fizibilite çalışması aşağıdaki gibidir;

Kayar kapı varken;

Uygulama yapılan tesis için Isıtma amaçlı 1 kwh enerji üretimine karşılık gelen doğalgaz tüketim miktarı 0,116 m³tür (m³Doğalgaz/ kWh Isıtma). Aynı tesis için doğalgazın güncel birim fiyatı 0,78 TL/m³ kabul edildiğinde;

Çizelge 6.6 Örnek Bir Kayar Kapı Uygulamasında Enerji Kaybı

Kış Mevsimi Ort. Dış Hava sıcaklığı	8.1	°C		
Ölçülen Sıcaklık	-3	°C		
Bağıl Nem	90	%		
ΔEntalpi	15.5	kJ/kg		
ΔT	26	°C		
Ortalama Rüzgar Hızı	5.04	km/h		
4 kapının açılan yüzey alanı	22	m ²		
Sızıntı ile hava akış debisi	110.880	m ³ /h		
	135.938,88	kg/h	Standart havanın yoğunluğu, 1.226 kg/m ³ kabul edilmiştir.	
Isı Kapasitesi	2.107.052,00	kJ/h	Mevcut şartlara göre Entalpi; 15,5 kJ/kg kabul edilmiştir.	
	504.079,42	kcal/h	= 586,1388 kW	
Kabul Edilen Süre	262.5	h	30x2.5x(14saat/gün)*0.25	
Isıtma Enerjisi	153.861,43	kwh		
Doğalgaz	17.847,92	m ³	İşletmenin hesap edilmiş, kabul edilen doğalgaz tüketimi : 0,116 m ³ doğalgaz /kWh ısıtmadır.	
Doğalgaz Tutarı	13.921,38	TL	İşletmede doğalgazın güncel birim fiyatı 0,78 TL/m ³ kabul edilmiştir.	

Otomatik Döner Kapı uygulanırsa;

Çizelge 6.7 Otomatik Döner Kapı Uygulanması durumunda ısı kaybı

Kış Mevsimi Ort. Dış Hava sıcaklığı	8.1	°C		
Ölçülen Sıcaklık	-3	°C		
Bağıl Nem	90	%		
Δ Entalpi	15.5	kJ/kg		
ΔT	26	°C		
Ortalama Rüzgar Hızı	0.9	km/h		
4 kapının açılan yüzey alanı	0.44	m ²		
Sızıntı ile hava akış debisi	396	m ³ /h		
	485,49	kg/h	Standart havanın yoğunluğu, 1.226 kg/m ³ kabul edilmiştir.	
Isı Kapasitesi	7525,09	kJ/h	Mevcut şartlara göre Entalpi; 15,5 kJ/kg kabul edilmiştir. (1 kcal = 4,18 kJ)	
	1800.26	kcal/h	= 2.0933 kW/h (1 kW = 860 kcal)	
Saat	262,5	h	30x2.5x(14saat/gün)*0.25	
Isıtma	549,49	kwh		
Doğalgaz	63,74	m ³	İşletmenin hesap edilmiş, kabul edilen doğalgaz tüketimi : 0,116 m ³ doğalgaz /1 kWh ısıtmadır	
Doğalgaz Tutarı	49,71	TL	İşletmede doğalgazın güncel birim fiyatı 0,78 TL/m ³ kabul edilmiştir.	
Yeni Otomatik Döner Kapı Maliyeti (İşçilik, Hava Perdesi ve İnşai İşler Dahil)				
Kapı adedi	4	pcs.		
Birim Fiyat	20.000	TL		
Toplam Fiyat	80.000	TL	(Yerli Üretim)	

Çizelge 6.8 Örnek Otomatik Döner Kapı Uygulama Fizibilitesi

	Birim	Değişim Öncesi Kayıp/Yıl	Değişim Sonrası Kayıp/Yıl	Önlenen Kayıp/Yıl	Toplam Maliyet
4 adet Kayar kapının değişimi	TL	13.921,38	49,71	13.871,67	80,000

Kayar kapı ile otomatik döner kapı arasında işletmesel yükün gözardı edilebilecek boyutta olması, ek eleman ve bakım periyodu getirmemesi nedeniyle;

Basit geri ödeme süresi yöntemine göre;

80,000.00 TL

GÖS = ----- = 5,76 yıl olup

13.871,67 TL/yıl

Yaklaşık 5,5 yılda yatırımın geri ödemesinin gerçekleşeceği görülmektedir. Elektriksel kazanımlar ve sene boyu ısı kayıp/kazançları ihmal edilmiştir. Sadece direk rüzgar vasıtasıyla kapıdan giren soğuk havanın etkisi gözönüne alınmıştır. Bu tez çalışmasında yer alan uygulamalar için hazırlanan “Çizelge 8.1’deki Net Bugünkü Değer fizibilite tablosunda” bu proje de ayrıca hesaba katılmıştır.

6.2.5 Aydınlatma Sistemleri

6.2.5.1 HVAC ve Aydınlatma Otomasyonu

Terminal dizaynı sırasında mutlaka ele alınması gereken otomasyon sistemleri kurulumu, enerji tasarrufu önlemlerinin başında gelmelidir. Otomasyon sisteminin kurulu olmasından ziyade etkin kullanılabilmesi çok önemlidir. Dolayısıyla öncelikle sistem kurulurken uluslararası standartlar kadar yerel ve bölgesel konfor beklentileri de gözönünde bulundurularak doğru set değerleri girilebilmelidir. HVAC sistemleri için otomasyon sisteminin varlığı, özellikle set edilen mahal sıcaklıklarına göre doğru frekansta ve doğru sayıda ekipmanın çalışmasını sağlamaktadır. Bunun dışında mahallerin kullanılmadığı, herhangi bir şartlandırmanın gerekmediği saatlerde zaman programlarının uygulanabilmesi, yıllık çok ciddi tasarrufu getirmektedir. Aynı zamanda fark basınç sensörleri kullanımı sayesinde özellikle Klima Santrallerindeki kirlilik alarmlarına göre filtre kirliliklerine müdahale edebilme, mahallere istenilen debilerin gitmesini sürdürülebilir kılacak ve gereğinden fazla soğutma veya ısıtma ihtiyacı doğmasına engel olacaktır.

HVAC sisteminde otomasyon, doğru sayıda, doğru devirde, istenilen set değerlerine göre bir sistem çalışmasını sağlamakla kalmayıp, arıza ve durum bilgilerinin izlenebilirliğini ve arızalara çok kısa sürede müdahale edebilmeyi de sağlamaktadır.

İç Ortam Sıcaklıkları, ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Standart-55 kriterlerine göre işletme sıcaklık set değerleri aşağıdaki tabloda örnek olarak gösterilmiştir.

Binaların uluslararası ısıl konfor standartları olan ISO7730 ve ASHRAE standartlarına göre düzenlenmesi tercih edilmelidir.

Çizelge 6.9 Sıcaklık ve Nem Konfor Değerleri [22]

Şartlar	Bağıl Nem	Kabul edilen işletme sıcaklıkları	
		°C	°F
Yaz Mevsimi	30%	24,5-28	76-82
	60%	23-25,5	74-78
Kış Mevsimi	30%	20,5-25,5	69-78
	60%	20- 24	68-75

İstanbul şartlarında bir havalimanı işletmesi örnek olarak alındığında sıcaklık şartları genel olarak 22 (-2 / +2)°C olarak detaylandırılabilir. Ancak havalimanı işletmeciliği tecrübeleri ile elde edilen konfor set değerlerini, Yaz mevsiminde 23°C, Kış mevsiminde ise 24°C olarak söyleyebiliriz. Tabii ki havalimanı gibi bina işletmelerinde, kışın paltosu ile içeri giren bir yolcunun uzun süre kıyafetleri üzerinde hareket etmesi ile aynı anda bina içinde çalışan bir personelin gömlek-cekete ile çalışıyor olması, sıcaklığın farklı algılanmasına neden olacaktır.

Aynı anda sıcak ve soğuk şikayeti ile karşılaşmak çoğu zaman mümkündür. Ancak yapılabilecek en doğru hareket uluslararası standartlar, işletme şartları ve genel yolcu konforunun dikkate alınarak sistemin kurulmasıdır.

Genel olarak kabul edilebilecek set değerlerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;

Yaz mevsimi iç mahal sıcaklıkları:

- Yolcu bekleme salonları : 22°C (-2,+2)
- Büro, dükkan vb. hacimler: 22°C-24°C
- Kafeterya, toplantı salonları vb. hacimler: 23°C - 25°C

- Giriş ve Lobby'ler : 25°C-27°C
- Bilgi İşlem, UPS odaları: 22°C-30°C
- Mutfak 26°C-28°C
- Personel Soyunmaları 26°C-28°C

Isıtma, soğutma ve havalandırma yapılan mahallerde dizayn yapılırken izafi nem DIN 1946'ya uygun olarak %50 civarında (%50-%60 arasında)tutulmalıdır.

Havalandırma sistemlerinde kişi başına taze hava ihtiyacı ise [23] yolcu bekleme alanlarında minumum 30m³/h olmalıdır. Restaurant- Ofis ve VIP mahallerinde 50 m³/h düşünülmelidir. Koridor ve asansör lobilerinde ise 20 m³/h olarak hesaplanabilir.

Takribi hava değişim katsayıları ise [24]

- Yolcu bekleme salonları : 4-8 defa/saat
- Bürolar : 3-6 defa/saat
- Toplantı Salonları : 6-8 defa/saat
- Dükkanlar : 6-8 defa/saat
- Restoranlar: 6-8 defa/saat
- Mutfaklar (Yükseklik:3 m-4m): 30-40 defa/saat
- WC'ler : 10-15 defa/saat (Yolcu yoğunluğu olan yerlerde, ideali 15 almaktır.)
- Soyunma mahalleri : 3-6 defa/saat olarak belirlenebilir.

Tabii ki soğutma yüklerine bağımlı olarak gerçek hava değişim sayıları normalleştirilir.

Havalandırma ve klima sistemi uygulanan mahallerde müsade edilen ses seviyeleri ise;

VDI 2081 ve DIN4109 standartlarına göre [25]

- Yolcu bekleme salonları : 40-50 dB (A)
- Görüşme odası : 35 dB (A)
- Küçük Büro : 40 dB (A)
- Büyük hacim bürosu : 45 dB (A)

- Restoranlar : 40-45 dB (A)
- Mağazalar : 40-60 dB (A)
- Konferans Salonları : 30-35 dB (A)

Havanın filtrelenmesi ile ilgili standartlar ise [26]

Havalandırma sistemlerinde Taze Hava girişinde EU7 sınıfı ince filtreler (torba filtreler) kullanılmalı, bu filtrelerin öncesinde EU3-EU4 rollband filtreler ile ön filtreleme yapılmalıdır. Ayrıca uçak egzost gazlarının binaya girmemesi için aktif karbon filtresi öngörülmelidir. Filtre alımlarında EN779:2012 Standardına göre satınalma yapılmasına özen gösterilmelidir.

6.2.5.2 Zaman Programı, Sensör ve Hareket Dedektörü Uygulamaları

Havalimanı işletmelerinin, HVAC uygulamalarında otomasyon sisteminin de desteği ile zaman programı kullanması, işletme şartları gereği kaçınılmazdır. Sebebi ise terminalin birçok bölgesinde farklı çalışma saatlerinin bulunmasıdır. 7/24 personelin ve/veya yolcunun olduğu mahaller olduğu gibi günün belli saatlerinde, haftanın belli günlerinde faal olmayan bölgeler de olabilmektedir. Ve bu bölgeler zaman zaman farklı uygulama ve nakiller sebebiyle değişebilmektedir. İşletmenin bu sebeple güncel mahal kullanımlarını ve saat aralıklarını bilip, HVAC zaman programları listesi oluşturması gerekir. Bu sayede gereksiz ısıtma-soğutma ve havalandırma yapılmasının önüne geçilerek enerjinin israf edilmesi engellenir.

Örnek bir uygulamada; işletmenin belli saatlerde kullanılmadığı bölgelerde (gece saatleri gibi) mevcut zaman programı uygulamasına 82 adet farklı ekipman ile ilaveler yapılması ile $319.648 \text{ kWh/yıl} \times 0,28 \text{ TL/kWh} = 89.501 \text{ TL/yıl}$ tasarruf edildiği görülmüştür.

EKİPMAN	ETKİLEDİĞİ MAHAL	DURUŞ	START	ZAMAN PROG.	GÜCÜ (KW)	KAPALI KALDIĞI SÜRE	TASARRUF EDİLEN TOPLAM KW/SAAT
---------	------------------	-------	-------	----------------	--------------	---------------------------	---

Bu değere ulaşabilmek için zaman programı uygulanan ekipmanlar yukarıda verilen başlıklara göre listelenir. Bu listeye Ekipmanların elektrik güçleri yazılır. Frekans invertörlü olmayan ekipmanlar için, yıl boyunca kapalı kaldıkları süre x elektrik gücü toplam tasarrufu verecektir. Listedeki tüm ekipmanlara ait tasarrufların toplamı ise bize yıllık net kazancı verir.

Otomasyon sistemi var olan bir işletme için 4 Adamsaat maliyeti dışında bir maliyet bulunmamaktadır. (İhmal edilebilir)

Aynı şekilde WC'lerde vb. sürekli kullanımı olmayan yerlerde harekete duyarlı aydınlatma sensörlerinin kullanılması, yürüyen bantlarda yine üzerinde şahıs olmadığı zaman uyku moduna girilmesini sağlayacak sensör uygulamaları enerji verimliliği için elzemdir.

Havalimanı gibi güvenliğin çok önemli olduğu işletmelerde bazı özel durum ve yerlerde aydınlatma için hareket dedektörü kullanılmayabilir. Dolayısıyla kullanılan sistemlerde optimum seçimlerin yapılması gerekir.

6.2.6 Trijenerasyon Tesisi Kurulumu

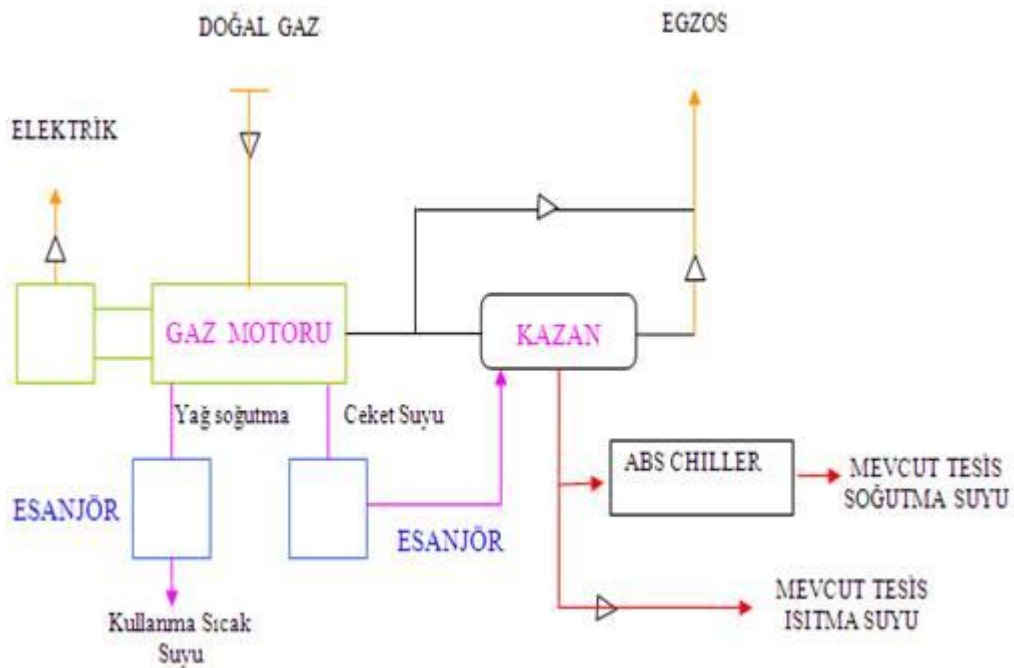
Kojenerasyon, enerjinin hem elektrik hem de ısı formlarında aynı sistemden beraberce üretilmesidir. Kojenerasyon sistemlerinde motor ceket suyu ve egzoz gazından elde edilen ısı enerjisi genellikle iklimlendirme, sıcak su, buhar veya kızgın su – kızgın yağ üretiminde kullanılır. Yaz mevsiminde genellikle ihtiyaç duyulan ısı miktarı daha düşüktür, bu durumda elektrik üretim prosesinden açığa çıkan atık ısı absorpsiyonlu chiller vasıtasıyla soğutma enerjisine dönüştürülür. Bu geliştirilmiş kojenerasyon prosesine trijenerasyon denilir.

Trijenerasyon tesisi; elektrik, ısıtma ve soğutma enerjilerinin aynı sistemden beraberce üretilmesini sağlayan modern bir enerji üretim şeklidir. Basit çevrimde çalışan, yani

sadece elektrik üreten bir gaz türbini ya da motoru kullandığı enerjinin %30-40 kadarını elektriğe çevirebilir. Bu sistemin kojenerasyon şeklinde kullanılması halinde sistemden dışarıya atılacak olan ısı enerjisinin büyük bir bölümü tekrar kullanılabilir enerjiye dönüştürülerek toplam enerji girişinin % 70-90 arasında değerlendirilmesi sağlanabilir.

Temel olarak elektrik enerjisi üretimi işlemi; kullanılan yakıtın yanmasıyla mekanik enerjinin oluşması sağlanır. Bu mekanik enerjide jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüşmesidir. Bu işlem esnasında oluşan yanma sonucu yan ürün olarak 400 - 500 °C sıcaklıktaki egzost gazı ve motorun soğutmasında kullanılan ceket suyunun ısıması sonucu 80-100 °C sıcaklıkta sıcak su elde edilir. Elde edilen bu atık ısılar, ısı eşanjörlerinden ve kazanlardan geçirilerek buhar veya sıcak su elde edilmekte kullanılırlar.

Sistemin sıcak su ihtiyacı egzost hattı ve ceket suyu soğutma sistemi üzerine monte edilmiş olan kazan ve plakalı ısı eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Proses ısıtma ve soğutma sistemi için gerekli olan sıcak ve kızgın su kaynakları bu plakalı ısı eşanjörleri ve kazanlar tarafından üretilmektedir.



Şekil 6.2 Trijenerasyon Tesisi Sistem Akış Şeması

Trijenerasyon tesisinin sağladığı yararlar işletmeye, ülke ekonomisi ve çevreye sağladığı yararlar açısından ayrı ayrı değerlendirilebilir.

Sisteme sahip işletmeler, ülke şartlarında bu sisteme sahip olmayan rakip işletmelere göre daha avantajlı durumda bulunurlar. Trijenerasyon tesislerinin en büyük üstünlüğü, gereksinim duyulan enerji türlerini istenildiği zaman ve miktarda üretebilmesidir. Günün değişen saatlerinde ve üretim yapan işletmelere gelen talebe göre ihtiyaç duyulan enerji miktarında farklılıklar olmaktadır. Gerekli kapasitenin doğru belirlenmesiyle sistem sayesinde işletme tüm ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir.

Günümüz artan rekabet koşullarında, işletmelerin kendi enerjilerini kendilerinin üretebilmesi yani dışa bağımlı olmaması büyük kazanımlar sağlamakta ve verimliliği artırmaktadır. Şebeke şartlarına ve altyapısına bağımlı kalmadan ve iletim hatları kayıpları olmadan enerji üretilir. Ayrıca üretilen enerjideki kalite ve devamlılık sistemin diğer bir üstünlüğüdür; elektrik kesilmesi, frekans ve voltajdaki düzensizliklerin hertürlü makina ve elektrikli aletlere vereceği hasarlar ortadan kalkmış olmaktadır.

Trijenerasyon tesislerine yapılan kredi harcamaları uzun vadede geri ödemeli olduğu için enerji daha ucuz elde edilmektedir. Bu sistemlerin fizibilite çalışmalarında basit geri ödeme süresi çoğu zaman 1 ila 4 yıl arasında çıkmakta ve daha uzun süreli bir finansman ile kurulduğu ilk günden itibaren yatırımcısına kazanç olarak geri dönmektedir.

İşletme ihtiyaç duyduğundan fazla enerji ürettiği takdirde, gerekli lisans ve sözleşmeleri yapılarak ihtiyaç fazlası enerji satılabilir. Enerji maliyetlerinin düşmesi işletmeye nihai üründe fiyat avantajı sağlayacak ve rekabet gücü verecektir.

Küçük güç ve boyutlarda inşa edilebildiğinden, daha küçük ve yerel şirketlerce kurulup işletilebilmektedir. Geleneksel elektrik üretiminde elektrik enerjisinin uzak mesafelere naklinde önemli miktarlarda kayıplar oluşmasına karşın yerel elektrik üretimi sağlayan bu tesislerde nakil kayıpları ortadan kalkmaktadır.

Sistem enerjinin dönüşümü ve kullanımında verimliliği artırarak üretim maliyetlerinin düşmesiyle birlikte küresel ekonomik şartlarda ülke ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Üretim tesislerinin çeşitliliğini artırıp, endüstriyel ve ticari kuruluşlara üretimde rekabet gücü sağlamaktadır. Bu sistemler gelişip yaygınlaştıkça yeni yatırım ve iş olanakları sağlanmaktadır.

Birincil enerji kullanımındaki yüksek verimlilikten dolayı, yerel ve ithal enerji

kaynaklarından tasarruf sağlanmaktadır. Trijenerasyon tüm dünyada geleneksel merkezi üretimden daha temiz bir seçenek olarak kendini kanıtlamış bir teknolojidir. Küresel pazardaki uzun vadeli geleceği, tek bir yakıt biriminden işletmesel, mali ve çevresel yararlar sağlandığı için sağlamdır.

Trijenerasyon tesislerinde gaz motorları bacasından çıkan egzoz gazlarından faydalandığından karbondioksit emisyonları oldukça düşüktür. Klasik elektrik üretim sistemlerinde oluşup atılan atık ısıyı kullanarak, bu ısının ekolojik denge üzerinde oluşturduğu zararlı etkilerini azaltır.

Örnek bir havalimanı işletmesinde uygulanan Trijenerasyon tesisinde, uygulama sonucunda Proje maliyet geri dönüşü yaklaşık 3 yıl 10 ay olarak gerçekleştiği görülmüştür. Trijenerasyon yatırımı öncesi fizibilite çalışmalarında ele alınması gereken parametreler aşağıdaki gibi örneklenmiştir;

Aşağıdaki çizelgede fizibilite değerleri, şirket verilerini de içermesi nedeniyle girilmemiştir. Sadece Trijenerasyon fizibilitesinde dikkate alınan parametrelerin görünmesi için örnek olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.10 Örnek Bir Trijenerasyon Tesisi Fizibilite Tablosu

ORTAK DEĞERLER
Yıllık Çalışma
Döviz kuru (güncel)
Doğalgaz Yakıt fiyatı (güncel)
Tedarikçi Firma Doğalgaz Fiyatı
Doğal gaz alt ısı değeri
Tedarikçi Firma Elektrik fiyatı (güncel)
Tedarikçi Firma Elektrik Fiyatı
Varsa Tedarikçi Firma Kira Bedeli
Tedarikçi firmaya elektrik fazlası satış fiyatı
Yağlama yağı bedeli
İşletme elektrik talebi (min)mevcut
İşletme elektrik talebi (max)mevcut
İşletme elektrik talebi (ortalama)mevcut
İşletme elektrik talebi (Gerçek senaryo ort)
Ortam sıcaklığı
Rakım
İHTİYAÇLAR
ELEKTRİK
Yıllık Elektrik Enerjisi İhtiyacı(MİN)mevcut
Yıllık Elektrik Enerjisi İhtiyacı(MAX)mevcut
Yıllık Elektrik Enerjisi İhtiyacı(ORT)mevcut

Çizelge 6.11 Örnek Bir Trijenerasyon Tesisi Fizibilite Tablosu (Devamı)

Yıllık Elektrik Enerjisi İhtiyacı(Varsa Ek Tesisler)(ORT)
TOPLAM İHTİYAÇ (Gerçek senaryo)(ORT)
KOJEN ÖNCESİ ELEKTRİK İÇİN ÖDENEN TUTAR
GERÇEK SENARYOYA GEÇİŞ İLE ELEKTRİK İÇİN ÖDENECEK TUTAR
ISITMA
Nominal ısıtma gücü (kış)
Diversite
Isıtma günü
Ortalama ısıtma ihtiyacı
1 kWh sıcak su için gaz tüketimi
ISITMA İÇİN ÖDENEN YAKIT BEDELİ
SOĞUTMA
Nominal soğutma gücü(yaz)
Diversite
Soğutma günü
Ortalama soğutma ihtiyacı
Toplam soğutma için elektrik tüketimi
SOĞUTMA İÇİN ÖDENEN ELEKTRİK BEDELİ *
KOJENERASYON ÖNCESİ ENERJİ İÇİN TOPLAM ÖDEME
(YENİ SENARYO)KOJENERASYON ÖNCESİ ENERJİ İÇİN TOPLAM ÖDEME
ISITMA GÜNLERİ İÇ İHTİYAÇ TÜKETİMİ
SOĞUTMA GÜNLERİ İÇ İHTİYAÇ TÜKETİMİ
TOPLAM İÇ İHTİYAÇ TÜKETİMİ
KAPSAM FİYAT
MOTOR ÇIKIŞ GÜCÜ
Toplam elde edilen elektrik Üretimi sırasında kWh bazında gaz sarfiyatı
Senelik yakıt sarfiyatı
ÜNİTE SAYISI
TOPLAM YAKIT GÜCÜ
TOPLAM Elektrik GÜÇ
ISIL GÜÇ KAZANIMI /ISITMA(KIŞ)
ISIL GÜÇ KAZANIMI/SOĞUTMA (YAZ)
ISIL GÜÇ KAZANIMI/ (ılık-sıcak su)ISITMA (YAZ)
ISI ENERJİ ÜRETİMİ (ISITMAYA KATKI)
İHTİYACI KARŞILAMA ORANI(KIŞ)
KOJENERASYON SONRASI İLAVE ISITMA
ISI ENERJİ ÜRETİMİ (SOĞUTMAYA KATKI)
İHTİYACI KARŞILAMA ORANI(YAZ)
KOJENERASYON SONRASI İLAVE SOĞUTMA
YILLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ
İÇ İHTİYAÇ TÜKETİMİ
YILLIK İÇ İHTİYAÇ TÜKETİMİ
YILLIK NET ÜRETİM
İHTİYACI KARŞILAMA ORANI(elektrik)
ELEKTRİK VERİM

Çizelge 6.12 Örnek Bir Trijenerasyon Tesisi Fizibilite Tablosu (Devamı)

BİRİM GİDERLER
YAKIT SARFIYATI
BAKIM ANLAŞMASI FİYATI
YAĞLAMA YAĞI SARFIYATI
GİDER TUTARLARI
Tedarikçi firmadan Alınan Elektrik
Tedarikçi firma hat kullanım bedeli
İlave Isıtma için harcanan gaz bedeli
YAKIT GİDERİ
BAKIM&ONARIM
YAĞLAMA YAĞI
PERSONEL GİDERİ
TRİJENERASYON İHALE BEDELİ
KOJENERASYON SİSTEM BİNASI
KUVVET SANTRALI VE İÇ HATLAR YERALTI KABLO KANALI
İÇ HATLAR KABLO MONTAJI
TEDARİKÇİ FİRMA TARAFI YAPILACAK İŞLER
İGDAŞ - DOĞALGAZ İSTASYONU İÇİN YAPILACAK İŞLER
TOPLAM SABİT GİDERLER
KOJENERASYON SONRASI ENERJİ TEMİN ÖDEMESİ
SOĞUTMADAN ELDE EDİLEN KAZANIM
Varsa; Satılacak elektrik bedeli
Varsa; Tedarikçi Firmaya Satılacak Elektrik
TOPLAM GİDER
MOTORLARIN TAM ÇALIŞMA DURUMU (TAM KAPASİTE)
BİRİM ELEKTRİK MALİYETİ (Herşey dahil)
BİRİM ELEKTRİK MALİYETİ (Tam Isı kullanımsız)
YILLIK KARLILIK
İŞLETME SÜRESİNCE TOPLAM KARLILIK

Günümüzde enerji salımının önemi petrol kaynaklı yakıt fiyatlarının yükselmesi sebebiyle belirgin şekilde artıyor ve işletmelerin kaynaklarını etkin biçimde değerlendirmesi kaçınılmaz oluyor.

İşletmelerin atık enerjilerinin değerlendirilmesi için kullanılan absorpsiyonlu su soğutma, ülkemizdeki uygulamalara bakıldığında yeni, ancak teori ve ilk uygulamaları dikkate alındığında uzun zamandır bilinen bir sistemdir.

Absorpsiyonlu su soğutma grupları, tasarım özellikleri, ozon tabakası ile dost, işletme giderlerini azaltarak karlılığının artırılmasında yardımcı, düşük bakım giderleri ile Türkiye pazarında yerini hızla almaktadır.

Sistemin Teorisi:

Absorbsiyonlu su soğutma düşük sıcaklıkta suyun kaynatılması, diğer ifade ile "evaporasyonu" sayesinde alçak enerji seviyesindeki kaynağın ısısının alınması esasına dayanır.

Yirmi - yirmi beş yıl öncesine kadar soğutucu cihaz seçimi, sonucu önceden tahmin edilecek şekilde, piston kompresörlü veya santrifüj kompresörlü; hava veya su soğutmalı kondenserli olarak yapılıyordu.

Bu grupların tamamının enerji kaynağı elektrik, soğutucu gazları CFC veya HCFC bileşenli FREON gazlarıydı. 1970'lerde petrol krizinin yol açtığı büyük değişim, projeci ve tasarımcıların işini zorlaştırmaya başladı. Daha sonraki yıllarda enerji fiyatlarındaki sürekli yükseliş ve artan talep karşısında dikkatler yeni arayışlara çevrildi.

Böylece cihaz seçiminde dikkat edilmesi gereken özellikler, seçimleri sınırlamaya, enerjinin daha ekonomik kullanımını zorunlu hale getirmeye başladı.

KOJENERASYON uygulamalarında elektrik enerjisi ile birlikte üretilen ısı enerjisinin, mevcut tesisin kış aylarında ısıtılmasında, yaz aylarında ise soğutulmasında kullanılabilir olması dikkatleri ABSORBSİYONLU SOĞUTMA GRUPLARI üzerinde yoğunlaştırmaya başladı. Bu gruplarda soğutucu akışkan olarak "SU" kullanılıyordu.

Bu tip gruplar Carrier'ın kurucusu Dr. Willis Carrier'in 1940-1950 'li yıllarda buhar enerjisi ile çalışan, soğutucu akışkan olarak FREON GAZLARI yerine LİTYUMBROMÜR ve SU kullanılan bir cihaz tasarlaması ile popüler oldu.

Vakumda tutulan tank içine sprey halinde püskürtülen ve +3 °C 'de buharlaştırılan su, boru demeti içinden geçen suyu soğutur. Ancak buharlaşma, tank hacmi doluncaya dek sürdürülebilir.

Gerekli hacmi tekrar sağlayabilmek için su buharının bir çeşit tuz yardımı ile emilmesi gerekir.

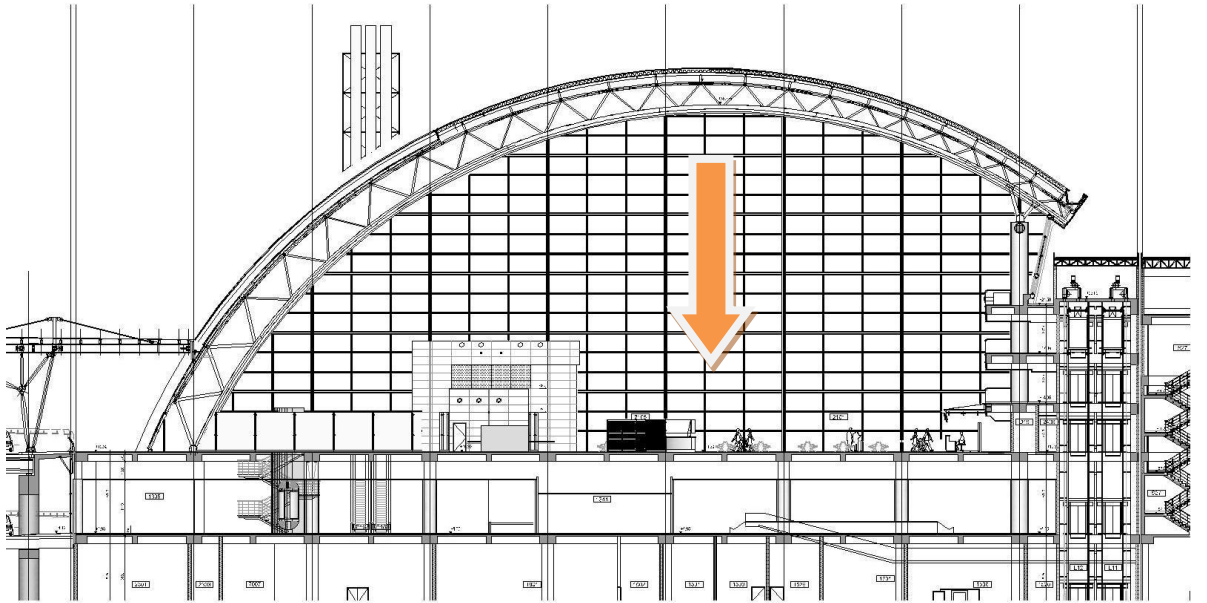
Çevrimin sürdürülmesi tuzun ve suyun tekrar kullanılabilmesine bağlıdır. Tuz ısıtıldığında içerdiği suyu bırakır.

Ancak bu uygulamaların verimli olabilmesi için inşai izolasyonların, hacimler arası geçişlerin, şaft boru ve kanal çıkışlarının sızdırmazlığının ideal olması gerekmektedir. Bu ideal şartlar her zaman sağlanamadığı için de tavan arasından emiş yaptığınızda şartlandığınız havadan yararlanamamakta ve gereksiz fazla ısıtma veya soğutma enerjisi harcanmaktadır.

Ayrıca boş menfez iklimlendirilmiş havanın tavan arasına kaçışını hızlandırmakta ve mahal içindeki kayıpları arttırmaktadır. Kullanılan ekipmanın hava debisi, ısı kapasitesi, tavan arası ve mahal sıcaklık farklılıkları ile çalışma saatleri gözönüne alınarak uygulanan adede göre tasarruf hesap edilebilir.

6.2.7.2 Tonozlarda Biriken Sıcak Havanın Aşağıya Yönlendirilmesi

Havalimanı terminalleri dizaynında çoğunlukla yüksek tavan uygulanmaktadır. Örnek bir havalimanında Kış mevsiminde, tonoz tepe noktasından aşağıya inişte yapılan ölçümlerde, her 5 metrede 1°C sıcaklık düştüğü görülmüştür. (Isınan havanın yukarı hareketi nedeniyle). Bu durumda kurulacak bir sistemle yukarı çıkan ve kayıp olarak görünebilecek ısının tekrar aşağıya yönlendirilmesi, hava katmanlarının karıştırılmasını sağlayacak ve ortalama sıcaklığın istenen seviyelere gelmesini sağlayacaktır.



Şekil 6.5 Tonoz Yapılarda Kış Mevsiminde Isı Değişim Yönü

6.2.7.3 Hava Soğutmalı Yerine Su Soğutmalı VRV sistemleri

Terminal içinde özellikle Duty Free alanları gibi bölgelerdeki yüksek ısı kazançlarını yenecek, bakım yükünü arttırmayacak, mimari uygunsuzluklardan etkilenmeyecek, etkin enerji uygulamalı bir soğutma sistemi kurulumu araştırmasında Su Soğutma VRV sisteminin enerji verimliliğinin oldukça fazla olduğu görülmektedir. Özellikle yüksek kapasitelerde, dış ünite fanlarının hava ile soğutulması durumunda yüksek elektrik gücü tüketen fanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Su soğutmalı sistem tercihinde ise sadece soğutma amaçlı suyun sirkülasyonu yeterli olacaktır. Bu projenin gerçekleştirilmesi için suyun sürekli temin edilebileceği deponun varlığı, tesisat dış ünitelere göre çekilmesi gibi gereklilikler bulunmaktadır.



Şekil 6.6 Örnek Su soğutmalı VRV dış ünite uygulaması

Örnek Su soğutmalı VRV dış ünite uygulaması:

Örnek uygulamada terminal içindeki geniş alana sahip mağazaların soğutma ihtiyacının 1.392.000 Btu/h olduğu hesaplanarak 14 adet 10 HP dış ünite ihtiyacı belirlenmiştir

Bu kapasite için 2 farklı teklif hazırlandığında;

Hava Soğutmalı VRV sistemi malzeme + işçilik = 101.555 Euro + KDV

Su Soğutmalı VRV sistemi malzeme + işçilik = 95.000 Euro + KDV (Tesisat malzeme ve işçilik dahil) olduğu görülmüştür.

Su soğutmalı dış ünitelerde her biri için; 2 adet Hidrometre, 2 adet termometre, 1 adet

2 yollu motorlu vana, 1 adet balans vanası, 1adet flowswitch, 2 adet kompensatör, 1 adet pislik tutucu, 1 adet boşaltma vanası ve 2 adet küresel vanadan oluşan tesisat montajı yapılması gerekmektedir.

Her bir dış ünite arasındaki soğutma konumunda güç ihtiyaçları farkının saatte 1,39 kW olduğu ve tüm dış üniteler için bu farkın;

14 adet x 1,39kW = 19,46 kW olacağı hesaplanmıştır.

Su soğutmalı dış ünitelerde su sirkülasyonunu sağlayacak 1 Asıl + 1 yedek olacak şekilde sirkülasyon pompası seçilmiştir.

Her bir dış ünitenin ihtiyacı olan 5 m³ soğutma suyu debisi gözönüne alınarak (14adet x 5 m³ = 70 m³) pompa kapasitesi belirlenmiştir. Tesisat kayıplarına göre basma yüksekliği de belirlenmiştir. Bu pompanın saatlik çalışmada elektrik ihtiyacının 7,5 kW olduğu görülmüştür.

Bu klimaların kullanıldığı mahallerde 365 gün x 24 saat soğutma ihtiyacı olduğu ve dış ünitelerin sürekli çalışmayacağı gözönüne alınarak; (çalışma faktörü : 0,5 kabul edilmiştir.)

365gün x 24 saat x 19,46 kW x 0,5 = 85234,8 kWh

Hava ve su soğutmalı dış üniteler arası yıllık elektrik tüketim farkı = 85.234,8 kWh bulunur.

Su soğutmalı dış ünitelerde ilave olarak sirkülasyon pompasının frekans invertörü ile çalışmasından kaynaklı elektrik tüketimi ise;

7,5 kW x 24 saat x 365 gün x 0,7 = 45.990 kWh hesaplanabilir. %30 invertör kaynaklı verimlilik kabul edilmiştir.

Su soğutmalı dış ünite tercihinin yapılması durumunda toplam yıllık tasarrufun

39244,8 kWh olacağı öngörülebilir.

BEDAŞ elektrik birim fiyatı= 0,28220540 TL/kW

Tasarruf edilen elektrik enerjisi = 39.244,8 kWh/yıl

Tasarruf edilen tutar = 11.075 TL/yıldır.

Enerji tasarrufu yanı sıra yüksek kapasiteli su soğutmalı dış ünitelerin yer sorununun

olmaması ayrı bir avantaj olarak görülmektedir. Bu örnekte, normal şartlarda hava soğutmalı dış üniteler, ısı yükleri nedeniyle kapalı mahal içine konulamamaktadır. Bu da bakır boru metrajlarının daha fazla artmasına neden olacaktır.

Bir diğer avantaj ise bakım periyot ve sürelerinin kısalmasıdır.

Hava soğutmalı VRV dış üniteleri için buldukları ortam nedeniyle, yılda 12 defa gereken bakım, su soğutmalı dış üniteler için yılda 4 defa gerçekleştirilmektedir. Ayrıca 1 dış ünite için hava soğutmalı olursa bakım süresi 90 dakika iken, su soğutmalı olması durumunda 45 dakikaya inmektedir. Seçilen sistemin maliyetinin hemen hemen aynı olması, bakım giderlerinin ve sürelerinin daha kısa olması nedeniyle 11.075 TL/yıl net tasarruf her yıl için gerçekleşecektir.

6.2.7.4 Split Klimalarda Inverter Sistem Tercih

6.2.3 maddesinde bahsedilen invertör sistemlerinin Split Klimalarda da tercih edilmesi özellikle 7/24 çalışan havalimanı işletmelerinde önemli verimlilik sağlamaktadır. Normal sistemlere göre minimum tasarruf %12 civarında olduğu söylenebilir. Tasarruf dışında yılın her günü soğutma ihtiyacı alanların olması ünitelerin ömrünü azaltabilmektedir. Inverter sistem, ihtiyaca göre kapasite ayarı yapabilmesi ve özellikle kompresör kalkışlarında düşük akım çekmesi gibi avantajları ile birlikte cihazlara uzun ömür getirmesi sayesinde tercih edilmelidir.

6.2.7.5 Kazanlardaki Hava-Yakıt Oranının Ayarlanması

Yanma sisteminde hava-yakıt oranı düzenli olarak kontrol edilip ayarlanmalıdır. Kazana verilen fazla hava (veya hava fazlalık katsayısı) mümkün olduğu kadar (bununla ilgili optimum değerler bulunmaktadır.)düşürülmelidir. Buna bağlı olarak, kazandaki verim de artacaktır. Bu çerçevede, bir baca gazı analiz cihazıyla haftalık bazda kazan kontrollerinin düzenli olarak yapılması ve burada ölçülen değerlerin sistemli bir şekilde tutulması önerilmektedir.

Baca gazı sıcaklığının yüksek olması durumunda, bu yüksek sıcaklığın, daha çok kazanın tasarımındaki hatadan kaynaklanması muhtemeldir. Bir ekonomizer ya da hava ısıtıcısının kullanılması ile, baca gazıyla dışarı atılan enerjinin geri kazanılması önerilebilir. [28]

Bacadaki atık oksijen için olması gereken referans değerler;

O₂ : Doğalgaz için %2,2 - 3

CO₂ : Doğalgaz için max. %10,5 - 11,9

CO : Sıfıra yaklaşacak %0 (Varlığı eksik yanmayı işaret eder, kazan patlamalarının sebebi olarak gösterilebilir.)

Fazla hava katsayısı : 1-1,1

Yanma Verimi : %85 ve üzeri olmalıdır.

Emisyon ölçümü, baca çapının 2 ile 8 katı arasında bir noktada, dikey hatta çıkıştaki dirsekten sonra yapılır.

Örnek uygulama aşağıdaki gibidir;

Atatürk Havalimanı işletmesinde tespit edilen ölçümlere göre;



Test cihazı : Testo 330-2LL

Ölçüm sorumlusu : Yetkili Servis

1.Nolu Kazan

Yakıt : Doğalgaz

O₂ ref: %3,0

CO₂ max: %12,0

Ölçülen Baca gazı sıcaklığı : 198,3°C

CO₂ : %10,51

Baca gazı kayıp : %7,9

Hava fazlalık katsayısı : 1,14

O₂ : %2,6

CO : 0 ppm

Seyrelt. CO : 0 ppm

Verim : %92,1

Ortam sıcaklık. : 23,6

Çiğ noktası: 56,4°C

Bu değerler uygun olarak kabul edilse de yakıt-hava oranında kısmi düzeltme sonrası alınan ölçümler aşağıdaki gibidir;

Test cihazı : Testo 330-2LL

Ölçüm sorumlusu : Yetkili Servis

1.Nolu Kazan

Yakıt : Doğalgaz

O₂ ref: %3,0

CO₂ max: %12,0

Ölçülen Baca gazı sıcaklığı : 179,0°C

CO₂ : %10,57

Baca gazı kayıp : %7,1

Hava fazlalık katsayısı : 1,14

O₂ : %2,5

CO : 0 ppm

Seyrelt. CO : 0 ppm

Verim : %92,9

Ortam sıcaklık. : 23,2

Çiğ noktası: 56,5°C

Verimin %92,1'den %92,9'a çıktığı görülmüştür.

Bu kazandaki yıllık yakıt kullanımı =

$$By = \frac{Qh \times Zg \times Zy}{2 \times Hu \times fk} \quad (6.3)$$

Qh : Saatte ısı gereksinimi (kcal/h)

By: Yıllık Yakıt Miktarı (kg/yıl, m³/yıl)

Zg : Günlük çalışma süresi (saat)

Zy : Yıllık çalışma süresi (gün)

Hu: Alt ısı değer (kcal/kg, kcal/m³)

fk: Kazan Verimi (%)

1 no.lu kazan yıllık yakıt kullanımı :

$$By = \frac{2.500.000 \text{ kcal/h} \times 24 \text{ saat} \times 120 \text{ gün}}{2 \times 8500 \text{ kcal/m}^3 \times 0,921}$$

$$By = 459.858 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Tasarruf Edilen Enerji (TEE)} = \text{Yıllık Yakıt Kullanımı (By)} \times (1 - (fa,s / fa,ö)) \quad (6.4)$$

fa,s = Kazanın çalışma verimi (hava-yakıt oranı ince ayar yapıldıktan sonra)

fa,ö = Kazanın çalışma verimi (hava-yakıt oranı yapılmadan önce)

$$\text{TEE} = 459.858 \text{ m}^3/\text{yıl} \times (1 - (0,929/0,921))$$

$$= 3994 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Uygulamanın gerçekleştiği tesis için güncel doğalgaz birim fiyatı= 0,78367265 TL/m³

$$\text{Tasarruf Edilen Tutar (TL)} = 3994 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0,78367265 = 3130 \text{ TL}$$

Anlaşmalı Bakım Servisine ölçümler yaptırıldığı için ek maliyeti bulunmamaktadır.

Hava-yakıt oranı ideale yakın bir kazanda sadece bakım sırasında yetkili servis tarafından ince ayar yapılarak elde edilen net kardır.

Aşağıdaki tabloda örnek bir havalimanında uygulanan armatür değişimi ve elde edilen yıllık kazanç yeralmaktadır

Çizelge 6.13 Bir havalimanı işletmesinde LED aydınlatma dönüşümü

Yapılan İş	Miktar (Adet)	Mevcut Armatür Gücü (W)	Yeni Amatür Gücü (W)	Toplam Tasarruf Gücü (W)
2x26W Downlight armatürlerin LED'li hale dönüştürülmesi	1500	60	20	60,000
Dış Hatlar Çevre Aydınlatmaların LED'li hale dönüştürülmesi	200	250	70	36,000
İç Hatlar Çevre Aydınlatmaların LED'li hale dönüştürülmesi	100	400	150	25,000
Köprü Numaratör aydınlatmaların LED'li hale dönüştürülmesi	798	40	10	23,940
WC aydınlatmalarda LED'li armatür kullanılması	1000	11	6	5,000
Otopak Çatı armatürlerinin kompakt flouresan ampullerle değiştirilmesi	210	125	32	19,530
BHS yüksek tavan armatürlerinin yüksek verimli floresan ampullerle değiştirilmesi	250	400	100	75,000
İç Hatlar Taksi yolu tavan armatürlerinin yüksek verimli floresan ampullerle değiştirilmesi	128	250	216	18,176
4x18W floresan armatürlerin yerine 3x14W Armatür kullanılması	800	72	42	40,800
Günlük 16 saat çalışırsa 1 yılda tasarruf edilen güç miktarı (kWh)				1,772,125 kWh

Toplam Yatırım Maliyeti : 890.302 TL

Toplam yıllık net tasarruf: 460.752 TL

Yatırım Tutarı = 890.302 TL

Yıllık İşletme Masrafı = 0 kabul edilebilir. Eski tip armatürlere göre ilave işletme masrafı bulunmamaktadır. Tam tersi uzun ömürleri nedeniyle eksi işletme masrafı olacaktır.

Tamir-bakım gideri = 440 TL Çevre aydınlatmalarının yıllık temizlik amaçlı giderdir.

Hurda değeri = %0,1 Yatırım

Yıllık Tasarrufu = 460.752 TL

Ekonomik Ömür = 50.000 saat (6 yıl)

İskonto oranı(i) = %7 kabul

Çizelge 6.14 Bir havalimanı işletmesinde LED Aydınlatma Dönüşümü Fizibilitesi

(TL)	0	1	2	3	4	5	6
Yatırım	-890.302						
Tasarruf		+460.752	+460.752	+460.752	+460.752	+460.752	+460.752
İlave Gider		-440	-440	-440	-440	-440	-440
Hurda							+890
Net Nakit Akışı (NNA)	-890.302	+460.312	+460.312	+460.312	+460.312	+460.312	+461.202
Bugünkü Değer Faydası (BDF)	$\frac{1}{(1+0,07)^0}$	$\frac{1}{(1+0,07)^1}$	$\frac{1}{(1+0,07)^2}$	$\frac{1}{(1+0,07)^3}$	$\frac{1}{(1+0,07)^4}$	$\frac{1}{(1+0,07)^5}$	$\frac{1}{(1+0,07)^6}$
NNAxBDF	-890.302	430.198	402.054	375.751	351.169	328.196	307.318
ϵ (NNAxBDF)	-890.302	-460.104	-58.050	+317.701	+668.870	+997.066	1.304.384

Net Bugünkü Değer (NBD) = ϵ (NNAxBDF) = 1.304.384 > 0 olması nedeniyle proje uygundur.

890.302

Ayrıca GÖS = ----- = 1,93 Yıl (2 yıldan kısa sürede proje geri dönüşü var.)

460.312

Yöntemi ile de geri dönüş süresi basit yöntemle hesaplanmış olur.

6.2.9 Toprak-Su Kaynaklı Isı Pompaları (TSKIP) Kullanımı [29]

Toprak-su kaynaklı ısı pompalarının klasik hava kaynaklı bir ısı pompasından çalışma olarak bir farkı bulunmamaktadır. Tüm ünitelerde, direk genişlemeli evaporatör ve fanı, kompresör, elektrik panosu, hava filtresi ve su soğutmalı (kondenser) serpantini mevcuttur. Fark kondenser ünitesinin hava soğutmalı bir kondenser olmayıp, su soğutmalı bir kondenser olmasıdır.

TSKIP bir ortamı soğutmak için kullanılması durumunda kondenser devresine kaynak (toprak veya su kaynağı) tarafından soğutulmuş olarak giren su, yaklaşık 5°C ısınarak kondenseri terkeder. Kondenserde toprak veya su kaynağı tarafından ısı alınmış olan soğutucu akışkan, kısılma vanasından geçerek basıncı düşürülür ve evaporatöre gönderilir. Evaporatör üzerinden bir fan veya pompa yardımıyla geçirilen hava veya su soğutulur.

Isı pompası cihazlarının çalışma şartları yıl boyunca aşağıdaki şekilde değişir;

Hava : -20'den + 50'ye kadar

Su : +8'den +30'a kadar

Toprak : +10'dan +20'ye kadar

Değişen dış şartlar seçilen cihazın çalışma şeklini (verimini, ömrünü, bakım sıklığını vb.) doğrudan etkiler. Örnek vermek gerekirse; 35°C dış ortam sıcaklığına göre seçilmiş bir cihaz 40°C dış şartlarda çalıştığında istenilen kapasiteyi sağlayamama (konforsuzluk), planlanandan daha fazla enerji tüketilmesi, arızaların çoğalması ve cihaz ömrünün azalması gibi sonuçlar ile karşılaşılır.

Çizelge 6.15 TSKIP teknik özellikleri kondenser sıcaklığı ile değişimi

Kondenser Su giriş sıcaklığı	Soğutma Kapasitesi	Soğutmada Çektiği güç	COP
10°C	16,2 kW	2,91 kW	5,57
20°C	14,9 kW	3,47 kW	4,29
40°C	11,8 kW	5,07 kW	2,33

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere bir ısı pompasında kondenser sıcaklığı düştükçe soğutma kapasitesi artmakta, çekilen güç düşmektedir. Bir başka deyişle ısı pompasının verimi (COP), Soğutma amaçlı kullanımda kondenser sıcaklığı düştükçe artmaktadır.

Çizelge 6.16 Bazı iller için ortalama kış-yaz hava sıcaklıkları

İstanbul : Kış : -3°C Yaz : 33°C
Ankara : Kış : -12°C Yaz : 35°C
İzmir : Kış : 0°C Yaz : 37°C

Çizelge 6.17 Bazı iller için zaman ve derinliğe bağlı ortalama toprak sıcaklıkları

	Ocak (°C)			Temmuz (°C)		
	5 cm	50cm	100 cm	5 cm	50cm	100 cm
İstanbul	0,9	4,3	8,2	27,7	24,4	20,9
Ankara	7,8	10,1	12,3	33,1	31,6	29,8
İzmir	8,9	11,4	14,5	34,8	30,3	27,3

Çizelge 6.18 Bazı iller için yaz ve kış ortalama deniz suyu sıcaklıkları

	Şubat (°C)	Temmuz (°C)
Florya (Marmara Denizi)	8,2	23,2
Giresun (Karadeniz)	10,0	24,7
İzmir (Ege Denizi)	11,3	26,7
Antalya(Akdeniz)	16,7	27,7

Yukarıdaki tablolarda görüleceği üzere TSKIP teknik özelliklerinin kondenser sıcaklığı ile değişimi teknik verileri ışığında değerlendirildiğinde havaya nazaran toprak ve suyun ne kadar önemli bir kaynak olduğu bir kez daha görülebilir.

6.2.9.1 Toprak Kaynaklı Isı Pompaları [29]

Toprak altına 3-4 metre kadar inildiğinde sıcaklık yaz-kış çok az bir farklılık göstermekte ve sonsuz bir kaynak sağlamaktadır. Kanada ve Amerika'da toprak altına yatay ve dikey döşenmiş borular ile enerji temini, 50 yıla yakın süredir kullanılmakta olan ve binlerce ünitenin çalışır vaziyette olduğu örnekler içermektedir.

Genel uygulama, kullanılacak üniteler için gerekli toplam enerji atımına ve toprak yapısına uygun hesaplanan polietilen boruların toprak altına yerleştirilmesi ve bunun içinden sistem suyunun sirküle edilmesidir.

6.2.9.2 Su Kaynaklı (Kuyu,Göl,Deniz,Nehir) Isı Pompaları [29]

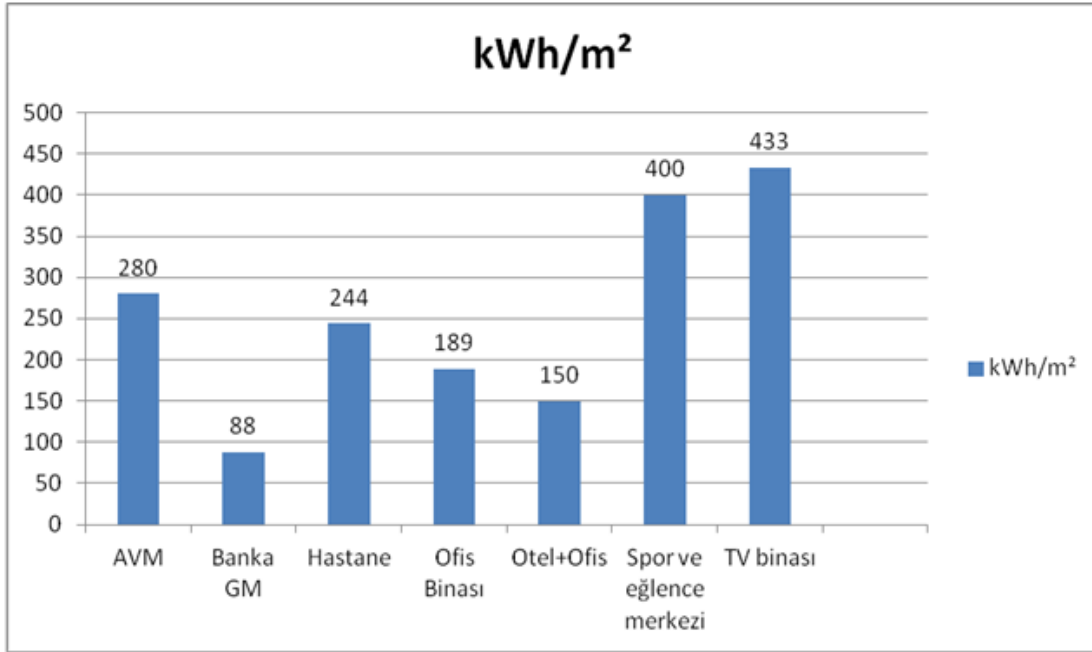
Denizler, göller, nehirler, toprak altı su akıntıları veya kaynakları enerjinin atılıp alınmasını sağlayabilmektedir. Bu tip uygulamalarda genelde ara bir eşanjör kullanılarak iki su birbirine karıştırılmaz.Bu tip uygulamalar ülkemizde de merkezi sistemler bazında başta AVM'ler olmak üzere çeşitli yerlerde uygulanmıştır.

TİCARİ BİNALARDA ENERJİ KULLANIMI

7.1 Ticari Binalarda m² başına enerji kullanımı

Sadece havalimanı değil hangi ticari bina, işletme olursa olsun, tek bir parametreye göre tüketim kıyası yapılması doğru sonuçları getirmemektedir. Tüm ticari binalarda, bulunduğu şehir, dolayısıyla dış hava şartları (sıcaklık- nem), binanın cephe yapısı ve yönü, yolcu ve/veya müşteri, personel sayıları ve yoğunlukları, kurulum aşamasında seçilen mekanik ve elektrik sistem teknolojileri, yolcu ve/veya müşteri beklentileri, mimari dizayn gibi sayılabilecek birçok parametre enerji kullanımına etki etmektedir. Aynı şehirde yolcu sayıları ve yoğunluğu farklı 2 havalimanının m² başına enerji tüketimi de çok fazla farkedebilmektedir.

Ancak bazı kuruluşların veri tabanlarındaki (tüketim-m²) kıyaslamaları sonucunda Ticari binalar için aşağıdaki tüketim ilişkisi örneklendirilmiştir.



Şekil 7.1 Ticari Binalarda m² başına yıllık elektrik tüketimleri : [29]

7.2 Ticari Binalarda Enerji Kullanım Grafiklerinin Değerlendirilmesi

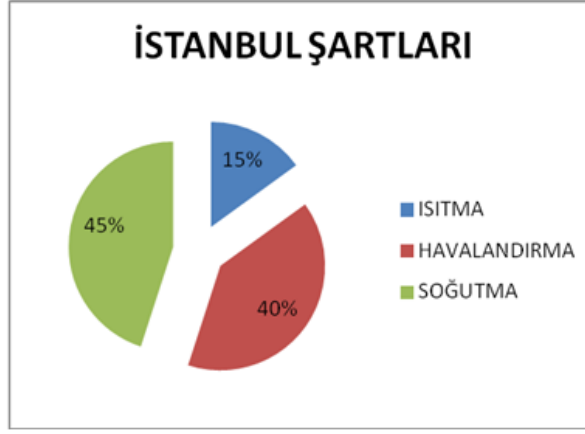
Ticari binalarda enerji kullanımında verimlilik hedeflendiğinde yapılması gereken en önemli adım mevcut durumun da etüt edilmesi, verilerin toplanması ve değerlendirilmesidir.

Örnek bir havalimanı için değerlendirilmesi gereken veri ve grafikler aşağıdaki gibidir;

- Kullanılan Enerji Kaynakları ve Toplam Enerji Kaynakları içindeki dağılımları: Birim fiyatları, kaynağın sürdürülebilir olması, temin şekli, riskleri, çevresel etkileri gibi birçok faktörün göz önüne alınarak öncelikle hangi enerji kaynağının tüketim iyileştirilmesi gerektiği tespit edilmelidir.
- Toplam Elektrik Tüketimi ve sistem bazında dağılımları (Örnek Havalandırmaya-soğutma-aydınlatma)
- Toplam doğalgaz –motorin vb. tüketimler ve sistem bazında dağılımları (Örnek Isıtma amaçlı, sıcak su kullanımı amaçlı, mutfak kullanımı amaçlı, elektrik üretimi amaçlı gibi.)
- Bu tüketimlerin bölge bazında dağılımı (Örnek: İç Hatlar Terminali, Dış Hatlar Terminali, Ofis bölgeleri, Otopark, Otel, Ticari alanlar vb.)
- Varsa mevcut yenilenebilir enerji kaynakları, kapasiteleri ve gerçekleşen

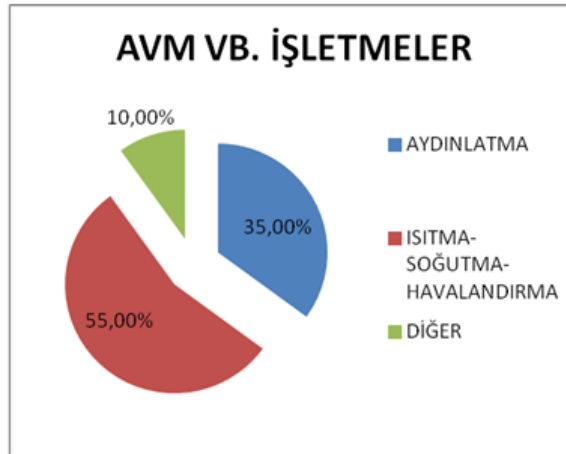
kullanımlar ile verimliliklerini gösteren bir analiz yapılmalı. Tüketimler m² başına, yolcu başına değerlendirilmeli. Dış hava sıcaklık ve nem ortalamaları değerlendirilmeli

Bina alanında, sistemlerde yıl içinde büyüme veya küçülme varsa, ilave yükler oluyorsa bunlar tespit edilmeli ve tüketime etkileri görülmelidir. Tüketim dağılımlarında önemli enerji tüketen sistemler belirlenmeli, yapılabilecek iyileştirmelerin tespiti için enerji etütleri gerçekleştirilmelidir.



Şekil 7.2 Dış hava şartları nedeniyle İstanbul ve benzeri illerdeki Isıtma-Soğutma ve Havalandırma amaçlı elektrik tüketimi dağılımı; [29]

Alış Veriş Merkezi, Spor ve Yaşam Merkezleri gibi, sürekli müşteri sirkülasyonunun olduğu, geniş alanların çok fazla olduğu işletmelerde elektrik tüketim dağılımı;



Şekil 7.3 AVM vb. İşletmelerde Elektrik Tüketim Dağılımı

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada enerji yönetim sistemi ve kurulumu ile ilgili tüm gerekliliklere değinilmiş ve bir havalimanında gerçekleştirilen örnek uygulamalar gösterilmiştir.

Bu örnek uygulamaları özetle aşağıdaki gibi listeleyebiliriz;

	Maliyet	Yıllık Net Kar
1-) Isıtma hattı yıpranan boru izolasyonun onarılması	494 TL	1.209 TL
2-) Kayar kapıların otomatik döner kapıya dönüşümü	80.000 TL	13.872 TL
3-) Zaman programı revizyonu	0 TL	89.501 TL
4-) Yeni bir projede klima sisteminin hava soğutmalı dış ünite yerine su soğutmalı tercih edilmesi	0 TL	11.075 TL
5-) Bakım sırasında kazanlardaki hava-yakıt oranının hassas ayarlanması	0 TL	3.130 TL
6-) Aydınlatma armatürlerin LED tipe dönüşümü	890.302 TL	460.312 TL

“6” farklı enerji verimlilik faaliyeti için Toplam Yatırım Tutarı = 970.796 TL

Yıllık İşletme Masrafı = 0 kabul edilebilir. Hiçbir faaliyet nedeniyle ilave işletme gideri olmayacaktır. Aksine gider azalacaktır. Ancak ihmal edilmiştir.

Tamir-bakım gideri = 440 TL Çevre aydınlatmalarının yıllık temizlik amaçlı gideridir.

Hurda değeri = %0,1 Yatırım

Yıllık Toplam Tasarrufu = 579.099 TL

Ekonomik Ömür = Her faaliyet için değişken olup, tesisin kalan işletme süresi 6 yıl olması nedeniyle 6 yıl süre baz alınacaktır. Ayrıca işletmeci firmanın herhangi bir demirbaş hakkı olmadığı için hurda değeri konulmayacaktır. İskonto oranı(i) = %7 kabul

Çizelge 8.1 Bir havalimanı işletmesinde enerji verimliliği çalışmaları fizibilitesi

(TL)	0	1	2	3	4	5	6
Yatırım	970.796						
Tasarruf		+579.099	+579.099	+579.099	+579.099	+579.099	+579.099
İlave Gider		-440	-440	-440	-440	-440	-440
Hurda							
Net Nakit Akışı (NNA)	- 970.796	+578.659	+578.659	+578.659	+578.659	+578.659	+578.659
Bugünkü Değer Faydası (BDF)	$\frac{1}{(1+0,07)^0}$	$\frac{1}{(1+0,07)^1}$	$\frac{1}{(1+0,07)^2}$	$\frac{1}{(1+0,07)^3}$	$\frac{1}{(1+0,07)^4}$	$\frac{1}{(1+0,07)^5}$	$\frac{1}{(1+0,07)^6}$
NNAxBDF	-970.796	540.802	505.423	472.358	441.456	412.575	385.584
ϵ (NNAxBDF)	-970.796	-429.993	75.430	547.788	989.244	1.401.819	1.787.403

Net Bugünkü Değer (NBD) = ϵ (NNAxBDF) = 1.787.403 > 0 olması nedeniyle projeler toplam fayda açısından uygundur.

Çalışmada ayrıntıları ile incelenen gerek basit işletme tedbirleri, gerekse yenileme gerektiren uygulamalar ile enerji verimliliğinin artırıldığı görülmektedir. Bu uygulamaların ekonomik analizlerinde Net Bugünkü Değer Yöntemi kullanılmış olup, uygulanan sistemlerin oldukça karlı sistemler olduğu ortaya konulmuştur. Geri Ödeme Süresi yöntemine göre yapılan analizde ise, tüm uygulamaların 1 yıl 10 ay gibi bir sürede kendini geri ödediği görülmektedir.

Enerji verimliliği çalışmalarında karşımıza çıkan en büyük engel, planlanan projelerin ilk yatırım maliyetleri olmaktadır. Bu çalışmadan da görüleceği gibi, ilk yatırım maliyetine bakılarak yapılan değerlendirmeler sağlıklı olmayacaktır. Bir tesisde uygulanacak olan her çalışmanın mutlaka ekonomik analizi yapılarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Hepbaşı, A. (2010) “Enerji Verimliliği ve Yönetim Sistemi: Yaklaşımlar ve Uygulamalar”. Schneider Electric Enerji Verimliliği Serisi 1, Esen Ofset Matbaacılık
- [2] American Petroleum Institute API (12.03.2013)– What is energy?
<http://www.api.org/oil-and-natural-gas-overview/classroomtools/classroom-curricula/what-is-energy.aspx>,
- [3] ASHRAE,(1991), Heating, ventilating and air-conditioning applications, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Kennedy ve Diğ.; Gottschalk
- [4] Resmi Gazete, (18.04.2007), 5627 no.’lu Enerji Verimliliği Kanunu Madde 1 /Madde 2
- [5] Resmi Gazete, (27.10.2011), 28097 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan; Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına dair yönetmelik Madde1/Madde2
- [6] Türkiye Elektrik Üretim AŞ (21-22 Ekim 2010) Energy is Future, EIF 2010 Uluslararası Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kongre Sunumu)
- [7] EPDK, (21-22 Ekim 2010)OECD Statistics, www.epdk.gov.tr (Energy is Future, EIF 2010 Uluslararası Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kongre Sunumu)
- [8] U.S. Energy Information Administration (22.10.2012)
<http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=TU>,
- [9] Alış, H. (2010) TESAB Türkiye Elektrik Sanayi Birliği Yönetim Kurulu Başkanı (Energy is Future, EIF 2010 Uluslararası Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kongre Sunumu)
- [10] IEA, World Energy Statistics (15.02.2013)
http://www.oecd-ilibrary.org/energy/key-world-energy-statistics-2010_9789264095243-en

- [11] Sabancı Üniversitesi, (10.02.2012) -
CDP <http://cdpturkey.sabanciuniv.edu/tr/cdp-reports>
- [12] Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Web Sitesi (15.02.2013)
<http://web.shgm.gov.tr/kurumsal.php?page=projeler&id=4>
- [13] Aygaz, Sürdürülebilir Kalkınma Raporu (2005). (15.01.2013)
<http://www.aygaz.com.tr/kurumsal/content/HisseDegeri/HisseDegeri.aspx>
- [14] Alqanne, K. ve Saari, (2006) A Distributed Energy Generation and Sustainable Development. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 10(6), 539-558
- [15] BEE, Bureau of energy efficiency, (2005). A Statutory Body under Ministry of Power Government of India,Chapter 3.Energy Management and Audit
- [16] CIPEC, (2002) Canadian Industry Program for Energy Conversation.Energy Efficiency Planning an management guide, National Resources Canada, Ottawa
- [17] Resmi Gazete, (25 Ekim 2008), Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına dair yönetmelik.Sayı:27035,.
- [18] ASHRAE, (1991) Applications Handbook, Energy Management, Chapter 32.,Amerika
- [19] BSI, (Temmuz 2011) Training in the right direction- Yayın 3.0
- [20] Witte,L.C., Schmidt,P.S. ve Brown,D.R., (1988) Industrial Energy Management and Utilization, Hemisphere Publishing Corporation, Amerika,659
- [21] Progress Energy, (20.01.2013) Energy Savers: Variable Speed Drivers.
http://www.progres_senergy.com/custservice/carcig/resourcectr/presentations/variablespeed.pdf,
- [22] ASHRAE 55-(2004), Applications Handbook
- [23] Recknagel-Sprenger Hönman 92/93,1267,1345
- [24] Recknagel-Sprenger Hönman 92/93,1268
- [25] Recknagel-Sprenger Hönman 90/91,1126
- [26] Recknagel-Sprenger Hönman 90/91,1015
- [27] Aydoğdu, O. (2012) (03.02.2013) (Alarko Carrier Sanayii ve Ticaret AŞ)
www.alarkocarrier.com.tr
- [28] Çengel,Y.A., İçier, F.,Yıldız,H.,Çakır,E.,Aktepe,E.,Kaya,H.,Ahi.,A. Ve Hepbaşlı, (2005),A.Enerji Tasarrufu Etüdü Raporu. Ege Üniversitesi ve Celal Bayar Üniversitesi Çalışma grubu,

- [29] EİE İdaresi Genel Müdürlüğü,(2008) Bina Enerji Yöneticileri Eğitimi Cilt.1 (İdetek Verileri) Ulusal Enerji Tasarru Merkezi Bina ve Ulaşımında Enerji Verimliliği Şube Müdürlüğü Ankara
- [30] Özgiresun,C. ve Türkyılmaz O., (18 Şubat 2013) Türkiye'nin Enerji Görünümü Sunumu, 4. Mühendislik ve Şehircilik Günleri, YTU, (TMMOB)
- [31] Sera gazı emisyon envanteri, www.yesilekonomi.com/surdurulebilirlik - 04.05.2013

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Akın ARKAT
Doğum Tarihi ve Yeri : 07.08.1978 / İstanbul
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : akin.arkat@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Makine Müh.	Yıldız Teknik Üniversitesi	2000
Lise	Mat-Fen	Orhan Cemal Fersoy Süper Lisesi	1996

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2007-	TAV İstanbul Terminal İşletmeciliği (Atatürk Havalimanı İşletmesi)	HVAC Sistem Mühendisi ve Enerji Yöneticisi
2005-2007	Akın Isı&Ekin Ortak Girişimi (Atatürk Havalimanı Mekanik İşletmesi)	HVAC Sistem Mühendisi
2003-2005	Step Mekanik Tesisat Taahhüt AŞ	Teklif ve Proje Mühendisi
2001-2002	Bizim Çatı Yapı Kooperatifi-Bahçeşehir 2.Kısım	Şantiye Kontrol Mühendisi