

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİNİN VERİMLİ VE ETKİN KULLANIMINA
YÖNELİK VERİMLİLİK ARTTIRICI PROJE
GELİŞTİRİLMESİ VE BİR İŞ MERKEZİNE
UYGULANMASI**

Mak. Müh. Can ADIGÜZEL

**FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Galip TEMİR (YTÜ)

İSTANBUL, 2011

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Gerekçeleri	1
1.2 Tezin Genel İlkeleri ve Araştırma Konuları	2
1.3 Problemin Tanımı	4
1.4 Çalışmada Ele Alınan Önemli Konular	5
2. HVAC SİSTEM TANIMI	7
2.1 Isıtma Sistemi Genel Özeti	7
2.2 Soğutma Sistemi Genel Özeti	7
2.3 Havalandırma Sistemi Genel Özeti	8
3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ	11
3.1 Enerji Verimliliğiyle İlgili Kavramlar	11
3.2 Ekonomik Yatırım Analizi	12
3.3 Net Bugünkü Değer Metodu (NPV)	12
3.4 Enerji Verimliliği ve Binalar	14
3.5 Karbon Salınım Etkenleri	19
3.6 Türkiyede Sürdürülebilirlik ve Enerji Verimliliği Mevzuatı	20
3.6.1 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008)	21
3.6.2 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008)	21
3.6.2.1 Amaç ve Kapsam	21
3.6.2.2 Mimari Açından Değerlendirilmesi	22
3.6.2.3 HVAC Sistemleri Açısından Değerlendirilmesi	22
3.6.2.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı Açısından Değerlendirilmesi	22
3.6.2.5 Binalar İçin Enerji Kimlik Belgesi Düzenlenmesi	23
3.6.3 TS-825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı (Türk Standartları Enstitüsü, 2008)	23
3.6.4 Enerji Verimliliği Kanunu (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008)	24
3.7 AB Enerji Verimliliği Politikaları	24
3.8 2002/91/EC Enerji Performansı Direktifi	25
3.9 Enerji Verimliliği Potansiyeli	26
3.10 Çalışmada Kullanılan Enerji Verimliliği Yazılımları	26
3.10.1 HAP (Hourly Analysis Program)	26
3.10.2 RETScreen	27
4. MEVCUT ELEKTRİK TÜKETİM ANALİZİ	29

4.1	Analizde İzlenen Yol	29
4.2	Elektrik Tüketim Profilleri	29
5.	VERİMLİLİK ARTTIRICI PROJE GELİŞTİRİLMESİ	36
5.1	Bina Yönetim Sistemi.....	36
5.1.1	BYS Sistemi Tanımı	36
5.1.2	BYS ile İzlenecek ve Kontrol Edilecek Ekipmanlar	38
5.1.3	HVAC Sisteminde Yapılması Öngörülen İyileştirmeler	39
5.1.3.1	Chiller Gruplarının Kompresörlerinin Değişimi	39
5.1.3.2	Pompaların Frekans Konvertörüyle Sürülmesi.....	42
5.1.3.3	Taze Hava Santralleri ve Klima Santralleri Revizyonu.....	45
5.1.3.4	Soğutma Kulesi Revizyonu	48
5.1.4	BYS Kurulumu	51
5.2	PV (Fotovoltaik) Güneş Enerjisi Sistemi	52
5.2.1	PV Sistem Tanımı.....	52
5.2.2	PV Sistemi Çalışma İlkesi	53
5.2.3	Güneş Pili Sistemleri [6].....	54
5.2.4	PV Sisteminin Binamıza Uygulanması	58
5.3	Emisyon Analizi	61
6.	SONUÇ ve ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR.....		66
EKLER.....		68
Ek 1	Ofis Tip Kat Havalandırma Projesi.....	69
Ek 2	Bina Enerji Kimlik Belgesi Örneği.....	70
Ek 3	Bina Yönetim Sistemi Nokta Listesi.....	71
Ek 4	Chiller Grupları Kompresör Revizyonu Fiyat Teklifi.....	80
Ek 5	Aylık Ortalama Soğutma İhtiyaçları.....	82
Ek 6	Chiller Gruplarına Kullanılan Kompresör Teknik Çıktıları.....	85
Ek 7	Pompaların Frekans Konvertörü Revizyonu Fiyat Teklifi.....	86
Ek 8	Isı Geri Kazanım Hücresi Teknik Çıktısı.....	87
Ek 9	Taze Hava İhtiyaç Yüzdesi.....	88
Ek 10	AHU IGK ve Frekans Konvertörü Revizyonu Fiyat Teklifi.....	89
Ek 11	Kule Revizyonu Fiyat Teklifi.....	91
Ek 12	Bina Yönetim Sistemi Kurulması Teklifi.....	93
Ek 13	Binanın Yönü.....	94
Ek 14	PV Katalog.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....		97

SİMGE LİSTESİ

°C	Derece santigrat
E _y	Yapısal elektrik alan
kW _p	Kilowatt peak
n	N tipi yarı iletken
P	P tipi yarı iletken
€	Avro
\$	Amerikan Doları

KISALTMA LİSTESİ

3E	Energy Economy and Efficiency
AB	Avrupa Birliği
AC	Alternative Current
AHU	Air Handling Unit
ASHRAE	American Society of Heating Refrigerating and Air – Conditioning Engineers
BDF	Bugünkü Değer Faktörü
BM	Birleşmiş Milletler
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BYS	Bina Yönetim Sistemi
COP	Coefficiency of Performance
DC	Direct Current
DDC	Direct Digital Control
EC	European Commission
EEO	Energy Efficiency Office
EF	Egzost Fanı
FCU	Fan Coil Unit
FMS	Facility Management System
GEF	Global Environmental Facility
GHG	Greenhouse Gas
HAP	Hourly Analysis Program
HVAC	Heating Ventilating and Air – Conditioning
IGK	Isı Geri Kazanım
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MCC	Motor Control Center
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NNA	Net Nakit Akışı
NPV	Net Present Value
PPM	Particules per Million
PV	Photo Voltaic
REEEP	Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership
T & D	Transmission and Distribution
THS	Taze Hava Santrali
TS	Türk Standartları
UNEP	United Nations Environmental Program
VAP	Verimlilik Arttırıcı Proje
VRV	Variable Refrigerator Volume

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1	Örnek bina fotoğrafları 5
Şekil 2.1	Soğutma kuleleri 9
Şekil 3.1	Ülkemizde enerji tüketim dağılımı [1]..... 15
Şekil 3.2	Dünyada enerji tüketim dağılımı [2]..... 15
Şekil 3.3	Ülkemizde enerji ithalat oranı [3] 17
Şekil 3.4	Ülkemizde birincil enerji üretiminin kaynaklara dağılımı [4] 21
Şekil 4.1	Aylık toplam elektrik tüketimi (kWh) 31
Şekil 4.2	Aylık HVAC tüketim oranı..... 32
Şekil 4.3	Aylık soğutma yükleri ve elektrik tüketim grafiği..... 33
Şekil 4.4	Ağustos ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi grafiği 34
Şekil 4.5	Haziran ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi grafiği..... 35
Şekil 5.1	Saatlik taze hava ihtiyacı yüzde grafiği 46
Şekil 5.2	PN eklemine oluşması 54
Şekil 5.3	PV sistem çalışma prensibi 55
Şekil 5.4	Dünyada PV kurulu güç 2012 tahmin grafiği [8] 56
Şekil 5.5	2007 Yılı PV pazarı [9]..... 57
Şekil 5.6	Sokak aydınlatması için PV kullanımı..... 57
Şekil 5.7	Güneş ışınlamı değeriyle fotovoltaiik panelin üretkenliğinin değışimi [12] 59
Şekil 5.8	Japonyadan örnek fotovoltaiik sistem uygulaması 59

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Cihaz listesi ve elektrik tüketimleri	10
Çizelge 3.1 Enerji nedir? (Shinkawa, 1998)	11
Çizelge 3.2 Örnek NPV metodu amortisman süresi hesap tablosu.....	14
Çizelge 3.3 Enerji tüketimi – CO ₂ üretimi dönüşüm katsayıları (Arısoy vd, 2008)	20
Çizelge 3.4 Yalıtıma göre ısıtma ihtiyaçları (Küçükçalı, 2005)	23
Çizelge 4.1 HVAC cihazları aylık elektrik tüketim dağılımı.....	30
Çizelge 4.2 Aylık Sabit Elektrik Tüketim Dağılımı ve HVAC Tüketim Oranı (kWh)	31
Çizelge 4.3 Aylık soğutma yükleri ve elektrik tüketimleri	32
Çizelge 4.4 Ağustos ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi	33
Çizelge 4.5 Haziran ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi	34
Çizelge 5.1 Chiller kompresör değişimi tasarruf analizi.....	41
Çizelge 5.2 Chiller kompresör değişimi NPV metodu analizi	42
Çizelge 5.3 Pompa listesi ve seçilen frekans konvertörü kapasiteleri	43
Çizelge 5.4 Frekans konvertörü ile otomasyondan sürülen pompaların tasarruf analizi	44
Çizelge 5.5 Frekans konvertörü ile otomasyondan sürülen pompaların NPV analizi	45
Çizelge 5.6 Klima santralleri ve egzost fanları revizyonları tasarruf analizi	47
Çizelge 5.7 Klima santralleri ve egzost fanları revizyonları NPV analizi	48
Çizelge 5.8 Kule revizyonu enerji tasarrufu analizi.....	49
Çizelge 5.9 Kule revizyonu NPV analizi	50
Çizelge 5.10 İstanbul yıllık ortalama güneşlenme süresi [11]	58
Çizelge 5.11 PV sistem yıllık enerji tasarrufu analizi.....	60
Çizelge 5.12 PV sistemi NPV analizi	61
Çizelge 5.13 VAP ‘lar sonunda elde edilen toplam yıllık tasarruflar	62
Çizelge 5.14 VAP ‘lar sonucunda elde edilen tasarruf değerine ait emisyon analizi	62

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın tüm safhalarında bana sabırla destek olan, yol gösteren hocalarım Sn. Prof. Dr. Galip TEMİR ve Sn. Dr. Burak OLGUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında bana destek olan aileme de ayrıca en içten teşekkürlerimi borç bilirim.

Yüksek lisans tezimin hazırlanması süresinde her türlü teknik ve psikolojik desteğiyle yanımda olan energieeffizienz çalışanlarına da destekleri için teşekkür ederim.

Ocak, 2011

ÖZET

Enerji verimliliği kavramı, fosil yakıt rezervlerinin azalması ve enerji fiyatlarının artmasıyla son yıllarda dünyada ve ülkemizde öne çıkmaktadır. Aynı sebeple yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep ve yatırım artmaktadır.

Enerji verimliliği sağlanabilecek noktalar belirlendikten sonra doğru yatırım stratejileri belirlenip, elektrik enerjisi tasarrufu ve mali analizler doğru yapılmalı, yatırımcı doğru yönlendirilmelidir. Günümüzde bankaların verimlilik arttırıcı projelere ve özellikle de yenilenebilir enerji kullanımına yönelik finansal desteklerinden iyi faydalanılarak ilk yatırım maliyetleri düşürülebilir.

Yüksek katlı bir iş merkezinde HVAC cihazlarının elektrik tüketimleri, özellikle yaz döneminde önemli paylara sahip olmaktadır. Bu tüketimlerin nasıl düşürülebileceğini belirleyebilmek ve doğru bir yol izleyebilmek için elektrik tüketim profilleri aylık bazda çıkartılmalıdır.

Bu çalışmada, binanın elektrik tüketim profilleri oluşturulduktan sonra HVAC sisteminde iyileştirme yapılacak noktalar belirlenmiş olup, mümkün olduğu kadar ekonomik ömrü uzun, bakım kolaylığı olan ve karlı ürünler önerilerek, bu ürünlerin günümüz koşullarında gerçek bedelleri ilk yatırım maliyeti olarak alınıp fizibilite analizleri NPV metoduna göre yapılmıştır.

Son olarak bu enerji tasarruflarının sağladığı emisyon azalımı değerleri çıkartılmış, doğaya hangi ölçüde bir zararın önlendiği göz önüne serilmiştir. Tüm bu çalışmalar, yatırımcıya öneri olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, Bina yönetim sistemleri, Verimlilik arttırıcı projeler.

ABSTRACT

Energy efficiency studies are more globally valuable for the past decade due to the decrease of the available fossil energy resources. Due to this decrease of the resources, demands on renewable energy source cases are increasing.

With the help of defining the energy efficiency points, energy saving analysis and financial analysis are to be calculated precisely in order to help the investors to decide the best investments. Banks and financial companies support the energy efficiency based projects and renewable energy investments. They provide low rated capitals for both the efficiency enhancing projects and investments in renewable energy field.

In a high-rise commercial building, the electricity consumptions of the HVAC system, especially in summer time has high percentages compared to the total electricity consumption due to high cooling capacity needs. In order to decrease the HVAC consumptions, all electricity loads should be calculated separately for each system.

In this study, after calculating each electrical load, products that are long lasting, easy maintenance are suggested to the building management system in order to improve the energy consumption of the HVAC system. By using *Net Present Value* method, the prices of turn – key applications, maintenance and running costs are calculated to find the *Break Even Point*.

Finally, the values of emission reduction of these energy savings are calculated to see how much damage is prevented for the environment compared to the existing system. All these studies are presented to the investor as suggestions in order to improve the outcome of the project.

Keywords: Energy efficiency, Building management systems, Efficiency enhancing project.

1. GİRİŞ

Birinci bölümde enerji tüketim profili incelenecek iş merkezinin seçilme sebepleri, analizlerde uygulanacak yöntemler, verimlilik artırıcı teknik yaklaşımlar yer alacaktır. Bu bağlamda Bölüm 1.1’de bu çalışmanın yapılma nedenlerini açıklanmaktadır. Bölüm 1.2 iş merkezi ile ilgili yapılacak çalışmanın genel hatlarını vermekte ve bu çalışmanın kapsamını anlatmaktadır. Bölüm 1.3’te ele alınan problemin detaylı tanımı ve problemin çözüm yöntemleri yer almaktadır. Bölüm 1.4 ise, bu çalışma yapılırken karşılaşılan sorunlara değinmekte ve aynı zamanda diğer bölümlerin içerikleri hakkında ayrıntılı bilgi vermektedir.

1.1 Araştırmanın Gerekçeleri

Enerji yönetimi kavram olarak;

- Enerji analizlerinin yapılması,
- Enerjinin etkin kullanılması,
- İhtiyaçların tam karşılanması

konularını içermekte ve kurumsal düzeyde enerjinin belirli bir plan ve program dahilinde kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu şekilde bir taraftan enerji tasarrufu sağlanırken, diğer taraftan da enerji talebinin eksiksiz ve ekonomik olarak temini amaçlanmaktadır. (Olgun, 2009)

Teknolojideki gözle görülür ilerlemeye ve gerek devlet yönetimi tarafından, gerekse de ilgili meslek odaları ve sivil toplum kuruluşları tarafından desteklenmesine karşın, ülkemizin güvenilir ve sağlıklı bir enerji yönetim planına sadık kaldığı söylenemez. Makro ve mikro enerji yönetimi konusunda yasal olarak önlemler alınmaya çalışılsa da, sistemin verimli olarak çalışabilmesi için gerekli zamanın geçmesi ve denetimlerin arttırılması gerekmektedir.

Her ne kadar elektrik tüketiminin düşürülmesi yönünde çeşitli uygulamalar mevcut ise de (örneğin enerji kimlik kartı uygulaması, puant uygulaması), bu uygulamanın hem endüstriyel bazda, hem de bireysel kullanımda teşviki ve yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Halkın bilinçlendirilmesi bu yönde atılacak en önemli adımlardan biri olacaktır.

Enerji ifadelerinde sürdürülebilir gelişme kavramı, sadece finansal bakış açısından değil, aynı zamanda sınırlı kaynakların ve çevre kirlenmesi düzeylerindeki artış yönünden, enerjinin verimli kullanımı gibi, enerji tasarrufunu içine almaktadır (Contreras vd., 1997). Bunun sonucunda, enerjinin verimli kullanımını sağlayacak enerji yönetim sistemleri gündeme gelmektedir.

Gelişmekte olan ülkeler, örneğin Japonya, enerji politikasında; ekonomik büyüme, enerji güvenesi ve çevre korumasının (İngilizce sözcüklerin baş harflerinden oluşan, 3E : Economy, Energy, Environment) birlikte sağlanmasını amaçlamaktadır. Japonya'nın enerji politikası, ülkenin sürekli olarak ekonomik gelişiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Enerjinin kararlı ve verimli temini gelişme için son derece önemli tutulmaktadır. Bu bağlamda, enerji tüketimi, CO₂ emisyonları gibi, çevresel konularla da son derece yakından ilgilidir. Bununla beraber, 3E 'yi birlikte elde etmek gerçekten güçtür (Kyushu Bureau of International Trade and Industry, 1998). Başka bir deyişle, bir yandan enerji güvenesi sağlanacak, diğer yandan ekonomik gelişme elde edilecek ve öte yandan da çevre korunacaktır. (Özbakır, 2006)

Enerji yönetiminde kullanılan teknikler, bir şirkette veya kuruluştaki herhangi bir kaynağın yönetimi için gerekli olan tekniklerle ortaklaşa bir yapıya sahiptir. Bir performansın izlenmesi veya hedeflerin konması, giderlerin kontrolü ve aynı zamanda enerji kullanımıyla ilişkili olan çalışanların motivasyonu için önemlidir (Hepbaşlı, 2001a).

Enerji verimliliği, sık sık enerji tasarrufuyla karıştırılır. Tasarruf; basitçe, tipik olarak "enerji tüketen ekipmanların kapatılmasıyla" daha az enerji kullanımı anlamına gelmektedir. Bunun yanı sıra, verimlilik ise, daha düşük enerji giriş seviyesiyle, enerjinin "son kullanımının" (örneğin; ısıtma, soğutma, aydınlatma ve TV seyretme gibi) aynı kalite ve düzeyde tutulmasının sağlanmasıyla ilgilidir (Hepbaşlı, 2001a).

Bu bağlamda, Enerji Verimliliği kavramı, araştırmamızın temel gerekçesini oluşturmaktadır. Öncelikle, binanın mevcut saatlik/günlük/aylık ve yıllık enerji tüketimlerini ayrı ayrı ve bir arada grafiklere dökmemiz gerektiğinden, yaptığımız çeşitli hesaplamalar ve binanın geçmişe dönük faturalarından çıkan tüketim değerleri ile bir etüt çalışması yapılmış olup daha sonra bu tüketimler incelenerek, enerji verimliliği ilkesiyle yapılabilecek verimlilik arttırıcı projeler ortaya konmuştur. Tüm bu süreçlerin ve verimlilik arttırıcı projelerin maliyet analizleri ve fizibilite çalışmaları yapılmış, ekonomik olarak da verimli olup olmadığı incelenmiştir.

Verimlilik arttırıcı projelerin seçiminde, öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanıp daha sonra mevcut sistemin daha verimli işlemesi için yapılacak değişikliklerin yanında çatıya yerleştirilecek fotovoltaik güneş kolektörleri ile mevcut sisteme destek sağlanması amaçlanmıştır.

1.2 Tezin Genel İlkeleri ve Araştırma Konuları

Bu tez çalışmasının amacı, özellikle enerji tüketimi yüksek bir binada enerji tüketimi ile ilgili

profilleri detaylı olarak oluşturularak elektrik tüketimi başta olmak üzere tüm yük profillerinin dağılımının oluşturulması ve buna paralel olarak örnek bir tüketim modeli çıkartılmasıdır.

Türkiye 'nin genel tüketim alışkanlıkları temel alınarak İstanbul ilinde yer alan çok katlı bir iş merkezi, örnek uygulama için pilot yapı seçilmiştir. Sonraki bölümlerden de anlaşılacağı gibi bu binanın yıllık enerji tüketim rakamlarına bakıldığında model yapısının bu bölgede daha sağlıklı kurulabileceği aşıkardır. Tez çalışmasının sonuçlarının bu bina ile ilgili olarak enerji tüketim politikalarının belirlenmesi ve binadaki olası altyapı ve enerji yatırımlarının bilinçli yönlendirilmesi süreçlerine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Buna göre, tez çalışması bittiğinde :

- Örnek uygulama için seçtiğimiz binada elektrik ve enerji talebini arttıran faktörler arasında mekanik tesisat tarafından yapılan tüketimin yeri nedir?
- Bu ve bu gibi binaların enerjiye olan talebini düşürecek, yük eğrisini olumlu yönde etkileyecek etkin enerji verimliliği teknolojileri ve yönetim politikaları nelerdir? gibi sorular yanıtlanmış olacaktır.

Böylelikle ; Türkiye genelinde birçok iş merkezine ve yüksek katlı binalara uygulanabilecek etkin bir enerji yönetimi ve verimlilik artırıcı proje modeli elde edilmiş olacaktır.

Doğal olarak bu çalışma iki süreci içermektedir: binada geçerli olan tüketim yapısını, kullanılan teknolojik altyapı ve ihtiyaç düzeyi bazında anlamak ve teknolojik iyileştirme ve yönetim politikalarıyla tüketimin düşürülme potansiyelini belirlemek. Her iki konuda örnek binadaki elektrik enerjisi tüketiminin uzun soluklu dinamiğinin doğru değerlendirilmesine ve varsa mevcut enerji verimliliği önlemlerinin etkinliğine bağlıdır. Bu araştırma için tasarlanan model aynı zamanda elektrik yükünün büyüklüğünü ve gün, ay, mevsim bazındaki değişimini etkileyen faktörleri belirleyebilmeli ve her faktörün etki düzeyini saptayabilmelidir. (Olgun, 2009)

Tezin ana amacına ulaşabilmek amacıyla çok sayıda konunun hem teknik yönden hem de enerji yönetim politikalarının varlığı yönünden analizi gerekir. Bunların en önemlileri aşağıda özetlenmektedir:

Teknik Analiz Konuları:

- Binamızda saatlik elektrik yükleri, tüketen aygıtlar bazında nasıl yapılanmıştır?
- Teknolojik, çevresel ve kullanım alışkanlıkları bazında çeşitli son kullanıcı gruplarının elektrik tüketimine etkisi nedir?

- Hangi aygıtlar, özellikle iklimlendirme cihazları, zirve yüklerin oluşmasında en yüksek paylara sahiptir ve zirve yükün oluştuğu saatlerde hangi faktörler geçerlidir?
- Enerji verimliliği projeleri ve enerji yönetimi politikalarının uygulanması elektrik tüketim düzeyini düşürebilir mi?
- Verimlilik artırıcı projelerin uygulanmasından sonra sistem tüketimi, son kullanıcı gruplarından ne kadar etkilenecektir?

Yönetim Politikası Konuları:

- Çeşitli enerji yönetimi politikalarının avantaj / dezavantajları karşılaştırmalı olarak nasıl değerlendirilebilir?
- Enerji verimliliği stratejisinde ve politikaların uygulanmasında öncelikler ne olmalıdır?
- Bina yönetiminin önerileri nelerdir? Mevcut HVAC sistemi talepleri ne kadar karşılamaktadır? Bina yönetiminin şikayetleri nelerdir?

Bu konuların cevaplandırılmasıyla binada elektrik tüketiminin karakteristikleri ortaya çıkacak ve yeni geliştirilecek enerji yönetimi politikalarının etkileri gerçekçi olarak hesaplanabilecektir. Doğal olarak belirlenen enerji yönetimi politikalarının öncelik sıralaması da yapılacaktır. Bu öncelik sıralaması yapılırken, maliyet analizleri neticesinde ortaya çıkan geri ödeme (amortisman) süreleri baz alınacaktır.

1.3 Problemin Tanımı

Bu bölüm enerji yönetimi alanında daha önce yapılan çalışmaların incelenmesi ve örnek bina için gerek arz, gerekse talep tarafında mümkün olan elektrik üretim ve tüketim verilerinin toplanması olarak özetlenebilir.

Tezimizde enerji tüketim modelinin çıkartılacağı bina, İstanbul Maslak'ta yer alan çok katlı bir iş merkezidir. Bina, 5 kat yer altında ve 21 kat yer üstünde olmak üzere toplam 26 katlı olup 77 m yüksekliğindedir. Bir tip katı 1.445 m² olup toplamda ise 37.570 m² dir. Binada çeşitli firmalara ait ofisler, alt katlarda ise HVAC tesisatı müstakil (VRV sistemi ile çözülmüş) ve elektrik tüketimi ayrı faturalandırılan mağazalar, restoranlar yer almaktadır. Genel çalışma saatleri, 08:00 ila 19:00 arasındadır. Aşağıda binanın dıştan görüşünün yer aldığı fotoğraflar yer almaktadır. Ek 1 'de tip ofis katının planı yer almaktadır.



Şekil 1.1 Örnek bina fotoğrafları

1.4 Çalışmada Ele Alınan Önemli Konular

Çalışmamızda yer alan başlıca konular;

- Bir iş merkezinde yer alan enerji tüketim noktalarının tespiti
- Enerji tüketim noktalarının amaçlarına göre gruplandırılması
- Yük profil dağılımının, saatlik ve aylık olarak oluşturulması
- Cihaz parametrelerinin irdelenmesi
- Profil dağılımlarının, ayrı ayrı ve toplam olarak gruplandırılması
- Cihaz ve malzeme seçimlerinin irdelenmesi
- Tüketime önemli şekilde etki eden parametrelerin değişkenliği
- Mevcut sistemde yapılabilecek değişiklikleri içeren çözüm önerileri ve bunlara ait maliyet analizleriyle, fizibilite raporları
- Ek sistem önerileri, bu yeni sistemlerin maliyet analizleri ve fizibilite raporları
- Enerji verimliliğiyle ilgili yapılacak tüm yatırımların geri ödeme sürelerinin hesaplanması
- Önerilen sistemlerin, avantajları ve dezavantajlarının incelenmesi

Tüketim noktalarının tespiti ve bu tüketim noktalarının kullanım amaçlarına göre gruplandırılması, daha sonra oluşturulacak model ve tüketim profilleri için temel teşkil edecektir. Oluşturulacak enerji tüketim profillerinde, yük dağılımlarının aylara göre saatlik eğrileri oluşturulacak, böylece pik yükler, asgari yükler ve iyileştirme yapılabilecek noktalar

belirlenecektir. Bu dağılımları, amaçlarına göre gruplandırdığımız ögelere göre ayrı ayrı ve bir arada görmemize olanak sağlayacak grafikler, temel konumuz olan mekanik tesisatın elektrik tüketiminin de bağımsız olarak incelenebilmesine olanak sağlayacaktır.

Mekanik tesisatta kullanılan cihazların (egzost fanları, klima santralleri, taze hava santralleri, fan - coil cihazları, pompalar, soğutma kuleleri, chiller grupları vs.) parametreleri irdelenerek mevcut tüketimi azaltmak için yapılabilecek iyileştirmeler belirlenecektir. Ayrıca mevcut sistemde ve önerilen sistemlerde son kullanıcıların sisteme müdahale dolayısıyla enerji tüketimine etkileri belirlenecek, bu durum mevcut enerji yönetim politikalarıyla karşılaştırılıp daha sonra bu uygulamalarda yapılacak değişikliklerle (örneğin bina otomasyon sistemi) sağlanabilecek enerji tasarrufları belirlenecektir.

Ayrıca önerilecek tüm yeni sistemler ve mevcut sistemlerde yapılacak değişiklik için maliyet analiz raporları, enerji sarfiyatı ve eski duruma göre enerji tasarruf oranları hesaplanıp yapılan her yatırım için ayrı fizibilite raporları hazırlanacaktır. Buna ek olarak bu yatırımların amortisman süreleri de belirtilecektir. Bu süreler hesaplanırken, bakım maliyetleri de dahil olmak üzere kapsamlı ve gerçekçi bir finansal analiz yapılacaktır.

Verimlilik arttırıcı projelerde yer alacak yeni sistemlerin avantajları ve dezavantajları anlatılacak, kullanım kolaylıkları, son kullanıcıya etkileri, kurulabileceği alanlar, binada kaplayacağı yer, bakım kolaylıkları, işletmeye faydaları ortaya konacaktır.

2. HVAC SİSTEM TANIMI

2.1 Isıtma Sistemi Genel Özeti

Isıtma sistemi, 5. bodrum katta (- 19.60 kotu) tesis edilen kazan dairesinden merkezi olarak temin edilmektedir. Isıtma için ihtiyaç duyulan 90/70°C sıcak suyu sağlamak için kazan dairesinde pik yükün %50'sini karşılayacak şekilde, dört adet (iki asıl + iki yedek) çift yakıtlı doğal gaz ile çalışan çelik kazanlar (814 kW x 4 adet) bulunmaktadır.

Her kazan için sabit debili primer pompalar tesis edilmiş olup sıcak su, primer pompalar ile sekonder devre pompalarına iletilmektedir. Sekonder devredeki sabit debili pompalar, sıcak suyu yapı içinde dağıtmaktadır.

Binanın kule bölümüne hizmet eden ısıtma sistemi bir ısı eşanjörü grubu ile kazan sisteminden ayrılarak, bu kısma 80/60 °C sıcak su sağlamaktadır. Bina, yüksek olduğu için eşanjörler ile sistem alt ve üst zona ayrılarak sistemin basıncının ısı merkezindeki cihazlarda yüklenmesi önlenmiştir.

Ofisler bölümünde kullanılan fan coil üniteleri yardımıyla ısıtma yapılmaktadır. Bu fan coil üniteleri 2 borulu seçilmişlerdir. Her odada bağımsız termostatlar olup, bu termostatlar vasıtasıyla kontrol edilmektedirler.

2.2 Soğutma Sistemi Genel Özeti

Sistemde; ana soğutma ünitesi olarak su soğutmalı chillerlar mevcuttur. Su soğutmalı chiller gruplarının seçilmesinin sebebi, hava soğutmalı chillerlara kıyasla daha yüksek COP değerlerine sahip olmalarıdır. Chiller gruplarının (1395 kW x 2 adet) kondenserlerinin soğutulması ise, eş kapasiteli iki adet soğutma kulesi (1740 kW x 2 adet) yardımıyla yapılmaktadır.

Bu sistemde, dış ortama yerleştirilen su soğutma kuleleri 30/35 °C kondenser suyu üretmektedir. Kondenser suyuna ait boru sistemi ile - 19.60 kotunda tesis edilen mekanik odada kondenser suyu pompaları ile su soğutmalı chiller gruplarına temin edilmektedir. Su soğutmalı chiller grupları, binanın ihtiyacı olan 7/12°C soğutulmuş suyu temin etmektedir. Her chiller için bir soğutma kulesi ve sabit devirli bir kondenser suyu pompası tesis edilmiştir.

Soğutma gruplarının her birinin primer devre pompası yer almaktadır. Ünitenin çalışmadığı zamanlarda pompalar durmaktadır ve primer devrede her bir üniteye sirküle edilen su miktarı sabittir.

Soğutma sistemindeki sekonder devrelerde de, sirküle edilen su miktarı mevcut sistemde sabittir. Klima - havalandırma santralleri ile fan - coil üniteleri için ayrı zon pompaları bulunmaktadır.

2.3 Havalandırma Sistemi Genel Özeti

Yapının klima-havalandırma sisteminde kullanılan cihaz tipleri aşağıdaki gibidir;

Hijyenik olmayan temiz hava santralleri, %100 dış havayı alarak ön filtre ve ana filtreden geçirmektedir. Bu gruba 1. filtreleme kademesi denilmektedir. Kış mevsiminde temiz hava, hizmet verilen mahalle ısıtıcı serpantinler ile ısıtılarak verilmektedir. Taze hava santralleri yaz mevsimlerinde %100 dış havayı hizmet verilen mahalle soğutucu serpantinler ile koşullandırarak göndermektedir.

Temiz hava santralleri, ön ve ana filtreler (1. filtreleme kademesi), ısıtıcı serpantinler, soğutucu serpantinler ve verici fanlardan meydana gelmektedir.

Ofis alanlarının asma tavanında 2 - borulu gizli tip fan - coil üniteleri bulunmaktadır. Bütün ofis alanlarının ısıtma ve soğutma ihtiyacı 2 - borulu fan-coil üniteleri ile sağlanmaktadır.

Ofisler için taze hava, yaz – kış şartlandırılmış olarak 10. kat (+ 37.10 kotu) mekanik odaya yerleştirilen merkezi taze hava cihazlarından verilmektedir. Binada ofis alanlarına hizmet etmek üzere 8 adet temiz hava santrali bulunmaktadır. Ofislerden egzost havasını atmak üzere çatıya yerleştirilen 4 adet egzost fanı bulunmaktadır. Ofis katlarında yer alan tuvalet hacimlerinin kirli havası yine çatıya yerleştirilen 4 adet çatı tipi egzost fanı tarafından emilerek atılmaktadır.

Bodrum katta ise sabit devirli egzost fanları bulunmaktadır. Otomobillerden kaynaklanan egzost gazları bilindiği üzere CO (karbonmonoksit) gazı içermektedir. Karbonmonoksit gazı havadan daha ağır olduğu için, bodrum kat egzost kanalları kolonlardan aşağı inip yerden 50 cm. yükseklikten emiş yapmaktadırlar.



Şekil 2.1 Soğutma kuleleri

Çizelge 2.1 Cihaz listesi ve elektrik tüketimleri

CIHAZ ADI	DEBİ m ³ /h	ELEKTRİK TÜKETİMİ kW	SOĞUTMA KAPASİTESİ kW	ISITMA KAPASİTESİ kW
Taze Hava Santrali 01	15700	11,00	154,00	121,00
Taze Hava Santrali 02	14640	11,00	143,00	113,00
Taze Hava Santrali 03	8130	5,50	82,00	63,00
Taze Hava Santrali 04	7985	5,50	75,00	89,00
Taze Hava Santrali 05	15700	11,00	154,00	121,00
Taze Hava Santrali 06	14640	11,00	143,00	113,00
Taze Hava Santrali 07	8130	5,50	82,00	63,00
Taze Hava Santrali 08	7985	5,50	75,00	89,00
Taze Hava Santrali 09	6300	3,00	58,00	51,00
Taze Hava Santrali 10	6300	3,00	58,00	51,00
Egzost Fanı 01	5500	1,50	-	-
Egzost Fanı 02	8100	2,20	-	-
Egzost Fanı 03	5500	1,50	-	-
Egzost Fanı 04	8100	2,20	-	-
Egzost Fanı 05	3020	0,55	-	-
Egzost Fanı 06	3020	0,55	-	-
Bodrum Egzost Fanı 01	17480	4,00	-	-
Bodrum Egzost Fanı 02	17480	4,00	-	-
Bodrum Egzost Fanı 03	17480	4,00	-	-
Bodrum Egzost Fanı 04	17480	4,00	-	-
Chiller Pompaları	66,8	5,2	-	-
Ofis Katları Isıtma Suyu Dönüş Pompası	35	2,5	-	-
Üst Zon Eşanjörü Soğutma Suyu Gidiş Pompası	86,1	4,9	-	-
THS 2/4/6/8/10 Soğutma Gidiş Pompası	59,3	3,8	-	-
THS 2/4/6/8/10 Isıtma Gidiş Pompası	9,6	0,6	-	-
Alt Zon FCU Soğutma Suyu Pompası	80,1	4,4	-	-
Alt Zon FCU Isıtma Suyu Pompası	4,75	0,3	-	-
Üst Zon Eşanjörü Isıtma Gidiş Pompası	17,2	1,6	-	-
THS 1/3/5/7/9 Soğutma Gidiş Pompası	43,5	2,7	-	-
THS 1/3/5/7/9 Isıtma Suyu Gidiş Pompası	6,8	0,4	-	-
Üst Zon FCU Soğutma Suyu Pompası	90,1	4,3	-	-
Üst Zon FCU Isıtma Suyu Pompası	30,1	2,2	-	-
Soğutma Kulesi Sirkülasyon Pompası	83,3	7,4	-	-
Chiller 01	-	290,60	1395,00	-
Chiller 02	-	290,60	1395,00	-
Soğutma Kulesi 01	83,30	30,00	1740,00	-
Soğutma Kulesi 02	83,30	30,00	1740,00	-
Kazan 01	-	0,50	-	814,00
Kazan 02	-	0,50	-	814,00
Kazan 03	-	0,50	-	814,00
Kazan 04	-	0,50	-	814,00

3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

3.1 Enerji Verimliliğiyle İlgili Kavramlar

Enerji verimliliğinden söz etmeye başladığımız zaman, enerji sözcüğünden başlayarak birçok kavram kullanırız. Yasalarda ise bu konu ayrı bir şekilde belirtilmiştir. Örneğin; "Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı"nda enerji; bir sistemin kendi dışında etkinlik üretme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998). Japon Enerjinin Rasyonel Kullanımı Yasası'nda enerji; sıvı yakıt, yanabilir doğal gaz ve kömür gibi yakıt şekilleriyle bunlardan elde edilen ısı ve elektrik olarak açıklanmıştır (Energy Conservation Center Japan, 1998). Bunların yanısıra, enerji tasarrufu konusunda Japonya'da üç defa ödül almış Naoto Shinkawa'ya göre enerji; "konforlu ve rahat geçimi sağlamak için gerekli olan para" olarak ifade edilmekte (Shinkawa, 1998) ve İngiltere'deki Enerji Verimlilik Ofisi'nce "peşin para" olarak da vurgulamaktadır (EEO, 1998). Bu tanımlar, bir bakıma, Çizelge 3.1 'de geniş kapsamlı gösterildiği gibi, "enerji = para" çağrışımını da yapmaktadır.

Çizelge 3.1 Enerji nedir? (Shinkawa, 1998)

ENERJİ NEDİR?
ENERJİ TASARRUFU = PARA TASARRUFU
ENERJİ = PARA

Aşağıda enerji verimliliğiyle ilgili belirli başlı kavramlar yer almaktadır (Özbakır, 2006) :

Enerji Kaynağı: Fosil kökenli kaynaklar, biyokütle kökenli kaynaklar, ikincil kaynaklar, yenilenebilir enerji kaynakları, hidrojen ve nükleer kaynaklar enerji kaynağı olarak adlandırılır.

Enerji Verimliliği: Enerji ve enerji kaynaklarının üretimden tüketime en yüksek etkinlikte değerlendirilmesini açıklar.

Enerji Tasarrufu: Enerjinin verimli olarak değerlendirilmesi amacıyla, üreticiler, dağıtıcılar ve kullanıcılar tarafından alınan tedbirler sonucunda belirli miktardaki üretimi ve hizmeti gerçekleştirmek için her aşamada harcanan enerji miktarlarındaki azalmadır.

Enerji Tasarrufu Etüdü: Enerjinin; üretim, çevrim, dağıtım ve tüketiminde, fabrika, bina, tesis ve cihazlarla ilgili olarak enerji tasarrufu olanaklarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar; bilgi toplama, ölçüm, değerlendirme ve rapor aşamalarından

oluşur.

Enerjinin Gerçekçi Kullanımı: Enerjinin tüketiciler tarafından sosyo-ekonomik ve ekolojik açıdan en elverişli biçimde kullanılması ve enerji kaynaklarının uygun yerine konmasıdır.

Enerji Yönetimi: Enerji ve enerji kaynaklarının olanaklar içersince en verimli biçimde kullanılmasını sağlamak üzere uygulanan önlemlerin tümünü kapsar.

Yukarıda belirtilen genel kavramlara paralel olarak, HVAC sistemlerinde kullanılan çeşitli etkinlik ve verim tanımları bilmek de büyük önem taşımaktadır (Hepbaşlı, 1999a).

3.2 Ekonomik Yatırım Analizi

Çoğu enerji tasarruf projesinde nispeten büyük miktarlarda paranın yatırımı söz konusudur (Hepbaşlı, 2000a). Enerji tasarruflarının değerinin hesaplanması ve enerji kullanımıyla ilişkili giderlerin tipleri şunlardır:

1. İlk Yatırım (Projenin sermaye giderleri)
2. Yakıt Giderleri (Gaz, fuel-oil, kömür, elektrik vb.)
3. Diğer İşletme Giderleri (Bakım, malzeme, işçilik, yardımcı hizmetler, depolama, taşıma)

Projelerin işletme giderleriyle ilgilenen imalat endüstrileriyle ilgili birçok başka giderler vardır. İmalat giderleri bakımından; ham malzemeler, işçilik, yakıttan başka enerji giderleri ve bakım giderleriyle ilgili direkt giderler vardır. Depolama ve kira gibi dolaylı giderle de söz konusudur.

Ekonomik yatırım analizinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır (Enerji Yöneticiliği Kurs Notları, 2010):

- Enerji tasarrufu potansiyeli belirlenmeli
- Maliyet analizi yapılmalı
- Cazip tercihler arasında duyarlılık analizi yapılmalı
- Açık ve öz bir rapor hazırlanmalıdır.

3.3 Net Bugünkü Değer Metodu (NPV)

NPV metodu ile; süreleri eşit uzunlukta olan dönemlerde gerçekleşen çeşitli nakit akışlarının belirli bir iskonto oranı üzerinden bugünkü değerinin bulunmasını sağlayan metottur.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+i)^t} - C_t \quad (3.1)$$

$NPV \geq 0 \rightarrow$ Kabul.

$NPV < 0 \rightarrow$ Red

Tek proje mevcut ise NPV ‘nin artı (pozitif) olması kabul için zorunlu gerekliliktir. Ancak değerlendirilen proje sayısı birden fazla ise, bu durumda NPV’si en büyük olan proje tercih edilecektir.

Bu metodu kullanarak, enerji verimli yatırımlarımızın, proje ömrü boyunca bize getirdiği parasal değeri ve yatırımın geri ödeme süresini (amortisman) hesaplayacağız. Bu hesaplama yönteminde; ilk yatırım maliyetine ek olarak işletme maliyeti de yıllık olarak göz önünde bulundurulacaktır. İşletme maliyeti; yıllık yakıt, bakım ve onarım maliyetlerini kapsayacaktır. Projenin yatırım ömrü sonunda eğer var ise hurda bedeli de hesaba dahil edilecektir.

Çizelge 3.2 ‘de NPV metodunun örnek hesap tablosu yer almaktadır. Bu örnekte 12.550 € ilk yatırım maliyeti olan bir cihaz satın alınmak istenmiştir. Cihazın 20 yıl sonunda hurda bedeli 5.000 € kabul edilmiştir. Bu cihazın montajından sonra verim artışından kaynaklı yıllık tasarruf 3.209 € olarak hesaplanmıştır. İşletme giderleri (bakım, yakıt vs.) yıllık 200 € ‘dur. Bu değerler basit girdi çıktılar olarak tabloya işlenir. Net nakit akışı bu giderlerin o yıl için toplamıdır. Bugünkü değer faktörü, paranın faizden kaynaklı değişimini ifade eder. 4 yıl sonra 1 € olan para, bugün 0,57 € olmaktadır. Bugünkü değer faktörü hesaplanırken yıllık enflasyon % 15 alınmıştır (her yatırım için farklıdır). Net nakit akışı ile bugünkü değer faktörü çarpılarak elde edilen değerler, cari hesabın yıllık çıktılarıdır. Kümülatif toplamda ise yatırımın finansal yolu gözlenebilir. Kümülatif toplam pozitif olduğu sene yatırımın kendisini geri ödediği senedir. Örneğimizde amortisman süresi 8 yıl olup, 20 yıl sonraki toplam tasarruf bugünün parasıyla 6.950,44 € ‘dur.

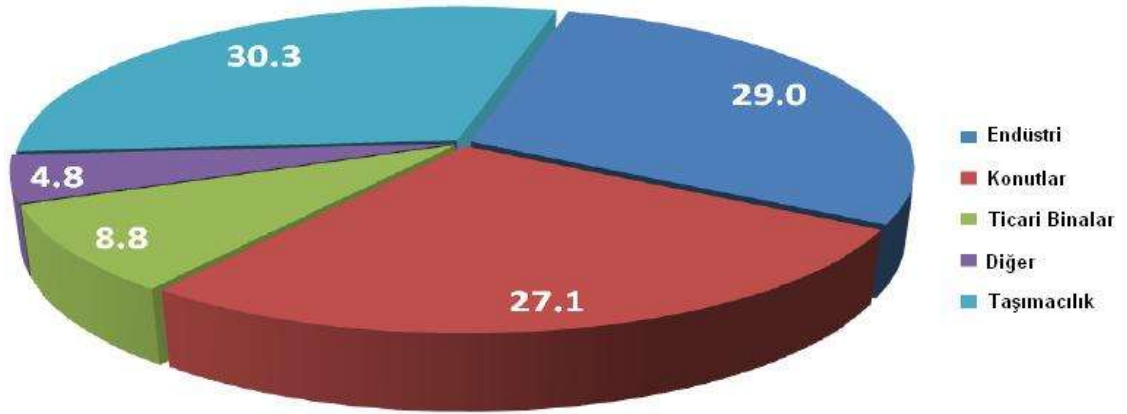
Çizelge 3.2 Örnek NPV metodu amortisman süresi hesap tablosu

NET BUGÜNKÜ DEĞER METODU ÖRNEK TABLO								
YIL	YATIRIM TUTARI	YILLIK TASARRUF	İŞLETME GİDERİ	HURDA DEĞERİ	NET NAKİT AKIŞI	BDF	NNA x BDF	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-12.550,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	-12.550,00 €	1,00	-12.550,00 €	-12.550,00 €
1	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,87	2.616,52 €	-9.933,48 €
2	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,76	2.275,24 €	-7.658,24 €
3	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,66	1.978,47 €	-5.679,78 €
4	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,57	1.720,41 €	-3.959,37 €
5	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,50	1.496,00 €	-2.463,37 €
6	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,43	1.300,87 €	-1.162,49 €
7	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,38	1.131,19 €	-31,30 €
8	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,33	983,65 €	952,35 €
9	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,28	855,35 €	1.807,70 €
10	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,25	743,78 €	2.551,47 €
11	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,21	646,76 €	3.198,24 €
12	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,19	562,40 €	3.760,64 €
13	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,16	489,05 €	4.249,69 €
14	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,14	425,26 €	4.674,95 €
15	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,12	369,79 €	5.044,74 €
16	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,11	321,56 €	5.366,29 €
17	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,09	279,61 €	5.645,91 €
18	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,08	243,14 €	5.889,05 €
19	0,00 €	3.209,00 €	-200,00 €	0,00 €	3.009,00 €	0,07	211,43 €	6.100,48 €
20	0,00 €	3.219,00 €	-200,00 €	5.000,00 €	8.019,00 €	0,06	489,96 €	6.590,44 €
							TOPLAM :	6.590,44 €

3.4 Enerji Verimliliği ve Binalar

Sanayi devriminin ardından elektrik temini için su, güneş ve jeotermal kaynakları mevcut fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. 19. yüzyılın başlarında petrolün bulunması ile 1973 petrol krizi ve iklim değişikliklerinin farkına varılması enerji tarihinin dönüm noktaları olarak sayılmaktadır. (Yılmaz, 2009)

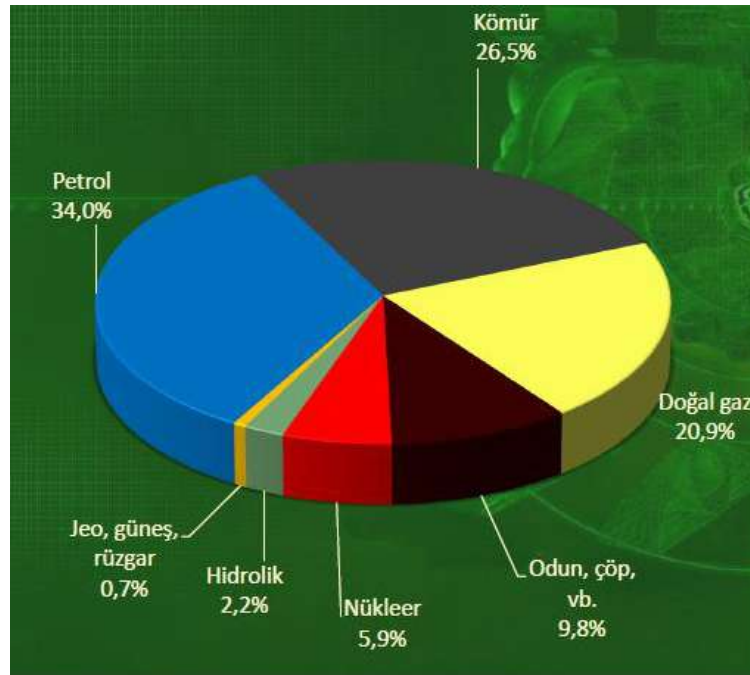
Enerji verimliliği, enerjinin verimli biçimde kullanılması, aynı ihtiyacı karşılamak amacı ile daha az enerji tüketebilmektir. Fakat bunu başarabilmenin bir maliyeti vardır. Amaç maliyetin geri ödemesinin kullanılan bina ömründen daha kısa olduğunun gösterilmesidir. (Yılmaz, 2009)



Şekil 3.1 Ülkemizde enerji tüketim dağılımı [1]

Enerji etkin binalar, kullanıcı konforundan ödün vermeden enerjiyi etkin ve en azda kullanabilmeyi sağlayabilmeli, iç ve dış ortam koşullarındaki değişimleri algılamalı, değişimlere anında cevap verebilmeli ve koşullara uyum sağlayabilmelidir (Bayraktar, 2008).

Konumuz açısından binalarda enerji verimliliği, ekipman seçiminde daha verimli ekipmanlar kullanılması, gereksiz yere enerji sarfiyatının önlenmesi, enerji ekonomisi ve yönetimi yapılması olarak sayılabilir. Dünyada enerji verimliliği kavramına paralel olarak geliştirilen politikaların en önemli dayanağı ısı yalıtımı olarak öne çıkmaktadır. Avrupa Birliği 'nde bina sektörünün toplam enerjinin % 40 'ını tüketmesi, ısı yalıtımı konusundaki çalışmaların öncelik kazanmasına yol açmıştır.



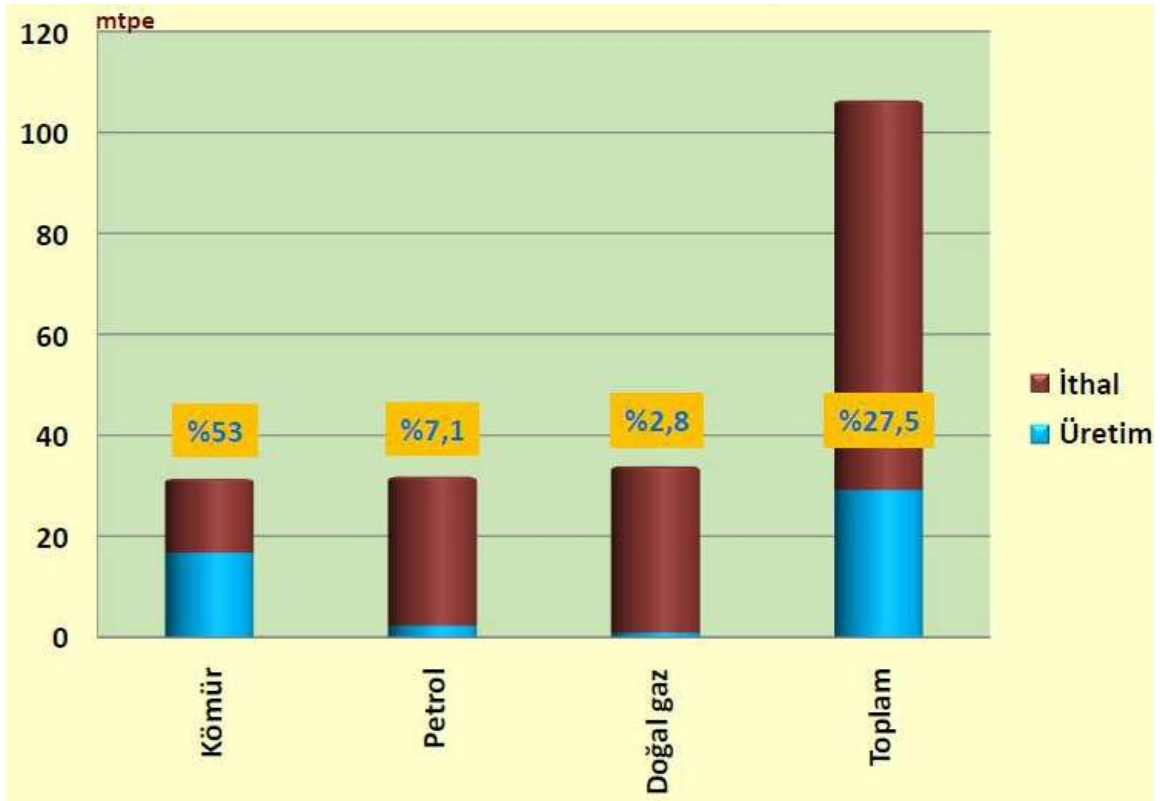
Şekil 3.2 Dünyada enerji tüketim dağılımı [2]

Binalardaki enerji ihtiyacı çok sayıda parametreye bağılı olarak değişkenlik göstermektedir. Bunlar ;

- Binalarda kullanılan HVAC sistemleri
- Binadaki aydınlatma sistemleri ile elektrik tüketen cihazlar
- Bina mimarisi
- İklim ve çevre koşulları
- İç ortamda sağlanması istenen konfor düzeyi
- Kullanılan yakıt türleri
- İşletme,bakım,servis (Yılmaz, 2009).

Yapılan bina enerji simülasyonlarında ele alınan değiskenlerin sayısı arttıkça, gerçeğe o derece yakın sonuçlar elde etmek mümkündür. Ancak ele alınan değişkenler arttıkça, simülasyon ve modelleme yapılması da o oranda zorlaşmaktadır. Genelde bina tekniğinde enerji performansı simülasyonu yapılacak olan binanın enerji tüketimi hesaplanırken, HVAC sistemleri, aydınlatma sistemleri, elektrik tüketen çeşitli ekipmanlar ile sıcak su hazırlama sistem ihtiyaçları göz önüne alınmaktadır. (Yılmaz, 2009)

Enerji giderlerinin önemli bir bölümünün bina sektöründe gerçekleştirildiği ülkemizde, binalarda enerji verimliliği çözüm geliştirilmesi gereken en önemli konulardan biridir. Avrupa Birliğine katılmayı hedefleyen ülkemiz, teknolojik ve sosyo - ekonomik açıdan gelişmiş ülkelerin seviyesine ulaşmak için yoğun bir çaba harcamakta, bu çabada en önemli engellerden biri de enerji tüketimindeki fazlalık olmaktadır. Ülkemizde nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme gibi olgular enerji tüketimini geçmişe göre hızla arttırmaktadır. Ancak, ülkemizde verimlilik kavramına yeterince önem verilmediğinden, enerjinin verimli kullanılmaması bir yandan enerji israfına ve ithalata (Şekil 3.3) yol açmakta diğer taraftan da çevre kirliliğine neden olmaktadır.



Şekil 3.3 Ülkemizde enerji ithalat oranı [3]

Enerji tasarrufu yapılmadığı ve enerji kullanımında verimlilik konusunda yeterli uygulamalar geliştirilmediği takdirde gelecekte ülkemizde ekonomi ve çevre sorunlarının yoğun olarak yaşanacağı açıktır.

Binalarda enerji verimliliğinin sağlanmasında mimari açıdan en etkili yol, projelendirme aşamasında binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanmasıdır. Binaların yüklendiği başlıca işlevler arasında pasif iklimlendirme işlevine değinmek olanaklıdır. Bu tür işlevi yüklenmelerinden ötürü binalar pasif iklimlendirme sistemleri olma niteliklerini de kazanmaktadırlar. Sözü edilen işlevi optimal düzeyde yerine getiren binalar iklim kontrolünde optimal performans gösterirler. Dolayısıyla, istenen termal koşulları cebri ısıtma sistemlerine minimum düzeyde takviye edici görev yüklenmesiyle gerçekleştirirler. Cebri ısıtma sistemlerine minimum düzeyde görev yüklenmesiyle, enerji kaynaklarının kullanımının ve enerji harcamalarının minimuma indirgeneceği açıktır. Bu tür enerji tüketimini minimum düzeye indirmek, binaları iklim kontrolünde optimal performans gösteren enerji etkin sistemler olarak tasarlamakla olanaklıdır. (Keleş, 2008)

Bina dışı çevredeki iklim elemanlarının etkilerine bağlı olarak herhangi bir binanın içerisinde iklimsel konforun ek enerji sistemlerine en az gereksinme duyularak gerçekleştirilebilmesi için, tasarım değişkenlerinin, uygun değerlere sahip olmaları gerekmektedir. (Koçlar Oral,

2008)

Bu parametreler aşağıda ele alınmıştır.

- Binanın konumu,
- Bina aralıkları (bina yüksekliklerine bağlı olarak),
- Binanın yönü,
- Bina formu,
- Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri,
- Doğal havalandırma düzeni (Özdemir, 2005)

Binanın bulunduğu yer; binanın konumu, gerek hava akımlarının gerek güneş ışınımının bina üzerindeki etkisi açısından önemli bir tasarım parametresidir. Bu parametre, arazinin yönü, arazinin eğimi, arazinin konumu ve arazi örtüsü gibi alt parametrelerin bütünüdür.

Bina aralıkları; binaların aralarındaki mesafelere, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak birbirleri için güneş ışıınımı ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler. Bu nedenle güneş ışıınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma ve ya kaçınma, binalar arasındaki açık mekanların ölçülerinin bir fonksiyonudur.

Binaların arasındaki mesafeler, binaların birbirlerinin güneş ışıınımı kazançlarını ve yararlı rüzgar etkilerini engellemeyecek şekilde belirlenmelidir.

Güneş ışıınımının ısıtıcı etkisi ve rüzgarın serinletici etkisi binanın yönlendiriliş durumuna göre değişmektedir. Bu nedenle, güneş ve rüzgarın yararlı etkilerinin optimize edilebilmesi için yöresel iklimsel gereksinimlere bağlı olarak tasarım aşamasında binalar için en uygun yönlendiriliş durumun belirlenmesi gerekmektedir.

Bina formu; bina uzunluğunun bina derinliğine oranı, bina yüksekliği, çatı türü ve eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişenlerin bütünüdür. Farklı formlara sahip binaların ısı kayıp ve kazançlarının da farklı olacağı açıktır. En az yakıt tüketimine sahip olacak binayı tanımlamada bina formu bina kabuğu ile birlikte ele alınarak uygun değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. (Keleş, 2008)

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri; bina kabuğu iç ve dış çevreyi ayıran bina elemanlarını kapsamaktadır. Bina kabuğundan güneş ışıınımı aracılığı ile kazanılan ısı miktarı bina kabuğunun güneş ışıınımına karşı yutuculuk, geçirgenlik, yansıtıcılık gibi optik özellikleri ile toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı (pencere alanın cephe alanına oranı) gibi termofiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Tasarım aşamasında bu özelliklere,

ısıtmanın istendiği dönemde güneş ışınlamından maksimum yarar sağlayacak değerlerin kazandırılması enerji ekonomisi açısından gerekli olmaktadır.

Güneş kontrolü ve doğal havalandırma, yukarıda açıklanan yapısal parametrelerin dışında binanın enerji giderlerinin azaltılmasında, güneş ışınlamı ve rüzgar etkilerinden optimum yararlanacak kontrol sistemlerinin kullanılması da büyük önem taşımaktadır. Bu etkilerden optimum yararlanacak kontrol sistemlerinin tasarlanması, yararlı etkilerin maksimize, zararlı etkilerin minimize edilmesi diğer bir deyişle bu etkilerden gerektiği dönemlerde yararlanma, gerektiği dönemlerde korunmayı gerektiren güneş kontrolü ve doğal havalandırma sistemlerinin tasarlanmasını kapsamaktadır. (Koçlar Oral, 2008)

Bina tasarımı açısından öncelikle yukarıda açıklanan tasarım parametreleri için uygun değer kombinasyonlarının sağlanarak aktif sistemlerin görev paylarının minimize edilmesini olanaklı kılan pasif sistemlerin tasarlanmasıdır. Ancak yılın belirli dönemlerinde dış iklimsel elemanların şiddetine bağlı olarak bina içersinde istenilen konfor koşullarının sağlanmasında pasif sistemler yetersiz kalabilir. Bu dönemlerde aktif sistemlerin devreye girmesi zorunlu olabilmektedir. Aktif sistemler enerji tüketen sistemler olduğundan, enerji verimliliğinin sağlanmasında aktif sistemlerin tükenmeyen, temiz yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanması sağlanmalıdır. Yenilenebilir, temiz ve tükenmeyen bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi ülkemiz için yakın bir gelecekte temel bir enerji kaynağı olacağı düşünülerek öncelikle güneş enerjisinden yarar sağlayan sistemlerin irdelenmesi gereklidir. Mimari elemanlarla entegre edilebilen ve güneş enerjisinden yarar sağlayan fotovoltaiik ve parabolik sistemlerin irdelenmesi bu açıdan önem taşımaktadır. (Koçlar Oral, 2008)

3.5 Karbon Salınım Etkenleri

Binalarda enerji temini için kullanılan fosil yakıt ve elektrik enerjisi karbondioksit salınımına sebebiyet vermektedir. Binanın sürdürülebilirlik kalitesi (enerji verimliliği) üretimine sebep olduğu karbondioksit gazı ile ilişkilendirilmektedir. (Yılmaz, 2009)

Atmosfere salınarak çevreye zarar veren gazların üretilmesindeki kullanılan birincil enerji çeşidiyle ilişkilendirilmesindeki sera gazı emisyonu dönüşüm katsayıları Çizelge 2.2’de verilmiştir. (Arisoy vd, 2008)

Çizelge 3.3 Enerji tüketimi – CO₂ üretimi dönüşüm katsayıları (Arısoy vd, 2008)

Kullanılan Birincil Enerji Cinsi	CO ₂ Dönüşüm Katsayısı (kg CO ₂ /kWh)
Elektrik	0,354
Doğalgaz	0,202
Sıvı Yakıtlar	0,286
Hidrojen	0

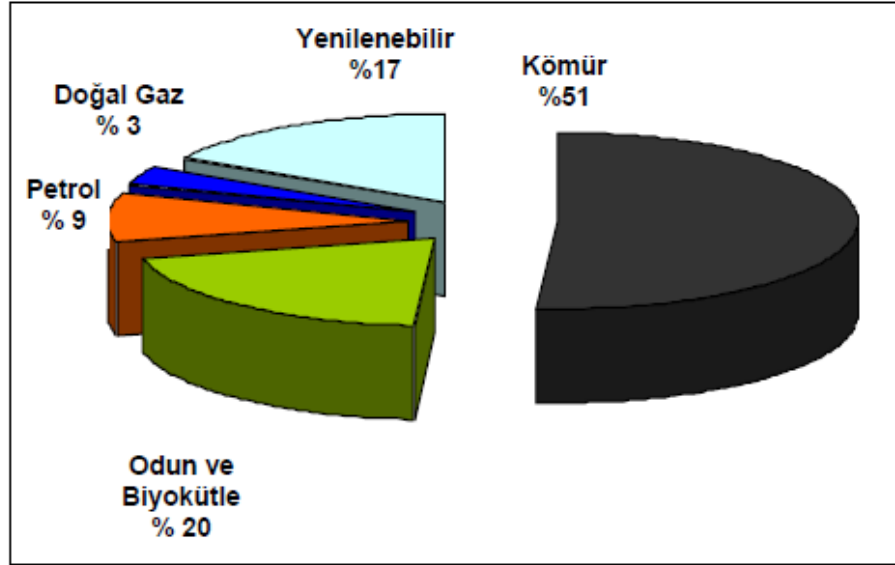
Doğalgaz ısınma amacıyla tüketilen enerji kaynaklarından en temiz olmakla birlikte, kullanım amacıyla tüketilen elektrik, binalarda yüksek oranda sera gazı emisyonuna sebebiyet vermektedir. Öte yandan doğalgaz günümüzde kullanımı en yaygın ve en ucuz yakıt cinsi olarak görülmektedir. Doğalgaza göre fuel - oil iki kat, motorin ile elektrik ise dört kat daha pahalı olarak kullanılmaktadır. (Küçükçalı, 2005)

Tüketilen elektrik miktarı (kWh) değeri standartça belirlenen özgül değerle çarpılarak şebeke elektriği tüketmenin yarattığı CO₂ miktarı hesaplanabilir. Elektrik kullanımının sebep olduğu karbondioksit üretimi bir çok kaynağa göre farklılık göstermektedir, bunun sebebi kaynağın kullanıldığı ülkedeki elektrik üretiminin çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır.

3.6 Türkiyede Sürdürülebilirlik ve Enerji Verimliliği Mevzuatı

Dünyada artan enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıtların giderek azalması enerjinin korunumu ve enerji verimliliği konusundaki çalışmaların sürekli olarak gündemde olmasını zorunlu kılmaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi faktörler bu tip çalışmaların gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde ülkeler; sanayi, konut, ulaşım gibi sektörler başta olmak üzere bir çok sektörde enerjinin verimli kullanımını, uyguladıkları enerji politikaları ile teşvik etmektedirler. Mali teşvikler, kontrol ve bilgilendirme gibi hizmetler ortaya sunulmaktadır. Kimi ülkelerde ise, enerji verimliliği yatırımları için devletler ucuz kredi, vergi indirimi ve ya vergi muafiyeti gibi destekler de sunmaktadırlar. Fakat maalesef ülkemizde vergi muafiyeti ve ya indirimi gibi bir durum söz konusu değildir. Şu an için tek sevindirici gelişme, küresel modaya uyan bankaların enerji verimliliği arttırıcı projeler ve yenilenebilir enerji sistemleri için ayrıcalıklı ve düşük faizli kredileri müşterilerine (bireysel ve ya kurumsal) sunmalarıdır. (Yılmaz, 2009)

Ülkemizde enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik hususlarında binaları ilgilendiren bazı önemli mevzuatlar mevcuttur.



Şekil 3.4 Ülkemizde birincil enerji üretiminin kaynaklara dağılımı [4]

3.6.1 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008)

2008 yılında yürürlüğe giren bu yönetmeliğin amacı; binalardaki ısı kayıplarının azaltılmasına, enerji tasarrufu sağlanmasına ve uygulamaya dair usul ve esasları düzenlemektir.

Yönetmeliğe göre binalar, ısı kayıpları bakımından çevre şartlarına göre yalıtılmak zorundadırlar ve binalar için belirli formüller ile hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı, yine bu yönetmelikte verilen sınır değerlerini aşamaz. Yönetmelikte ayrıca bina amaçlarına göre baz alınması gereken aylık ortalama iç sıcaklık değerleri de verilmiştir. Bina için ısı yalıtımı hesabı yapılırken, ülkenin bölgelerine göre duvarlar için toplam ısı geçiş katsayısı değerlerine uyulması gerekir. Şayet, tavsiye edilen değerler aşılsa bile, toplam yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının yönetmeliğin sınırlandırdığı değeri aşmasına izin verilmemektedir.

Yönetmelik hükümleri uyarınca, yeni yapılacak binalar için TS 825 standardında açıklanan hesap metoduna göre yetkili makine mühendisinin hazırlamış olduğu “ısı yalıtım projesi” binaya inşaat ruhsatı alabilmek için yetkili merciler tarafından istenmektedir.

3.6.2 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008)

3.6.2.1 Amaç ve Kapsam

2008 yılı sonunda yürürlüğe giren bu yönetmeliğin amacı, iklim koşullarını, iç ortam ihtiyaçlarını ve maliyetleri de dikkate alarak bir binanın tüm enerji kullanımlarının

değerlendirilmesini sağlayacak hesap yönetiminin belirlenmesini, karbondioksit (CO₂) emisyonu açısından sıfırlandırılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin denetlenmesini, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını ve binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini düzenlemektir.

3.6.2.2 Mimari Açıdan Değerlendirilmesi

Yönetmelikle beraber doğal ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma imkanlarından mümkün olan en fazla seviyede yararlanılması zorunlu kılınmıştır. Ayrıca iç mekan yerleşimlerinin, maksimum kazancı sağlayacak şekilde yapılması, bina içerisinde kullanılacak yerleşim alanlarının güneş ışığı ve ısısıyla aydınlatma ve ısınma imkanlarından optimum derecede faydalanılması ve bunun gerekliliği belirtilmiştir.

“Binalarda Isı Yalıtımı” yönetmeliğine paralel olarak ısı yalıtım projesi zorunluluğu ve mimari proje ile yalıtım projesinin tutarlılığının denetlenmesi vurgulanmış ve bina yapım malzeme karakteristikleri hakkında açıklamalara yer verilmiştir.

Pencere sistemlerinde ısı ve güneş kontrollü camlar kullanılması, ısıtma ve yalıtım için, TS 825: Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı 'nda belirtilen kural ve yöntemlere uyulması, ve ayrıca binadaki tüm mekanik tesisat kapsamında, tesisatın yalıtılması gerekliliği vurgulanmıştır. Yönetmelik eklerinde ısı yalıtımı uygulama detayları şekiller halinde detaylı olarak açıklanmıştır. (Yılmaz, 2009)

3.6.2.3 HVAC Sistemleri Açısından Değerlendirilmesi

Yönetmelikte ayrıca belli yapılarda merkezi sistemler kullanılması, yoğunlaşmalı ısıtma sistemleri kullanılması, merkezi sistemlerde otomasyon sistemi olması gerekliliği, değişken devir teknolojisinden yararlanılması, daha yüksek verimli ekipman seçimleri yapılması gerekliliği de vurgulanmıştır. Yönetmelik eklerinde uyulması gereken asgari yalıtım kalınlıkları açıkça belirtilmiştir.

3.6.2.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı Açısından Değerlendirilmesi

Yönetmeliğin getirdiği en önemli yenilik ise toplumu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına teşvik etmesi olmuştur. Yönetmeliğe göre 1000 m² 'nin üzerinde kullanım alanına sahip yeni yapılacak belirli tip yapılarda, enerji ihtiyacını kısmen veya ihtiyacın tamamını karşılamak üzere, fosil kaynaklı olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması, rapor şeklinde ilgili idareye sunulur ve 20.000 m² 'ye kadar geri ödemesi 10 yıl, 20.000 m² 'den büyük yapılarda ise geri ödemesi 15 yıl olmak şartı ile bu yenilenebilir teknolojilerin

kullanılması ile belirli şartlar altında hava, su ve toprak kaynaklı ısı pompaları ile çeşitli güneş kaynaklı enerjilerin kullanımı da zorunlu kılınmıştır.

Maliyeti, toplam inşaat maliyetinin yüzde onunu geçmeyen binalarda, kojenerasyon sistemi yapılması zorunluluğu getirilmiştir. (Yılmaz, 2009)

3.6.2.5 Binalar İçin Enerji Kimlik Belgesi Düzenlenmesi

Yönetmelikle birlikte, belirli koşullar altında, binalar için enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bu belgede bulunması gereken bilgiler gibi zorunluluklar getirilmiştir.

Yönetmelik eklerinde enerji sınıfları, sera gazı referans değerleri, emisyon sınıfları ile sera gazı emisyon dönüşüm katsayıları çizelgeler halinde verilmiştir. Örnek bir bina enerji kimlik belgesi Ek 2 'de yer almaktadır.

3.6.3 TS-825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı (Türk Standartları Enstitüsü, 2008)

Son olarak 2008 Mayıs ayında güncellenen TS-825 standardı ile binalarda ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını hesaplama kurallarına dair yöntemler ve tarifler verilmiş ve binalarda izin verilebilir en yüksek ısıtma enerjisi değerlerinin belirlenebilmesi amaçlanmıştır.

Isı yalıtımı yakıt tasarrufunun birinci ve en önemli unsurlarından biri olarak gösterilmektedir. Türkiye açısından ısı yalıtımı konusunda 1981 ve 1998 tarihleri önem arz etmektedir. Bu yıllarda yayınlanan ve güncellenen ısı yalıtımıyla ilişkili TS 825 ve Bayındırlık Bakanlığı yönetmelikleri ile binalarda ısı yalıtımı yapılması şart gösterilmiş ve mertebe hakkında bilgiler verilmiştir. Bu düzenlemeler hususunda üç tip bina ve binaların ısıtma ihtiyacına ilişkin bilgi Çizelge 3.4 'de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Yalıtıma göre ısıtma ihtiyaçları (Küçükçalı, 2005)

Tip	Isıtma İhtiyacı	Fark
Yalıtımsız Bina	100	-
1981 Yönetmeliklerine Uygun Bina	67	33%
1998 Yönetmeliklerine Uygun Bina	42	58%

Buna göre yalıtımsız bina ile 1981 yönetmeliklerine uygun bina arasında %33 yakıt tasarrufu, 1981 ile 1998 yönetmeliklerine uygun binalar arasında %37,5 yakıt tasarrufu ve yalıtımsız bina ile 1998 yönetmeliklerine uygun bina arasında %58 yakıt tasarrufu söz konusu

olmaktadır. (Küçükçalı, 2005)

3.6.4 Enerji Verimliliği Kanunu (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008)

Enerji verimliliği hususunda önemli bir gelişme de 2007 yılında yürürlüğe giren ‘Enerji Verimliliği Kanunu’dur. Bu kanunun amacı, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesini ve çevrenin korunmasını sağlamak amacıyla, enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Kanun, sanayi işletmelerinde, binalarda, ve ulaşım sektöründe enerji verimliliğini artırılmasına toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak esasları içermektedir.

3.7 AB Enerji Verimliliği Politikaları

Enerji verimliliği, AB’nin söylemlerinde önemli ve öncelikli konuların başında olarak ifade edilmekle birlikte, bu konudaki politikalar ve stratejiler henüz taahhüt içeren bir belgeye bağlanamadı. Politika ve stratejilerin netleşmemesine paralel olarak enerji verimliliği hedeflerinin sadece söylem niteliğinde olması, konu hakkındaki AB yasalarının bu hedeflere ulaşacak uygulamaları düzenlemede yetersiz kalması sonucunu doğurdu. AB Komisyonu tarafından oluşturulan taslak politika dokümanları hayata geçirilmeye çalışılırken, son dönemde AB liderlerinin enerji verimliliği hedeflerine yönelik olarak kendilerini bağlayıcı söylemleri, enerji verimliliği uygulamalarını da yönlendirmeye başladı. Bu çerçevede, 2020 yılına kadar enerji tüketiminin yüzde 20 azaltılması, AB liderlerinin somut ve taahhüt niteliğindeki hedefleri olarak ortaya çıktı. 20-20-20 olarak ifade edilen bu hedef, enerji verimliliği tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanmasını, AB’nin öncelikli gündemi haline getirdi. AB’nin 20-20-20 hedefi, Aralık 2009 ’da Kopenhag ’da yapılan BM İklim Değişikliği Sözleşmesi 15 ’nci Taraflar Toplantısı ’nda AB ’nin açıkladığı ve sonuç bildirgesine yansıttığı iklim değişikliği çerçevesinde sera gazı emisyonlarının azaltılması ve küresel ısınmanın iki derecenin altında tutulması hedeflerine de önemli bir katkı olarak görülüyor. Sera gazı salınımlarının azaltılması ile enerji tüketiminin azaltılması arasındaki doğrudan bağlantı nedeniyle enerji tüketiminin azaltılması, sera gazı salınımlarının azaltılmasında kilit çözüm olarak kabul ediliyor. AB’nin hedeflediği enerji tasarrufunun mevcut karbondioksit emisyonlarını 860 milyon ton azaltması bekleniyor.

Enerji tüketiminin azaltılması hedefleri, AB ’nin önemli problemlerinden biri olan enerjide arz güvenliği probleminin çözümüne de katkı sağlayacak bir faktör olarak görülüyor. Enerji tüketiminin azaltılması AB ’nin toplam enerji tüketimini karşılayan kaynaklarda dışa

bağımlılığı azaltacağından, enerji güvenliğinin artırılmasında bir araç olarak ortaya çıkıyor. Sanayide ve hizmetlerde enerji tüketiminin azaltılması, AB sektörlerinin rekabet gücünü de artıracaktır. Yüzde 20 tasarrufun parasal karşılığı olarak 220 milyar Avro doğrudan tasarruf yapılabileceği hesaplanmaktadır. Enerji tasarrufu rakamsal olarak 400 milyon ton petrole eşdeğer olarak ifade ediliyor. Bu miktarın ciddi bir bölümü sanayi ve hizmet sektörlerine girdi maliyetlerinin azalması olarak yansıyor ve rekabet gücünün artmasına ciddi katkılar sağlayacaktır. Enerji verimliliğinin geliştirilmesi ve 20-20-20 hedefine ulaşılmasının önünde en önemli engel olarak, AB 'nin mevcut yasalarının zayıf olması görülüyor. Mevcut yasalar ile bu hedefe ulaşamayacağına inanan AB, bu yasaları geliştirme yönünde çalışmalar başlattı. Bu kapsamda, binalarda enerji performansı mevzuatı, enerji etiketleri mevzuatı ve kojenerasyon mevzuatının revizyonunu öngören AB, enerji verimliliği paketini yürürlüğe sokma çalışmalarına hız kazandırdı.

Enerji verimliliğinin geliştirilmesinde diğer bir engel de, tüketicinin farkında olmamasıdır. Enerji verimliliğinin potansiyel faydaları hakkında oldukça düşük olan farkındalığın artırılması yönünde tedbirler alınması ve uygulanması üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Temel yatırımları tetikleyecek altyapıların olmayışı ve enerji verimliliği olan yapıların, üretimlerin ve hizmetlerin piyasa tarafından kavranamaması, üzerinde durulması gereken diğer bir noktadır. (Heperkan vd, 2008a)

3.8 2002/91/EC Enerji Performansı Direktifi

Avrupa Birliği, ortak çevre ve enerji politikalarının oluşturulmasına yönelik olarak direktifler yayınlamaktadır. Bu direktiflerden bir tanesi de konut ve konut harici binalarda enerji tasarrufu sağlanması amacıyla yayınlanan binaların enerji performansına dair direktiftir.

2002/91/EC direktifi, ülkemizdeki binalarda enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik konulu yönetmelikler ve standartların referans olması kaydıyla ve Avrupa Birliği uyum yasaları dolayısıyla önem kazanmaktadır.

4 Ocak 2003 tarihinde yürürlüğe giren bu direktif ile Avrupa Birliği 'ne üye ülkeler dahilinde, hem mevcut hem de yeni yapılacak binalarda enerji performansı değerlendirilmesine ilişkin belirli standartlar ve ortak bir yöntem getirmenin yanı sıra, düzenli bir denetim ve değerlendirme mekanizması kurarak binalarda enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. (Heperkan vd, 2008b)

3.9 Enerji Verimliliği Potansiyeli

AB 'nin enerji verimliliği tedbirleri ile sağlayabileceği tüketim azaltımı potansiyeli; sanayide yüzde 19, ulaşırmada yüzde 20, konutlar ve hizmet sektöründe de yüzde 30 olarak belirlenmiştir. Bu potansiyeli enerji verimliliği araçları ile enerji tüketiminin azaltılmasına dönüştürmek, buna yönelik olarak politikalar geliştirilmesine ve bu politikaları gerçekleştirilecek somut tedbirlerin belirlenmesi ve uygulanmasına bağlıdır. AB, bu tedbirleri Avrupa Enerji Verimliliği Eylem Planı ve Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planları kapsamında belirleme ve uygulamayı tercih etmiştir.

Üretim ve hizmetlerde enerji tüketimini azaltacak teknolojilerin geliştirilmesi, AB 'nin enerji verimliliği hedeflerine ulaşmasında en önemli araç olarak ön plana çıkmıştır. ARGE çalışmaları ile teknoloji geliştirme üzerinde uzun süredir çalışılmaktadır. Çevre mevzuatı kapsamında çevrenin korunmasına yönelik kurallar, enerji verimliliğini geliştirecek diğer bir araç olarak görülmektedir. Emisyon azaltımı ile enerji verimliliği arasındaki ilişki ve paralellığe bağlı olarak emisyon ticareti enerji verimliliğinin geliştirilmesine katkı sağlayacak diğer bir araç olarak görülmektedir. Devlet yardımları ve vergilendirme de, önemli bir enerji verimliliği geliştirme aracıdır. Bu kapsamda, enerji verimliliği mevzuat ve tedbirlerine uyumlu üretim, hizmet ve faaliyetlerin devlet yardımları ile desteklenerek teşvik edilmesi, mevzuat ve tedbirlere uyumlu olmayanların vergilendirme uygulamaları ile caydırılması söz konusudur. AB, sanayi politikaları ve bu politikalar kapsamında enerji verimliliği tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanmasını da enerji verimliliği hedeflerine ulaşmada bir araç olarak görmektedir.

AB, üye ülkelerin liderleri ağzından enerji verimliliği tedbirleri uygulayarak 2020 yılına kadar enerji tüketimini yüzde 20 oranında azaltma hedefi ile kendisini bağlamıştır. Bundan sonraki süreçte; ilgili AB yasalarının geliştirilmesi, AB enerji verimliliği politikalarının netleşmesi, politikaları gerçekleştirecek tedbirlerin belirlenmesi ve uygulanması AB 'nin gündemini oluşturacaktır.

3.10 Çalışmada Kullanılan Enerji Verimliliği Yazılımları

Tez kapsamında bazı bina enerji performans yazılımları kullanılmıştır. Tez kapsamında kullanılan bu yazılımlar aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

3.10.1 HAP (Hourly Analysis Program)

Simülasyon amacıyla kullanmış olduğumuz Carrier firması tarafından piyasaya sürülmüş olan HAP 4.40 programı, binalarda kullanılan ana HVAC sistemini boyutlandırabilmekte aynı

zamanda yıllık enerji kullanımı ve enerji maliyetini modellemek için bir yıllık simülasyon yapabilmektedir.

HAP altı adet hesaplama motoru kullanmaktadır. Yük hesaplama motoru, ASHRAE Transfer Fonksiyonu Metoduna göre bina içerisindeki dinamik ısı transferini analiz etmekte ve mahaller için ısıtma ve soğutma yüklerini hesap etmektedir. Sistem motoru, sistemlerin hava tarafındaki termomekanik işletimi simüle etmektedir.

Boyutlandırma motoru bina içerisinde kullanılan difüzörler, klima santralleri, fanlar, serpantinler ve nemlendiricilerin boyutlandırılmasında kullanılır. Ekipman motoru su soğutma grupları ile sıcak su kazanlarını simüle etmektedir. Bina simülasyon motoru ise enerji ve yakıt tüketimini diğer motorlarla birlikte çalışarak hesap edip bina için yıllık bazda enerji tüketimini simüle etmektedir. Son olarak ise ömür bazlı bir simülasyon motoru ile toplam ömür boyunca (life cycle cost) yatırım işletme ve bakım maliyetleri simüle edilebilmektedir. (Yılmaz, 2009)

Carrier HAP, ASHRAE Standardı 90.1-2001 tarafından belirlenen simülasyon araçları ihtiyaçlarını karşılamaktadır, aynı zamanda LEED ve BREEAM projelerinin hesaplamalarında kabul edilebilir bir programdır.

Program kullanımı kolay olan bir arayüze sahiptir. Başlama esnasında, proje için iklim değerlerinin tarıflendiği kısım bulunmaktadır. İklim değerleri kullanıcı tarafından degistirilmedigi sürece ASHRAE tarafından yayınlanan verilerdir. Takip eden kısımda, binada bulunan mahallere ilişkin iç kazançlar, kayıplar ve kullanım sıklığı gibi tarifler yapılmaktadır. Sonraki aşamada ise binaya ait HVAC sistemi seçilmektedir. Merkezi iklimlendirme, zon iklimlendirmesi, mahal iklimlendirmesi gibi kavramlar bu kısımda tanımlanmaktadır. İlerleyen kısımda binaya ait kazan, su soğutma grubu vb. gibi merkezi iklimlendirme sistemleri boyutlandırılır. En son aşamada ise bina kullanımına ait, birim elektrik ve yakıt değerleri programa girilerek, toplam bina simülasyonu yapılabilmektedir.

3.10.2 RETScreen

Kanada Doğal Kaynaklar bakanlığı desteği ile yayınlanan RETScreen yazılımı, sanayiden ve akademik çevrelerden uzmanların katkısıyla geliştirilen bir proje destek aracıdır. Kullanımı kolay ve kullanıcı dostu olup Microsoft Excel tabanlı bir programdır. RETScreen ile çeşitli enerji verimli ve yenilenebilir enerji teknoloji türlerinin enerji üretimi ve tasarruflarını, yaşam çevrim maliyetlerini, emisyon azaltımlarını, finansal uygulanabilirliklerini ve risklerini değerlendirmek üzere dünya çapında kullanılmaktadır. Bu yazılım, aynı zamanda, ürün,

maliyet ve iklim veritabanları ile detaylı bir kullanıcı rehberini de içermektedir.

Program dahilinde beş ana modül bulunmaktadır. İlk modülde, ayarlar ve proje bilgileri ile enerji modeli tariflenmektedir. Maliyet analizi modülünde projeye ilişkin ilk yatırım maliyeti ile işletme maliyeti ile ilgili bilgiler girilmektedir. Üçüncü modülde atmosfere salınan zararlı gazların emisyon analizi, dördüncü modülde ise projeye ilişkin bir ömür boyu maliyet hesabı ile finansal analiz gerçekleştirilmektedir. Beşinci modülde ise risk ve duyarlılık analizi yapılmaktadır. [5]

RETScreen, potansiyel enerji projelerinin tanımlanması ve değerlendirilmesiyle ilişkili maliyetleri (hem para hem zaman açısından) ciddi seviyede azaltır. Fizibilite öncesi, fizibilite, geliştirme ve mühendislik safhalarında ortaya çıkan bu maliyetler, Yenilenebilir Enerji ve Enerji Etkin teknolojilerin benimsenmesinin önünde başlıca engeller haline gelebilmektedir. Bu engellerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olan RETScreen, gerek projelerin uygulanmasında karşılaşılan maliyetleri, gerek temiz enerji alanında faaliyet gösterilmesiyle ilgili maliyetleri azaltır.

RETScreen, dünya çapında kullanıcıların 5 milyar ABD dolarından fazla tasarruf etmesini doğrudan sağlamıştır; 2013 yılında bu sayının 8 milyar ABD dolarını oldukça geçmesi beklenmektedir. Temiz enerji kullanımını kolaylaştıran RETScreen, sera gazı emisyonlarında ciddi bir azalmaya dolaylı da olsa katkıda bulunmaktadır; temkinli bir tahminle 2013 yılında bu azalma yıllık 20 milyon ton düzeyinde olacaktır. Ayrıca 2013 yılına kadar RETScreen 'in dünya çapında yaklaşık 41 milyar ABD doları değerinde, en az 24 GW'lık kapasiteye sahip temiz enerji tesisi kurulumuna yardımcı olacağı tahmin edilmektedir.

RETScreen 'in geliştirme süreci, uluslararası düzeyde başarılı bir işbirliğine örnek oluşturmaktadır. Geliştirilmesi ve idaresi Kanada Hükümeti tarafından, Natural Resources Canada'nın Quebec, Varennes'teki CanmetENERGY araştırma merkezi üzerinden gerçekleştirilen RETScreen, sanayiden, hükümetten ve akademik çevrelerden gelen uzmanlardan oluşan uluslararası bir uzman ağınca desteklenmektedir. Başlıca ortaklar arasında NASA, Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Ortaklığı (REEEP), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Küresel Çevre Fonu (GEF) yer almaktadır. [5]

4. MEVCUT ELEKTRİK TÜKETİM ANALİZİ

4.1 Analizde İzlenen Yol

Çizelge 2.1 ‘de binamızda yer alan mekanik tesisat ekipman listesi yer almaktadır. Bu cihazların etiket değerlerinde yer alan kapasiteleri ve elektrik tüketimleri de çizelgeye işlenmiştir. Bu listeye göre, cihazların kullanılış amaçları, hizmet ettiği noktalar, bina yöneticileriyle yapılan görüşmeler ve bazı kabuller doğrultusunda cihazların enerji tüketim profilleri çıkartılmıştır.

Ayrıca 2 yıllık elektrik fatura ortalamaları bir çizelge haline getirilmiş (Çizelge 4.2) ve gerçek tüketim değerleri elde edilmiştir. Bu gerçek tüketim değerlerinin içerisinde, aydınlatma, elektronik cihazlar, asansörler ve buna benzer ekipmanlar da mevcuttur. Cihazların etiket değerleriyle, bu cihazların günlük çalışma sürelerini çarparak elde ettiğimiz mekanik tesisat ekipmanlarının tüketim profillerini, binanın faturalardaki elektrik tüketiminden çıkartırsak HVAC dışı sabit elektrik tüketimlerini hesaplayabiliriz.

Bu değerleri, aylık olarak çizelgelere işlediğimizde ortaya yıllık tüketim eğrileri çıkmaktadır. Bir sonraki bölümde yapacağımız verimlilik arttırıcı projelerin hem fizibilite analizlerini yaparken, hem de verimlilik arttırıcı projeleri geliştirirken bu çizelgelere göre hareket edeceğiz.

Bu çizelgelerde ayrıca HVAC cihazlarının çektiği elektrik enerjisinin, yıl boyunca binanın tüm elektrik enerjisine olan oranını görebileceğiz. Buna göre, hangi noktalarda enerji verimliliği sağlayabileceğimiz (tasarruf noktaları) konusunda fikir sahibi olabileceğiz.

4.2 Elektrik Tüketim Profilleri

Çizelge 4.1 ‘de yer alan aylara dağılmış, HVAC cihazlarının kWh olarak elektrik tüketim değerleri hesaplanırken, cihazların iş günlerinde ve günde 14 saat olarak çalıştıkları varsayılmıştır.

Soğutma yükünün analizini doğru yapabilmek için, devamlı çalışan cihazlara ek olarak soğutma döneminde çalışacak ekipmanlar (chiller, soğutma kulesi ve soğutma devresi pompaları) bina yönetiminden edinilen bilgiler de göz önüne alınarak belirli bir kullanım yüzdesi (diversite) ile çarpılmıştır.

Çizelge 4.1 HVAC cihazları aylık elektrik tüketim dağılımı

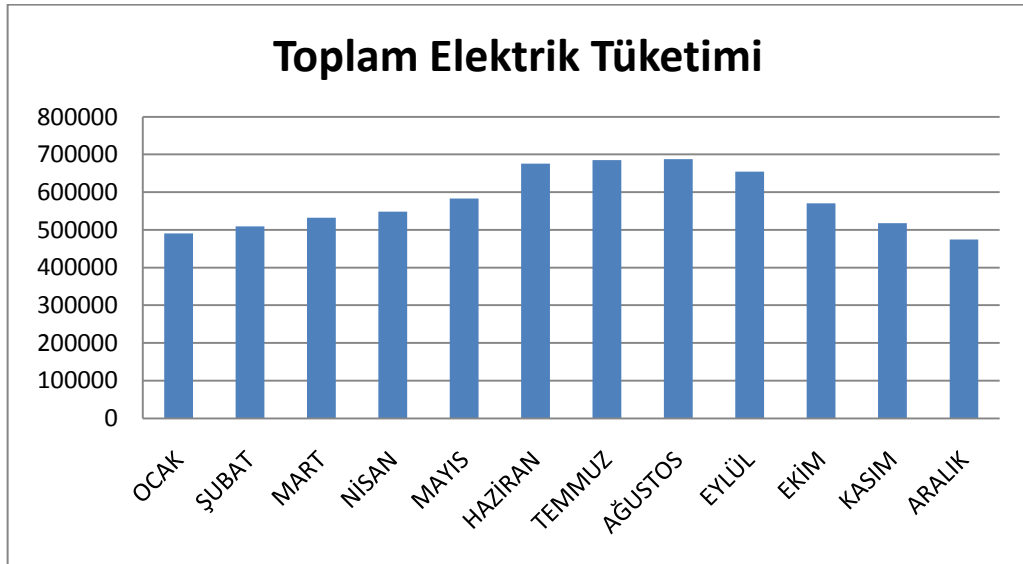
CİHAZLAR ELEKTRİK TÜKETİM (kWh)								
AYLAR	AHU	FANLAR	POMPALAR	CHILLER	SOĞUTMA KULESİ	FCU	%	TOPLAM
OCAK	34104	7203	2734,2			26460	1,000	70501,2
ŞUBAT	32480	6860	2604			25200	1,000	67144
MART	37352	7889	2994,6			28980	1,000	77215,6
NİSAN	35728	7546	22360,8	138407,5	18480	27720	0,497	171387,2
MAYIS	34104	7203	21344,4	141365,0	17640	26460	0,649	192247,1
HAZİRAN	35728	7546	22360,8	154256,7	18480	27720	0,982	263041,3
TEMMUZ	35728	7546	22360,8	156117,5	18480	27720	0,997	267411,8
AĞUSTOS	35728	7546	22360,8	156630,8	18480	27720	1,000	268465,6
EYLÜL	35728	7546	22360,8	145850,8	18480	27720	0,942	248220,5
EKİM	34104	7203	2734,2			26460	1,000	70501,2
KASIM	35728	7546	2864,4			27720	1,000	73858,4
ARALIK	37352	7889	2994,6			28980	1,000	77215,6

Çizelge 4.2 'de, yukarıda tanımlanan HVAC dışı sabit yüklerin (asansör, iç – dış aydınlatma, elektronik cihazlar vb.) dağılımı yer almaktadır. Fatura değerlerinden, HVAC cihazları elektrik yüklerini kWh olarak çıkarttığımızda sabit tüketim bulunmaktadır. Ayrıca HVAC cihazlarının toplam tüketime oranları da aşağıdaki çizelgede yer almaktadır.

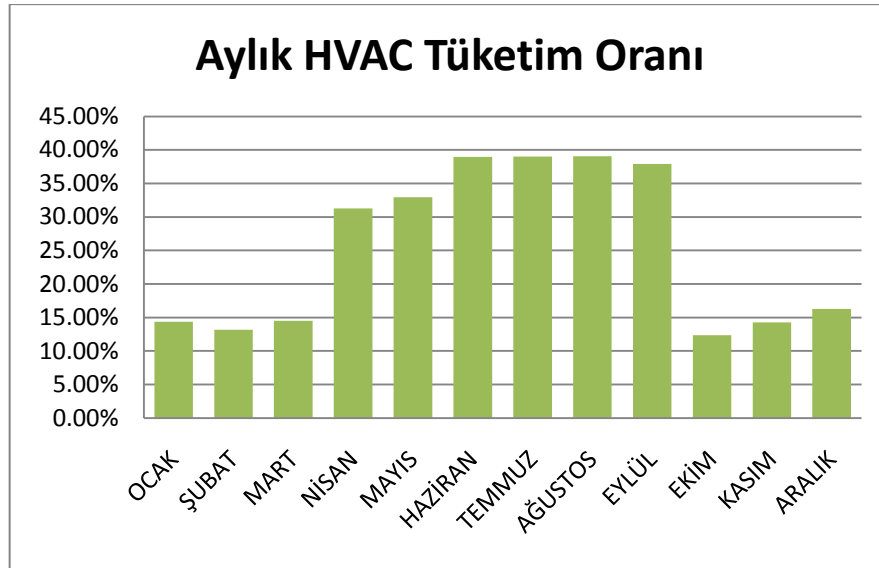
Çizelge 4.2 Aylık Sabit Elektrik Tüketim Dağılımı ve HVAC Tüketim Oranı (kWh)

AYLAR	FATURA DEĞERİ	Cihazlar Elektrik Tüketim	Sabit Tüketim	HVAC ORANI
OCAK	490538	70501,2	420037	14,37%
ŞUBAT	509330	67144,0	442186	13,18%
MART	532508	77215,6	455292	14,50%
NİSAN	548265	171387,2	376878	31,26%
MAYIS	583506	192247,1	391259	32,95%
HAZİRAN	675444	263041,3	412402	38,94%
TEMMUZ	685113	267411,8	417701	39,03%
AĞUSTOS	687585	268465,6	419119	39,04%
EYLÜL	654857	248220,5	406637	37,90%
EKİM	570167	70501,2	499666	12,37%
KASIM	518143	73858,4	444285	14,25%
ARALIK	474887	77215,6	397671	16,26%

Çizelge 4.2 incelendiğinde, soğutma dönemi dışındaki zamanlarda HVAC cihazları elektrik tüketimlerinin toplam elektrik tüketimlerine oranının % 15 ‘ler civarında olduğunu görüyoruz. Yazın soğutma dönemlerinde ise bu oran % 39 ‘lara kadar çıkabilmektedir. Buradan yola çıkarak, verimlilik artırıcı projelerimizde soğutma yapan mekanik tesisat ekipmanlarının verimliliğinin artırılması konusuna yönelmemiz gerektiğine varıyoruz.



Şekil 4.1 Aylık toplam elektrik tüketimi (kWh)

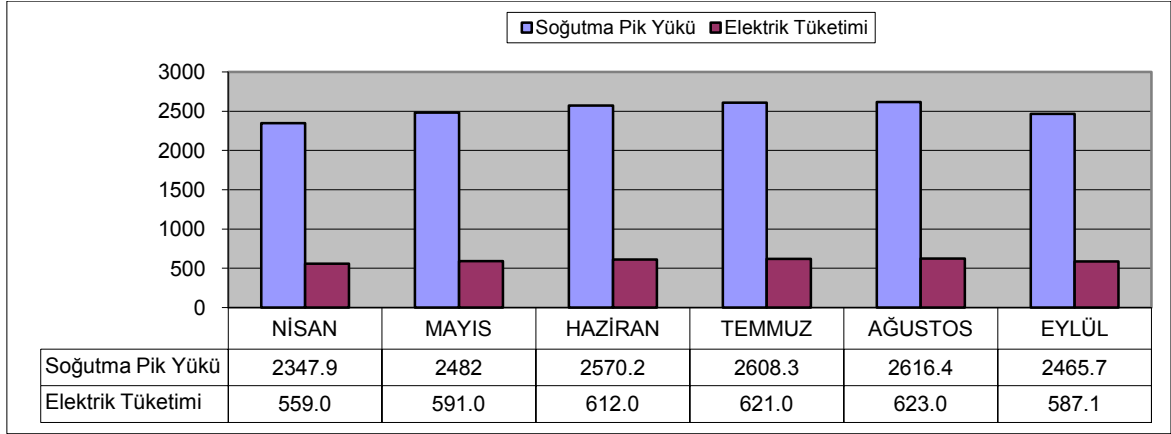


Şekil 4.2 Aylık HVAC tüketim oranı

Çizelge 4.3 Aylık soğutma yükleri ve elektrik tüketimleri

AYLAR	SOĞ. (PİK) kW	ELK. (PİK) kW	ORT. SOĞ. kW	ORT.ELK. kW	%
OCAK	0	0,0	0,0	0,0	0,000
ŞUBAT	0	0,0	0,0	0,0	0,000
MART	0	0,0	0,0	0,0	0,000
NİSAN	2347,9	559,0	2157,0	449,4	0,497
MAYIS	2482	591,0	2308,0	480,8	0,649
HAZİRAN	2570,2	612,0	2404,0	500,8	0,982
TEMMUZ	2608,3	621,0	2433,0	506,9	0,997
AĞUSTOS	2616,4	623,0	2441,0	508,5	1,000
EYLÜL	2465,7	587,1	2273,0	473,5	0,873
EKİM	0	0,0	0,0	0,0	0,000
KASIM	0	0,0	0,0	0,0	0,000
ARALIK	0	0,0	0,0	0,0	0,000

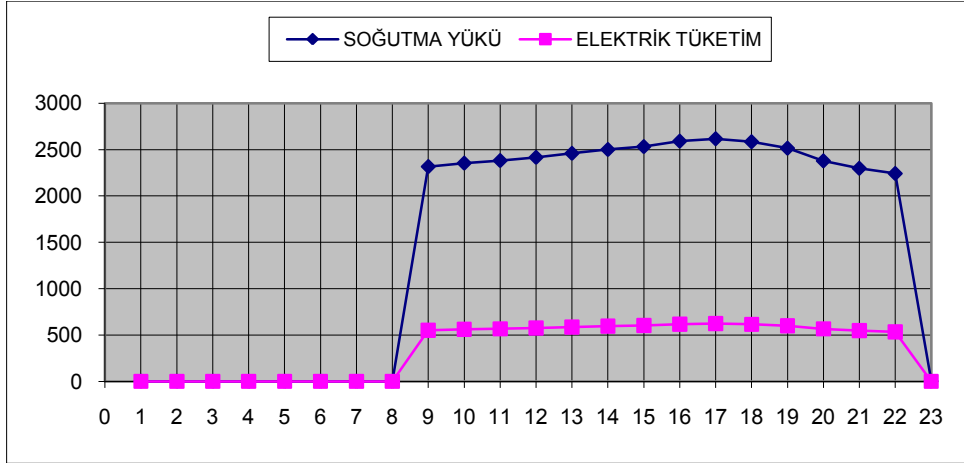
Çizelge 4.5 'i oluşturabilmek için öncelikle cihazların soğutmada günlük olarak saat saat tüketimleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda Carrier HAP simülasyon programı kullanılmıştır. Pik soğutma yükleri, ortalama soğutma yükleri ve bu yüklerde oluşan saatlik elektrik tüketimleri bu çizelgede yer almaktadır. Pik soğutma yükü % 100 alınmıştır.



Şekil 4.3 Aylık soğutma yükleri ve elektrik tüketim grafiği

Çizelge 4.4 Ağustos ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi

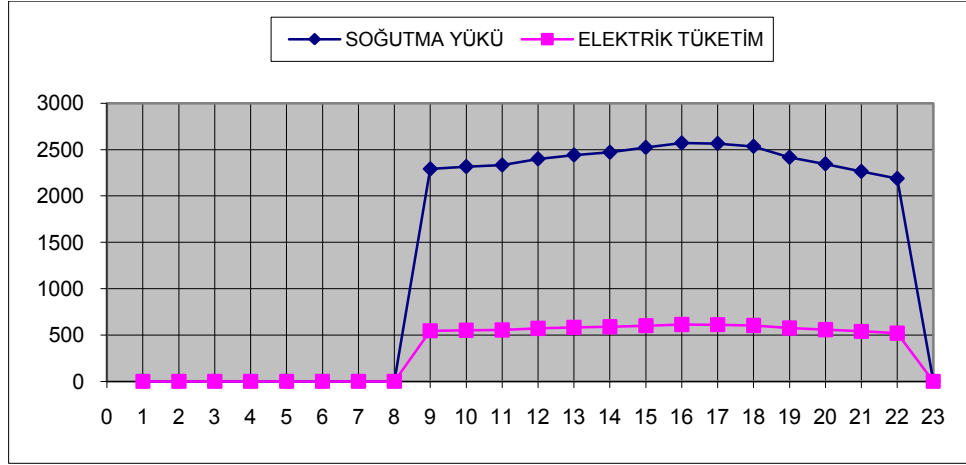
SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
00	0	0,0
01	0	0,0
01	0	0,0
03	0	0,0
04	0	0,0
05	0	0,0
06	0	0,0
07	0	0,0
08	2316,4	551,5
09	2353,2	560,3
10	2381	566,9
11	2415,6	575,1
12	2458,8	585,4
13	2500,2	595,3
14	2531,6	602,8
15	2590,6	616,8
16	2616,4	623,0
17	2584,1	615,3
18	2514,5	598,7
19	2377,6	566,1
20	2297,4	547,0
21	2241,3	533,6
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2441	581



Şekil 4.4 Ağustos ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi grafiği

Çizelge 4.5 Haziran ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi

SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
00	0	0,0
01	0	0,0
01	0	0,0
03	0	0,0
04	0	0,0
05	0	0,0
06	0	0,0
07	0	0,0
08	2290,5	545,4
09	2315,4	551,3
10	2332,3	555,3
11	2398,8	571,1
12	2441,1	581,2
13	2469,7	588,0
14	2522,4	600,6
15	2570,2	612,0
16	2565,1	610,7
17	2534,3	603,4
18	2415,8	575,2
19	2344,6	558,2
20	2263,8	539,0
21	2187,3	520,8
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2404	572



Şekil 4.5 Haziran ayı saatlik soğutma yükleri ve elektrik tüketimi grafiği

Örnek olarak pik yükün oluştuğu Ağustos Ayı (Çizelge 4.4) ve soğutma yükünün daha az olduğu Haziran Ayı (Çizelge 4.5) için hazırlanan çizelge ve grafikler yer almaktadır. Diğer tüm ortalama aylık soğutma yükü tabloları Ek 5 'te yer almaktadır.

5. VERİMLİLİK ARTTIRICI PROJE GELİŞTİRİLMESİ

5.1 Bina Yönetim Sistemi

5.1.1 BYS Sistemi Tanımı

Bir Bina Yönetim Sistemi (BYS) otomasyon, HVAC izleme ve kontrolü, aydınlatma ve binadaki diğer fonksiyonlar için entegre bilgi yönetim ağıdır. Sensör, kontrolör, pompa ve fan gibi HVAC ekipmanlarını Bina Yönetim Sistemi 'ne bağlayarak bir binanın dahili klima sistemi özel bir yazılım tarafından kontrol edilebilir. Ayrıca BMS (Building Management System) ismiyle de kendine sektörde yer edinmiş olup aynı isimle de Türkçe literatürde yer almaktadır. Yangın ihbar sisteminin de BYS 'ye entegrasyonu ile FMS (Facility Management System) adını da alabilir.

Set değerlerindeki değişiklikler (örnek; sıcaklık, çalışma saatleri) merkezi kontrol odasından kontrol edilebilirler. Bilgisayar yazılımı binanın dahili klima sisteminin genel olarak takibi için bağlı ekipmanları izleyebilir. Eğer set değeri aşılar veya işletim durursa sistem alarmı e-posta ve ya cep telefonuna kısa mesaj vasıtası ile gönderebilir.

Aydınlatma zamanlayıcı ile açılıp kapatılabilir, ayrıca ışık sensörü oda içindeki ışığı gün ışığına göre arttırıp azaltabilir.

Kontrol yazılımının yeniden programlanması ile yeni kontrol yöntemlerinin uygulanabilir olmasından dolayı HVAC bileşenleri ve aydınlatma sisteminin Bina Yönetim Sistemi 'ne bağlanması ve kontrolüne ilişkin sayısız seçenek sağlamaktadır.

BYS, bilgisayar ile saha elemanlarının bilgi alışverişinde bulunması esasına dayanır. Binanın çeşitli yerlerine dağılmış tesisat ve sistemlere yerleştirilen duyar elemanlar (hissedici), vana ve damper motorları, aç / kapa kontrol cihazları gibi saha elemanlarından ve elektrik motor kontrol panolarından alınan dijital ve / ve ya analog bilgiler mikroişlemciler tarafından değerlendirilir. Yazılımın öngördüğü şekilde değerlendirilen bu bilgiler damper, vana motoru gibi saha kontrol elemanlarının kontrolü ve pompa, fan gibi cihazların kumanda edilmesini sağlar. Binada sistemlerin yoğun olduğu yerlere yerleştirilen saha bilgisayarları (mikroişlemciler), sahadan gelen ve sahaya gönderilen her türlü bilgi ve kontrol sinyalini merkezi bilgisayara iletirler. Bina genelindeki durum merkezi bilgisayar tarafından değerlendirilir, sonuçları anında ekran ve yazıcı aracılığı ile kullanıcıya iletilir.

BYS 'leri; ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme, aydınlatma, yangın algılama ve söndürme, güvenlik, enerji izleme ve dağıtımı, asansör kontrolü, yedek enerji sistemleri, sıhhi

tesisat vs. gibi sistemleri tek merkezden izleme, kumanda ve yönetme işlemlerini binaya uygun senaryolara göre gerçekleştiren etkili bir sistemdir. Günümüz binalarında BYS, binanın yönetimi, işletmesi ve bakımındaki kolaylıkları ve yüksek enerji tasarrufu potansiyeli ile vazgeçilmez bir durumdadır. BYS'nin amacı; en rahat koşullara en ucuz şekilde sahip olmaktır. Ancak, BYS'nin başarısı, iyi tasarlanarak devreye alınmış ve iyi eğitilmiş kullanıcılara bağlıdır. Özellikle binalardaki HVAC sistemlerinin dinamik performansının anlaşılması deneyim gerektirir. (Hepbaşlı, 2009)

Günümüz binalarında –özellikle büyük ve kalabalık binalarda- BYS büyük önem kazanmaktadır. BYS 'lerinin uygulama alanı çok geniş bir yelpazeye sahip olmakla birlikte, aşağıda en çok uygulandığı alanlar sıralanmıştır (Hepbaşlı, 2009):

- Bürolar, Oteller, Üniversiteler, Okullar : Konfor, memnuniyet, yüksek çalışma verimi ve enerji tasarrufu
- Hastaneler, Laboratuvarlar : Özel havalandırma ve nemlendirme sistemleri, enerji tasarrufu
- Müzeler, Kütüphaneler : Özel nem ve sıcaklık kontrolü ve enerji tasarrufu
- Alışveriş Merkezleri, Havalimanları : Konfor ve enerji tasarrufu.
- Ticari ve Endüstriyel Binalar : Proses kontrolü ve enerji tasarrufu

Ciddi bütçe gerektiren BYS 'nin verimliliği, sistemin yatırım geri dönüşü açısından çok önemlidir. BYS verimini etkileyen unsurlar, ana başlıklarla aşağıda belirtilmiştir. (Hepbaşlı, 2009)

Mekanik sistemin tasarımı ve montajı,

- Otomatik kontrol sistemi tasarımı ve planlaması,
- İşletme Yönetimi,
- Hizmet ve Bakım,
- Bina alt sistemlerinin eşgüdümü.

BYS'nin üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Hepbaşlı, 2009):

- Binanın her tarafına dağılmış olan elektrikli ve mekanik sistemlerin merkezi gözetleme, kontrol ve denetimine olanak tanınması,
- Dağınık binalardan oluşmuş komplekslerde (üniversite kampüsleri, hastaneler, fabrikalar, vb.'leri) her binada bağımsız veri merkezleri kurulup, bu veri merkezleri

ayrıca daha üst seviyede kontrol, denetim ve eşgüdüm için birbirlerine bağlanabilmesine olanak tanınması,

- Her büyüklükte bina ve komplekslere adapte edilebilen, mevcut sistemin sürekli olarak genişlemesine ve yenilenmesine olanak tanınması,
- Yangın algılama-söndürme, güvenlik, giriş - çıkış kontrol sistemleri vb. diğer bina alt sistemleri ile bütünleşebilen mikroişlemci teknolojisi ile üretilmiş sistemler olması,
- Tüm sisteme ait bilgilerin depolanmasına ve bu bilgilerin daha sonra işlenmesine (bakım, yönetim ve alarm raporlaması) ve istenen verilerin süzülmesine izin vermesi,
- Binada arzu edilen çevre koşullarını sağlarken enerji tüketiminde maksimum ekonomiyi gerçekleştirmesi,
- Kontrol döngülerinin verimi ve hassasiyetinin en yüksek seviyede olması,
- Arıza durumlarında ve acil durumlarda işleyecek sürecin kişilerden bağımsız ve hızlıca kendiliğinden devreye girmesi,
- Kontrol yazılımlarının uygulanabilirliğinin kolay olması,
- Bilgisayar ve kullanıcı ara yüzü yardımıyla kullanılıp ekran üzerinden kullanıcının sistemi çabuk kavramasını sağlaması,
- İşletme gereksinimlerinin değişmesine göre esneklik sağlayabilecek yazılımlarla çabuk uyum sağlanması
- İşletme giderlerinin izlenmesinin kolaylığıdır.

5.1.2 BYS ile İzlenecek ve Kontrol Edilecek Ekipmanlar

EK 3 'te binamız için hazırlanan otomasyon nokta listesi yer almaktadır. Bu listede Çizelge 2.1 'de yer alan ekipmanların hangilerinin kontrol edildiği, hangi arayüzle kontrol edildiği ve hangilerinin izlendiği (durum / arıza bilgisi) yer almaktadır.

Taze hava santrallerinden; filtre kirlilik bilgisi, serpantin donma termostatu alarmı, vantilatör frekans konvertörü fark basınç presostatu, üfleme sıcaklığı, kayış koptu alarmı, damper motoru konum bilgisi ve üç yollu motorlu vana konum bilgisi izlenmektedir. Taze hava santralleri için temel kontrol prensibi; santrallerin hitap ettiği mahallere hava kirlilik sensörleri yerleştirilerek set değeri tutturulduğunda (genellikle 800 ppm) frekans konvertörü, fan motoruna giden frekansı düşürerek fan motorunun devrini düşürmekte ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca dış hava sensöründen okunan bilgiye göre soğutmada dış hava iç havadan düşük sıcaklık değerinde olduğunda, 3 yollu motorlu vanalar tamamen kapatılıp, 100 % dış hava iç ortama verilmektedir. Bu işlem free-cooling olarak adlandırılmaktadır. Free-cooling işleminde chiller grupları tamamen kapandığından, ciddi bir enerji tasarrufu

sağlanmaktadır. Özellikle geçiş mevsimlerinde (ilk bahar, son bahar) free-cooling yapılan gün sayısı artmaktadır. Ayrıca filtre kirlilik değerleri fark basınç anahtarıyla izlendiğinden, bilgisayar ekranına filtrenin değiştirilmesi gerektiği uyarısı gelmektedir. Böylece vaktinde değiştirilen filtrelerle hem iç hava kalitesi daha kolay sağlanmakta hem de kirli filtreden kaynaklanan basınç kaybı değeri azaldığı için enerji tasarrufu oluşmaktadır.

Chiller pompaları, primer ve sekonder sirkülasyon pompaları da frekans konvertörlü olarak değiştirilecek ve buna istinaden, basınç sensörlerinden okunan değerlere göre pompa devirleri değiştirilerek enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Chiller gruplarının kompresörleri, vidalı kompresörlerle değiştirilecektir. Vidalı kompresörleri soğutma ihtiyacına göre frekans konvertörüyle sürerek, kompresörlerin on / off çalışması yerine, soğutma ihtiyacına göre 20 – 100 % oransal çalışması sağlanacaktır. Bu sayede ciddi miktarda enerji tasarrufu sağlanacaktır. Bu bilgiler yine BYS tarafında izlenecektir.

Tuvalet egzost fanları, tuvalet aydınlatma sensörlerine bağlanarak boşa çalışmalarının öne geçilecek, ayrıca bu ekipmanlardan da durum / arıza bilgisi izlenecektir.

Bina çalışma saatleri BYS yazılımına işlenerek, binanın çalışmadığı zamanlarda HVAC ekipmanlarının ve aydınlatmanın boşa çalışması engellenecektir. Ayrıca manuel olarak çalışma saatlerine ve tüm cihazlara müstakil olarak müdahale edilebilecektir.

Egzost aspiratörlerine de taze hava santrallerinde olduğu gibi frekans konvertörleri takılarak enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Otopark alanına hitap eden Bodrum Kat egzost aspiratörlerinin frekans konvertörleri aynı şekilde katlara tesis edilecek karbon monoksit sensörleriyle kontrol edilecek, otoparktaki otomobil yoğunluğuna bağlı olarak enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Son olarak bilindiği üzere soğutma kulelerinin fanları sabit devirli çalışmaktadır. Bu fanları da frekans konvertörü ile kontrol edip, chillerden gelen su debisine göre BYS ile fanların gereken devirde çalışması sağlanarak enerji tasarrufu sağlanacaktır.

5.1.3 HVAC Sisteminde Yapılması Öngörülen İyileştirmeler

5.1.3.1 Chiller Gruplarının Kompresörlerinin Değişimi

Chiller gruplarının kompresörlerinin 4 x 700 kW vidalı kompresörlerle değiştirilmesi, eski kompresörlerin sökülmesi, frekans konvertörleri ile kompresörün sürülmesi, kontrol devresi, mikro işlemci temini, mevcut pano tadilatı, evaporatör ve kondenser temizliği, soğutma devresi temizliği, soğutucu akışkan ve yağ ilavesi, sensörlerin montajı, elektronik expansion

vanası montajı, soğutma devresinin tadilatı ile ilgili malzeme ve montaj, anahtar teslim çalışır vaziyette maliyet teklifi Ek 4 'te yer almaktadır. NPV metoduyla yapacağımız analizde ilk yatırım bedeli olarak bu değer yer alacaktır. Çizelge 5.1 'de vidalı kompresörlerin frekans konvertörleriyle sürülmesi durumundaki enerji tüketim analizi mevcuttur. Enerji maliyeti, 0,1 €/kWh olarak hesaplanmıştır.

Böylelikle kompresör adeti de azalacağı için (mevcutta 350 kW x 8 ad. kompresör vardır) cihazın bakımı kolaylaşmakta, bakım maliyetleri azalmakta ve herhangi bir arıza durumu anında BYS 'den izlenebilmektedir. Kompresörlerin teknik özellikleri Ek 6 'da yer almaktadır.

Ortalama günlük soğutma ihtiyacı HAP programıyla belirlenmiştir. Aylık ortalama soğutma ihtiyaçları Ek 5 'te mevcuttur. Günlük ortalama tasarruflar, günlük ortalama soğutma ihtiyacının, chillerların soğutma kapasitesine bölümüyle belirlenmiştir. Vidalı kompresörün elektrik tüketimi, bu iki değer birbirleriyle çarpımı sonucu ortaya çıkmaktadır. Buradan da tüketim farkına kWh olarak geçilir. Tesisatta ve ilk çalıştırmalarda oluşacak kayıplar tarafımızca % 5 kabul edilmiştir. Elektrik bedeliyle, tüketim farkları çarpıldığında günlük € bazında tasarruf bedelleri ortaya çıkmaktadır. Bina yönetiminden alınan aylık ortalama soğutma iş günleri ile günlük taarruflar çarpıldığında aylık tasarruf bedeli ortaya çıkmaktadır. Aylık tasarruf bedellerinin toplamı bize yıllık tasarruf bedelini vermektedir. NPV metoduyla yapacağımız analizde tasarruf bedeli olarak bu değer yer alacaktır.

Çizelge 5.1 Chiller kompresör değişimi tasarruf analizi

AYLAR	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	Birim
Ortalama Günlük Soğutma İhtiyacı	2157	2308	2404	2433	2441	2273	kW
Günlük Ortalama Tasarruf	27	22	19	18	18	23	%
Vidalı Kompresör Elektrik Tüketimi	5939,86	6346,70	6590,81	6672,18	6672,18	6265,34	kWh
Tüketim Farkı	2196,94	1790,10	1545,99	1464,62	1464,62	1871,46	kWh
Kayıp Katsayısı	5	5	5	5	5	5	%
Günlük Tasarruf Bedeli	208,71	170,06	146,87	139,14	139,14	177,79	€
Soğutma Yapılan İş Günü	11	15	22	22	22	17	Gün
Aylık Tasarruf Bedeli	4591,60	3741,30	3231,12	3061,06	3061,06	3911,36	€
TOPLAM YILLIK TASARRUF	=	21.597,51	€				
MEVCUT TÜKETİM							
Chiller Elektrik Tüketimi		290,6 kW	x	2 Ad.	=	581,2	kW
Chiller Tam Yük Kapasitesi		1395 kW	x	2 Ad.	=	2970	kW
Günlük 14 Saat Çalışma İçin El. Tüketimi		582,1 kW	x	14	=	8136,8	kWh

Çizelge 5.2 Chiller kompresör değişimi NPV metodu analizi

CHİLLER KOMPRESÖR DEĞİŞİMİ NPV ANALİZİ								
YIL	YATIRIM TUTARI	YILLIK TASARRUF	İŞLETME GİDERİ	HURDA DEĞERİ	NET NAKİT AKIŞI	BDF	NNA x BDF	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-84.480,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	-84.480,00 €	1,00	-84.480,00 €	-84.480,00 €
1	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,88	18.670,36 €	-65.809,64 €
2	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,78	16.522,44 €	-49.287,19 €
3	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,69	14.621,63 €	-34.665,56 €
4	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,61	12.939,50 €	-21.726,06 €
5	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,54	11.450,88 €	-10.275,18 €
6	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,48	10.133,52 €	-141,65 €
7	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,43	8.967,72 €	8.826,07 €
8	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,38	7.936,04 €	16.762,10 €
9	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,33	7.023,04 €	23.785,15 €
10	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,29	6.215,08 €	30.000,23 €
11	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,26	5.500,07 €	35.500,30 €
12	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,23	4.867,32 €	40.367,62 €
13	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,20	4.307,36 €	44.674,98 €
14	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,18	3.811,83 €	48.486,81 €
15	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,16	3.373,30 €	51.860,10 €
16	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,14	2.985,22 €	54.845,32 €
17	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,13	2.641,79 €	57.487,11 €
18	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,11	2.337,86 €	59.824,97 €
19	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	0,00 €	21.097,51 €	0,10	2.068,91 €	61.893,88 €
20	0,00 €	21.597,51 €	-500,00 €	5.000,00 €	26.097,51 €	0,09	2.264,80 €	64.158,68 €
							TOPLAM : 64.158,68 €	

Çizelge 5.2 ‘de Chiller grubu kompresörlerinin vidalı kompresörlerle değiştirilip frekans konvertörüyle sürülmesi durumunun mali portresi olan analiz yer almaktadır. Yatırımın ömrü 20 yıl olarak belirlenmiş olup, ilk yatırım maliyeti Ek 4 ‘te yer alan anahtar teslim tekliften gelmektedir. Bu yatırım için hurda değeri 5.000 € olarak kabul edilmiştir. Bakım maliyeti yıllık 250 € x 2 sefer olarak 500 € kabulü yapılmıştır. Bu yatırım için faiz yıllık % 13 alınmıştır.

20 yılın sonunda bu yatırımdan kaynaklı toplam tasarruf 64.158,68 € olmaktadır. Ayrıca yatırımın kendini 7. yılın ilk ayında geri ödediği NPV metoduyla yapılan analizde gözükmemektedir.

5.1.3.2 Pompaların Frekans Konvertörüyle Sürülmesi

Çizelge 2.1 ‘den de görülebileceği üzere binamızda çeşitli kapasitelerde 14 adet sabit devirli pompa mevcuttur. Aynı çizelgeden de görülebildiği üzere bunların toplam elektrik güçleri

45.5 kW ‘tır. Çizelge 5.4 ‘te frekans konvertörlü pompalarla sabit devirli pompaların enerji sarfiyatlarının karşılaştırılması ve frekans konvertörlü pompalarla sağlanan yıllık € bazında elektrik tasarrufu görülmektedir. Enerji maliyeti, 0,1 €/kWh olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca yüm bu frekans konvertörleri BYS ‘ne bağlanacak, hem pompalardan durum / arıza bilgileri izlenecek hem de 3 yollu motorlu vanaların konumlarına göre (soğutma / ısıtma ihtiyacı) sistemin aşırı basınçla yüklenmesini önlemek ve enerji tasarrufu yapmak için pompaların devrinin düşmesi yönünde komut verecektir.

Frekans konvertörü seçimi elektrik gücüne göre yapıldığından bunu kolaylaştırmak için aşağıda pompaları içeren yeni bir tablo daha oluşturulmuştur. Bu çizelgede yeşil olarak işaretlenen pompaların elektrik tüketimleri 1,5 kW ‘tan az ve monofaze pompalar olduğu için hesaba katılmamıştır. Böylelikle, toplam 43,7 kW pompa gücü için frekans konvertörü seçilecektir. Çizelge 5.3 ‘te elektrik tüketimine göre seçilen frekans konvertörü kapasiteleri yer almaktadır.

Çizelge 5.3 Pompa listesi ve seçilen frekans konvertörü kapasiteleri

No	CİHAZ ADI	DEBİ (m ³ /h)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)	FREKANS KONVERTÖR KAPASİTESİ
1	Chiller Pompası 1	66,8	5,2	5,5
2	Chiller Pompası 2	66,8	5,2	5,5
3	Sirkülasyon Pompası 1	35,0	2,5	3,0
4	Sirkülasyon Pompası 2	86,1	4,9	5,5
5	Sirkülasyon Pompası 3	17,2	1,6	2,2
6	THS Sirkülasyon Pompası 1	59,3	3,8	4,0
7	THS Sirkülasyon Pompası 2	9,6	0,6	-
8	THS Sirkülasyon Pompası 3	43,5	2,7	3,0
9	THS Sirkülasyon Pompası 4	6,8	0,4	-
10	FCU Sirkülasyon Pompası 1	80,1	4,4	5,5
11	FCU Sirkülasyon Pompası 2	4,8	0,3	-
12	FCU Sirkülasyon Pompası 3	90,1	4,3	5,5
13	FCU Sirkülasyon Pompası 4	30,1	2,2	2,2
14	Soğutma Kulesi Sirkülasyon Pompası	83,3	7,4	7,5

Çizelge 5.3 ‘e göre 7,5 kW 1 adet, 5,5 kW 5 adet, 4 kW 1 adet, 3 kW 2 adet ve 2,2 kW 2 adet olmak üzere toplam 11 adet frekans konvertörü seçilmiştir. Bu frekans konvertörlerinin montajı, pano tadilatları, pompaların bakımı, test ve devreye alma işlemleri ve anahtar teslim çalışır halde teslimi için alınan fiyat teklifi Ek 7 ‘de yer almaktadır.

Çizelge 5.4 Frekans konvertörü ile otomasyondan sürülen pompaların tasarruf analizi

AYLAR	OC	ŞU	MA	Nİ	MA	HA	TE	AĞ	EY	EK	KA	AR	Birim
Günlük Ortalama Isıtma/Soğutma İhtiyacı	1317	1465	1843	2157	2308	2404	2433	2441	2273	1972	1524	1334	kW
Günlük Ortalama Tasarruf	19	20	23	27	22	19	18	18	23	26	22	18	%
Frekans Konv. Pompa El. Tüketimi	495,56	489,44	471,09	446,61	477,20	495,56	501,68	501,68	471,09	452,73	477,20	501,68	kWh
Tüketim Farkı	116,24	122,36	140,71	165,19	134,60	116,24	110,12	110,12	140,71	159,07	134,60	110,12	kWh
Tasarruf Bedeli	11,62	12,24	14,07	16,52	13,46	11,62	11,01	11,01	14,07	15,91	13,46	11,01	€
İş Günü	21	20	23	22	21	22	22	22	22	21	22	23	Gün
Aylık Tasarruf Bedeli	244,11	244,72	323,64	363,41	282,65	255,73	242,27	242,27	309,57	334,04	296,11	253,29	€
TOPLAM YILLIK TASARRUF	=						3391,82	€					
MEVCUT TÜKETİM													
Pompalar Elektrik Tüketimi (14 Saat İçin)							43,7	x		14	=	611,8	kWh
Chiller Tam Yük Kapasitesi							1395 kW	x		2 Ad.	=	2970	kW
Kazan Tam Yük Kapasitesi							814	x		2	=	1628	kW

Ortalama günlük ısıtma / soğutma ihtiyacı HAP programıyla belirlenmiştir. Aylık ortalama ısıtma / soğutma ihtiyaçları Ek 5 'te mevcuttur. Günlük ortalama tasarruflar, günlük ortalama ısıtma / soğutma ihtiyacının, ısıtma yapılan aylarda kazanların, soğutma yapılan aylarda chillerlerin soğutma kapasitesine bölümüyle belirlenmiştir. Frekans konvertörlü pompaların elektrik tüketimi, bu iki değer birbirleriyle çarpımı sonucu ortaya çıkmaktadır. Buradan da tüketim farkına kWh olarak geçilir. Elektrik bedeliyle, tüketim farkları çarpıldığında günlük € bazında tasarruf bedelleri ortaya çıkmaktadır. Bina yönetiminden alınan aylık ortalama soğutma iş günleri ile günlük tasarruflar çarpıldığında aylık tasarruf bedeli ortaya çıkmaktadır. Aylık tasarruf bedellerinin toplamı bize yıllık tasarruf bedelini vermektedir. NPV metoduyla yapacağımız analizde tasarruf bedeli olarak bu değer yer alacaktır.

Çizelge 5.5 Frekans konvertörü ile otomasyondan sürülen pompaların NPV analizi

POMPALARA FREKANS KONVERTÖRÜ İLAVESİ NPV ANALİZİ								
YIL	YATIRIM TUTARI	YILLIK TASARRUF	İŞLETME GİDERİ	HURDA DEĞERİ	NET NAKİT AKIŞI	BDF	NNA x BDF	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-10.560,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	-10.560,00 €	1,00	-10.560,00 €	-10.560,00 €
1	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,88	2.736,12 €	-7.823,88 €
2	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,78	2.421,35 €	-5.402,53 €
3	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,69	2.142,79 €	-3.259,74 €
4	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,61	1.896,27 €	-1.363,47 €
5	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,54	1.678,12 €	314,65 €
6	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,48	1.485,06 €	1.799,70 €
7	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,43	1.314,21 €	3.113,92 €
8	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,38	1.163,02 €	4.276,93 €
9	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,33	1.029,22 €	5.306,15 €
10	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,29	910,81 €	6.216,97 €
11	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,26	806,03 €	7.023,00 €
12	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,23	713,30 €	7.736,30 €
13	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,20	631,24 €	8.367,54 €
14	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,18	558,62 €	8.926,16 €
15	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,16	494,35 €	9.420,51 €
16	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,14	437,48 €	9.857,99 €
17	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,13	387,15 €	10.245,14 €
18	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,11	342,61 €	10.587,76 €
19	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	0,00 €	3.091,82 €	0,10	303,20 €	10.890,95 €
20	0,00 €	3.391,82 €	-300,00 €	500,00 €	3.591,82 €	0,09	311,71 €	11.202,66 €
							TOPLAM: 11.202,66 €	

Çizelge 5.5 ‘te belirli pompaların frekans konvertörleriyle sürülmesi durumunun mali portresi olan analiz yer almaktadır. Yatırımın ömrü 20 yıl olarak belirlenmiş olup, ilk yatırım maliyeti Ek 7 ‘de yer alan anahtar teslim tekliften gelmektedir. Bu yatırım için hurda değeri 500 € olarak kabul edilmiştir. Bakım maliyeti yıllık 150 € x 2 sefer olarak 300 € kabulü yapılmıştır. Bu yatırım için faiz yıllık % 13 alınmıştır.

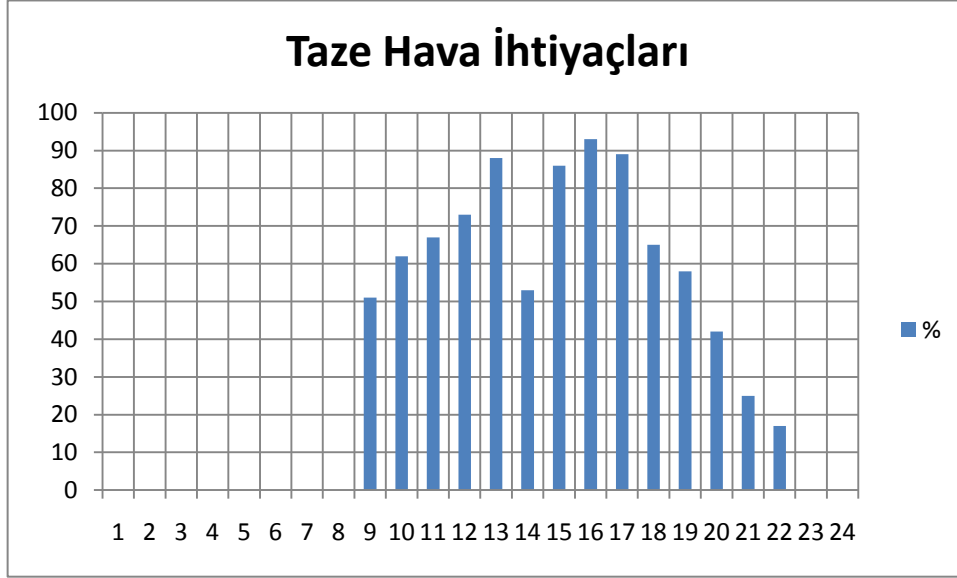
20 yılın sonunda bu yatırımdan kaynaklı toplam tasarruf 11.202,66 € olmaktadır. Ayrıca yatırımın kendini 5. yılda geri ödediği NPV metoduyla yapılan analizde gözükmemektedir.

5.1.3.3 Taze Hava Santralleri ve Klima Santralleri Revizyonu

Binamızda 6 adet taze hava santrali, 4 adet klima santrali bulunmaktadır. Mevcutta kullanılan taze hava santralleri ve klima santralleri sabit devirli fanlarla çalışmaktadır. 10 adet santralinin toplam 72 kW elektrik tüketimi mevcuttur. Klima santralleri % 100 taze hava prensibine göre çalışmaktadır. Ayrıca bunlara ek olarak 6 adet egzost fanı mevcuttur ve bu egzost fanlarının toplam tüketimi 8,5 kW ‘tır.

Öncelikle, 4 adet klima santrali için ısı geri kazanım sistemi öngörülmüştür. Bu ısı geri kazanım cihazları döner tip, entalpi rotorlu olacaktır. Ek 8 ‘de seçilen ısı geri kazanım cihazlarına ait teknik çıktılar yer almaktadır. Plakalı ısı geri kazanım tipi, döner tip ısı geri kazanım sistemlerine göre verimleri daha düşük olduğu için seçilmemiştir.

Bölüm 5.1.2 ‘de izah edildiği gibi, bütün aspiratör ve vantilatörlerin değişken debili olarak kontrolü ve BYS ‘den izlenmesi enerji verimliliğini arttıracaktır.



Şekil 5.1 Saatlik taze hava ihtiyacı yüzde grafiği

Şekil 5.1 Carrier HAP programı kullanılarak oluşturulmuştur. Bu grafiğe esas HAP programı çıktısı Ek 9 ‘ da yer almaktadır. Bu grafikte günlük, saatlik bazda taze hava ihtiyacı yüzdesini görmekteyiz. Çıktıda yer alan değerlerin ortalaması alındığında günlük % 62 oranında tam kapasite taze hava ihtiyacı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu değerler hesaplanırken, öğlen yemeği saati, mesai saatleri gibi kriterler baz alınmıştır. Bu bilgiler değerlendirilken, bina yönetiminden alınan bilgiler göz önünde bulundurulmuştur. Çizelge 5.6 ‘da değişken devirli fanlarla sağlanabilecek enerji tasarrufu hesaplanmıştır.

Çizelge 5.6 Klima santralleri ve egzost fanları revizyonları tasarruf analizi

AYLAR	OC	ŞU	MA	Nİ	MA	HA	TE	AĞ	EY	EK	KA	AR	Birim
İş Günü	21	20	23	22	21	22	22	22	22	21	22	23	Gün
Aylık Mevcut Tüketim	12847	12236	14071	13459	12847	13459	13459	13459	13459	12847	13459	14071	kWh
Kayıp Katsayısı	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	%
Aylık Son Tüketim	5143,2	4898,3	5633,0	5388,1	5143,2	5388,1	5388,1	5388,1	5388,1	5143,2	5388,1	5633,0	kWh
Aylık Tüketim Farkı	7704,5	7337,6	8438,3	8071,4	7704,5	8071,4	8071,4	8071,4	8071,4	7704,5	8071,4	8438,3	kWh
Aylık Tasarruf Bedeli	731,93	697,08	801,64	766,79	731,93	766,79	766,79	766,79	766,79	731,93	766,79	801,64	€
TOPLAM YILLIK TASARRUF	=						9096,89	€					
MEVCUT TÜKETİM													
THS + EF Günlük Elektrik Tüketimi								80,5	x	14	=	611,8	kWh
THS : Taze Hava Santrali													
EF : Egzost Fanı													
Isı Geri Kazanım Tasarrufu						2,4	x	4	x	14	=	134,4	kWh

Çizelge 5.6 ‘da taze hava santralleri ve egzost fanlarının değişken debili hale getirilmesi, 4 adet klima santraline ısı geri kazanım hücresi eklenmesi sonucu sağlanan elektrik enerjisi tasarrufu ve bunun parasal sonuçları yer almaktadır. Enerji maliyeti, 0,1 €/kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.7 Klima santralleri ve egzost fanları revizyonları NPV analizi

AHU REVİZYONU NPV ANALİZİ								
YIL	YATIRIM TUTARI	YILLIK TASARRUF	İŞLETME GİDERİ	HURDA DEĞERİ	NET NAKİT AKIŞI	BDF	NNA x BDF	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-31.860,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	-31.860,00 €	1,00	-31.860,00 €	-31.860,00 €
1	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,88	7.165,39 €	-24.694,61 €
2	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,78	6.341,05 €	-18.353,56 €
3	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,69	5.611,55 €	-12.742,01 €
4	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,61	4.965,97 €	-7.776,03 €
5	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,54	4.394,67 €	-3.381,37 €
6	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,48	3.889,09 €	507,72 €
7	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,43	3.441,67 €	3.949,39 €
8	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,38	3.045,73 €	6.995,12 €
9	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,33	2.695,33 €	9.690,45 €
10	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,29	2.385,25 €	12.075,70 €
11	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,26	2.110,84 €	14.186,54 €
12	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,23	1.868,00 €	16.054,54 €
13	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,20	1.653,10 €	17.707,63 €
14	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,18	1.462,92 €	19.170,55 €
15	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,16	1.294,62 €	20.465,17 €
16	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,14	1.145,68 €	21.610,85 €
17	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,13	1.013,88 €	22.624,73 €
18	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,11	897,24 €	23.521,96 €
19	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	0,00 €	8.096,89 €	0,10	794,01 €	24.315,97 €
20	0,00 €	9.096,89 €	-1.000,00 €	2.200,00 €	10.296,89 €	0,09	893,59 €	25.209,56 €
TOPLAM :							25.209,56 €	

Çizelge 5.7 ‘de klima santralleri revizyonunun mali portresi olan analiz yer almaktadır. Yatırımın ömrü 20 yıl olarak belirlenmiş olup, ilk yatırım maliyeti Ek 10 ‘da yer alan anahtar teslim tekliften gelmektedir. Bu yatırım için hurda değeri 2.200 € olarak kabul edilmiştir. Bakım maliyeti yıllık 500 € x 2 sefer olarak 1.000 € olarak kabul edilmiştir. Bu yatırım için faiz yıllık % 13 alınmıştır.

20 yılın sonunda bu yatırımdan kaynaklı toplam tasarruf 25.209,56 € olmaktadır. Ayrıca yatırımın kendini 6. yılda geri ödediği NPV metoduyla yapılan analizde gözükmemektedir.

5.1.3.4 Soğutma Kulesi Revizyonu

Binamızda 2 adet açık tip ve tanesi 1740 kW kapasitede olan 7 / 12 °C chiller soğutma suyu üreten ve 30 / 35 °C kondenser suyu sıcaklığıyla çalışan soğutma kulesi bulunmaktadır. Soğutma kulelerinin toplam elektrik gücü Çizelge 2.1 ‘den de görülebileceği üzere 60 kW ‘tır.

Mevcut soğutma kulelerinde, kuleler chiller grupları çalışmaya başladığında devreye girip tam kapasite çalışmaktadırlar. Soğutma kulesinde elektrik tüketiminin büyük bölümü kule

fanlarından kaynaklanmaktadır. Bu kule fanlarını değişken devirli hale getirebilirsek, soğutma yükü ihtiyaçı kadar su sirküle edeceğimiz için (Bölüm 5.1.3.2 ‘de tüm pompalar frekans konvertörleriyle değişken debili hale getirilmişti) bir elektrik enerjisi tasarrufu sağlayabiliriz. Bu tasarrufla ilgili hesaplamalar aşağıda izelge 5.8 ‘de yapılmıştır. Bu alışma aynı periyodu baz aldığından izelge 5.1 ‘e benzer bir çalışma olacaktır.

Çizelge 5.8 Kule revizyonu enerji tasarrufu analizi

AYLAR	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AğUSTOS	EYLÜL	Birim
Ortalama Günlük Soğutma İhtiyacı	2157	2308	2404	2433	2441	2273	kW
Günlük Ortalama Tasarruf	27	22	19	18	18	23	%
Revize Kule Elektrik Tüketimi	613,20	655,20	680,40	688,80	688,80	646,80	kWh
Tüketim Farkı	226,80	184,80	159,60	151,20	151,20	193,20	kWh
Kayıp Katsayısı	7	7	7	7	7	7	%
Tasarruf Bedeli	21,09	17,19	14,84	14,06	14,06	17,97	€
Soğutma Yapılan İş Günü	11	15	22	22	22	17	Gün
Aylık Tasarruf Bedeli	464,03	378,10	326,54	309,36	309,36	395,29	€
TOPLAM YILLIK TASARRUF	=	2182,67	€				
MEVCUT TÜKETİM							
Kule Elektrik Tüketimi	30	x	2 Ad.	=	60	kW	
Kule Tam Yük Kapasitesi	1740	x	2 Ad.	=	3480	kW	
Günlük 14 Saat alışma İçin El. Tüketimi	60	x	14	=	840	kWh	

Çizelge 5.9 ‘da taze soğutma kulesi fanlarının değişken debili hale getirilmesi sonucu sağlanan elektrik enerjisi tasarrufu ve bunun parasal sonuçları yer almaktadır. Enerji maliyeti, 0,1 €/kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.9 Kule revizyonu NPV analizi

SOĞUTMA KULELERİ REVİZYONU NPV ANALİZİ								
YIL	YATIRIM TUTARI	YILLIK TASARRUF	İŞLETME GİDERİ	HURDA DEĞERİ	NET NAKİT AKIŞI	BDF	NNA x BDF	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-9.465,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	-9.465,00 €	1,00	-9.465,00 €	-9.465,00 €
1	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,88	1.400,59 €	-8.064,41 €
2	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,78	1.239,46 €	-6.824,94 €
3	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,69	1.096,87 €	-5.728,07 €
4	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,61	970,68 €	-4.757,39 €
5	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,54	859,01 €	-3.898,38 €
6	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,48	760,19 €	-3.138,20 €
7	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,43	672,73 €	-2.465,47 €
8	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,38	595,34 €	-1.870,13 €
9	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,33	526,85 €	-1.343,28 €
10	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,29	466,24 €	-877,05 €
11	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,26	412,60 €	-464,45 €
12	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,23	365,13 €	-99,32 €
13	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,20	323,13 €	223,81 €
14	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,18	285,95 €	509,76 €
15	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,16	253,05 €	762,81 €
16	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,14	223,94 €	986,75 €
17	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,13	198,18 €	1.184,93 €
18	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,11	175,38 €	1.360,31 €
19	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	0,00 €	1.582,67 €	0,10	155,20 €	1.515,52 €
20	0,00 €	2.182,67 €	-600,00 €	1.600,00 €	3.182,67 €	0,09	276,20 €	1.791,72 €
TOPLAM :							1.791,72 €	

Çizelge 5.9 ‘da soğutma kuleleri revizyonunun mali portresi olan analiz yer almaktadır. Yatırımın ömrü 20 yıl olarak belirlenmiş olup, ilk yatırım maliyeti Ek 11 ‘de yer alan anahtar teslim tekliften gelmektedir. Bu yatırım için hurda değeri 1.600 € olarak kabul edilmiştir. Bakım maliyeti yıllık 300 € x 2 sefer olarak 1.000 € olarak kabul edilmiştir. Bu yatırım için faiz yıllık % 13 alınmıştır.

20 yılın sonunda bu yatırımdan kaynaklı toplam tasarruf 1.791,72 € olmaktadır. Ayrıca yatırımın kendini 13. yılda geri ödediği NPV metoduyla yapılan analizde gözükmemektedir. Dolayısıyla buradan çıkartılacak sonuç, soğutma kulelerinin fanlarını frekans konvertörleriyle değişken debili hale getirip sağlanacak parasal tasarrufun, bu işlem için yatırılan ilk yatırım maliyetine oranla kendisini 13 yıl gibi geç denilecek bir sürede amorti ettiği, dolayısıyla toplamda 20 yıl süresince sağladığı tasarruf 1.791, 72 € gibi küçük bir rakam olduğu için karlı bir yatırım değildir. Bu analiz sonucunda açıkça görülebilir ki; bina yönetimi bu yatırıma sıcak bakmayacaktır.

5.1.4 BYS Kurulumu

BYS sistemi kurulması için öncelikle bir otomasyon nokta listesi oluşturulmuştur (Ek 3). Bu nokta listesinde BYS ‘den kontrol edilecek ve / ve ya durum arıza bilgisi izlenecek ekipmanların giriş çıkışları yer almaktadır.

Temel olarak dört nokta kavramı mevcuttur :

- Analog Input (AI – Analog Giriş)
- Analog Output (AO – Analog Çıkış)
- Digital Input (DI – Dijital Giriş)
- Digital Output (DO – Dijital Çıkış)

Burada Analog kelimesi, 0 – 10 V aralığında çalışabilen ve oransal konumlandırma yapabildiğimiz cihazlar için geçerlidir (örn. 3 yollu motorlu vana). Dijital kelimesi ise aç / kapa çalışan ekipmanlar için geçerlidir (örn. WC egzost fanı).

Giriş (Input) BYS ‘ye bir bilginin geldiğini ifade etmektedir (örn. mahal sıcaklık bilgisi). Çıkış (Output) ise BYS ‘den bir ekipmana komut gittiğini ifade etmektedir. (örn. frekans konvertörü fan devri arttır).

Ek 3 ‘de yer alan nokta listesi oluşturulduktan sonra, DDC (direct digital control) panosu lokasyonu 10. kat (+ 37.10 kotu) ara mekanik tesisat odası olarak belirlenmiştir. Bu konumun seçilmesinin en önemli sebebi, orta noktada oluşudur. Daha sonra bu panoya, MCC (motor control center) panosundan kablolar çekilecektir. Ayrıca saha ekipmanlarından DDC panosuna da kablolar çekilecek, tüm otomasyon bilgileri DDC panosunda toplanacaktır. DDC panosuna bağlı bir bilgisayar ve bilgisayara yüklenmiş özel bir yazılım sayesinde bina yönetimi tarafından belirlenen ayar değerleri, çalışma saatleri vb. değişkenler yazılıma girilerek, otomasyon çalışır hale getirilecektir.

Chiller grubu motorlu vana ve diğer otomasyon ekipmanları, pompa grupları motorlu vana ve diğer otomasyon ekipmanları, klima santrali motorlu vana ve diğer otomasyon ekipmanları, bunların elektrik kablolaması, DDC panosunun temini ve montajı, bilgisayar ve BYS yazılımı ‘nın çalışır şekilde teslimine ait teklif Ek 12 ‘de bulunmaktadır.

Teklifte yer alan BYS sistemine, bina yönetiminden talep geldiği takdirde bir modem ve hub switch eklenip binanın tüm HVAC bilgilerine uzaktan internet vasıtasıyla erişim mümkün olacaktır. Böylece gece rutin kontrollerle çalışmaması gereken ekipman varsa boşa çalışmanın da önüne geçilecektir. Ayrıca arıza veren ekipmanlar hemen tespit edilebileceği gibi, yazılımın bakım kısmı sayesinde periyodik bakımı gelen ekipmanlar uyarı vereceklerdir.

Böylelikle etkin bir bina yönetimine zemin hazırlanmış olacaktır. Ayrıca istendiği takdirde BYS 'den talep edilen uyarıları SMS ve / ve ya e – posta yoluyla yetkililere gönderilebilecektir.

5.2 PV (Fotovoltaik) Güneş Enerjisi Sistemi

5.2.1 PV Sistem Tanımı

“PV” İngilizce photovoltaic kelimesinin kısaltmasıdır. “Photo” ışık ve “Voltaic” elektrik anlamına gelir. Fotovoltaik terimi ; güneş ışığının güneş hücreleri tarafından elektrik enerjisine dönüştürülme süreci için kullanılır. Uygun tasarlanmış bir fotovoltaik sistem az bir ışıkla megawattlarca elektrik üretebilir. Herhangi bir işletme ücreti, enerji kaynağı, gürültülü makineler gerektirmez ve hava kirliliğine sebep olmadan sadece güneş ısığı ile elektrik üretir.

Fotovoltaikler DC (doğru akım) üretirler. Bu elektrik;

- Direkt olarak DC gücü ile çalışan aygıtlarda,
- Daha sonra kullanılmak üzere DC olarak depolama yoluyla,
- AC (alternatif akım) 'ye dönüştürülerek AC ile çalışan aygıtlarda kullanılır. (Keleş, 2008)

Güneş pilleri (fotovoltaik piller) ;

- Yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir.
- Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilebilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2 - 0,4 mm arasındadır.
- Fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur.
- Pilin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir.
- Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir.

Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç Watt 'tan MegaWatt 'lara kadar sistem oluşturulabilir. [6]

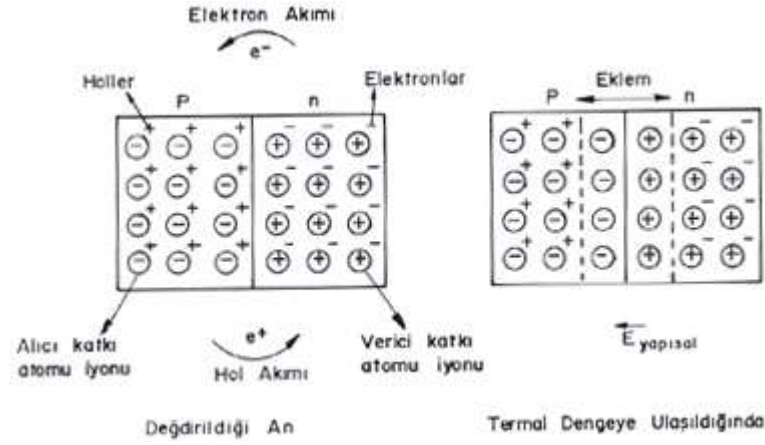
5.2.2 PV Sistemi Çalışma İlkesi

Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi güneş pilleri de, yarı iletken maddelerden yapılırlar. Yarı iletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum ve tellür gibi maddelerdir.

Yarı iletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmesi için n ya da p tipi katkılanmaları gereklidir. Katkılama, saf yarı iletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı iletkenin n ya da p tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyum'un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle 5. grup elementlerine "verici" ya da "n tipi" katkı maddesi denir.

P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de "p tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir.

P ve N tipi katkılandırılmış malzemeler bir araya getirildiğinde yarı iletken eklemler oluşturulur. N tipi yarı iletkende elektronlar, p tipi yarı iletkende holler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve N tipi yarıiletkenler biraraya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani P tipinde negatif enerji seviyeleri ile hol sayıları eşit, n tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. PN eklem oluştuğunda, N tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, P tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine "geçiş bölgesi" ya da "yükten arındırılmış bölge" denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" (E_y) olarak adlandırılır. Aşağıda PN eklem oluşması şematize edilmiştir. [6]



Şekil 5.2 PN eklemi oluşması

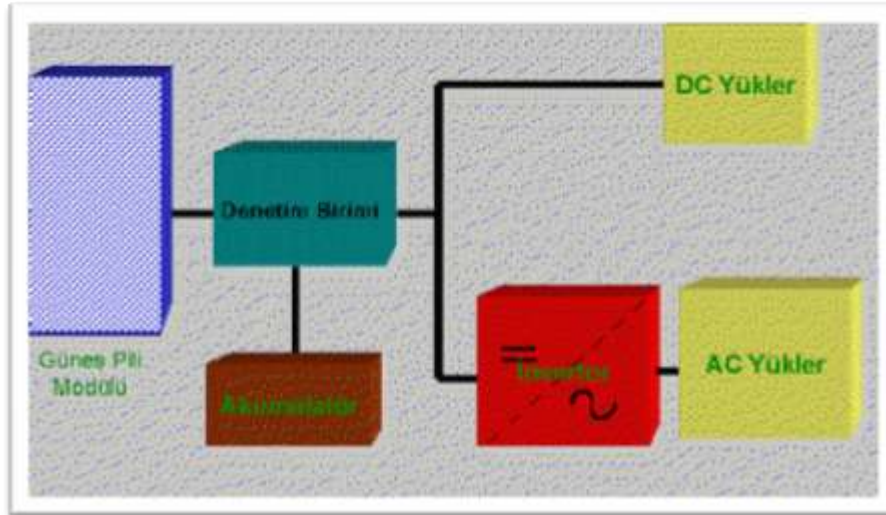
Yarı iletken eklemi güneş pili olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaj dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron - hol çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır.

Yarı iletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu bandlar valans bandı ve iletkenlik bandı adını alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarı iletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini valans banddaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron - hol çifti oluşur. Bu olay, pn eklem güneş pilinin ara yüzeyinde meydana gelmiş ise elektron - hol çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde güneş pili, elektronları n bölgesine, holleri de p bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron - hol çiftleri, güneş pilinin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun pil yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarı iletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron - hol çiftleri oluşturulmaktadır. Fakat gerekli elektrik alan olmadığı için tekrar birleşerek kaybolmaktadırlar. [7]

5.2.3 Güneş Pili Sistemleri [6]

Güneş pilleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemi (fotovoltaj sistem) oluştururlar. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımanın zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılırlar. Bunun dışında dizel jeneratörler ya da başka güç sistemleri ile birlikte karma olarak kullanılmaları da mümkündür.

Bu sistemlerde yeterli sayıda güneş pili modülü, enerji kaynağı olarak kullanılır. Güneşin yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince kullanılmak üzere genellikle sistemde akümülatör bulundurulur. Güneş pili modülleri gün boyunca elektrik enerjisi üreterek bunu akümülatörde depolar, yüke gerekli olan enerji akümülatörden alınır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için kullanılan denetim birimi ise akünün durumuna göre, ya güneş pillerinden gelen akımı ya da yükün çektiği akımı keser. Şebeke uyumlu alternatif akım elektriğinin gerekli olduğu uygulamalarda, sisteme bir invertör eklenerek akümülatördeki DC gerilim, 220 V, 50 Hz.lik sinüs dalgasına dönüştürülür. Benzer şekilde, uygulamanın şekline göre çeşitli destek elektronik devreler sisteme katılabilir. Bazı sistemlerde, güneş pillerinin maksimum güç noktasında çalışmasını sağlayan maksimum güç noktası izleyici cihazı bulunur. Aşağıda şebekeden bağımsız bir güneş pili enerji sisteminin şeması verilmektedir.



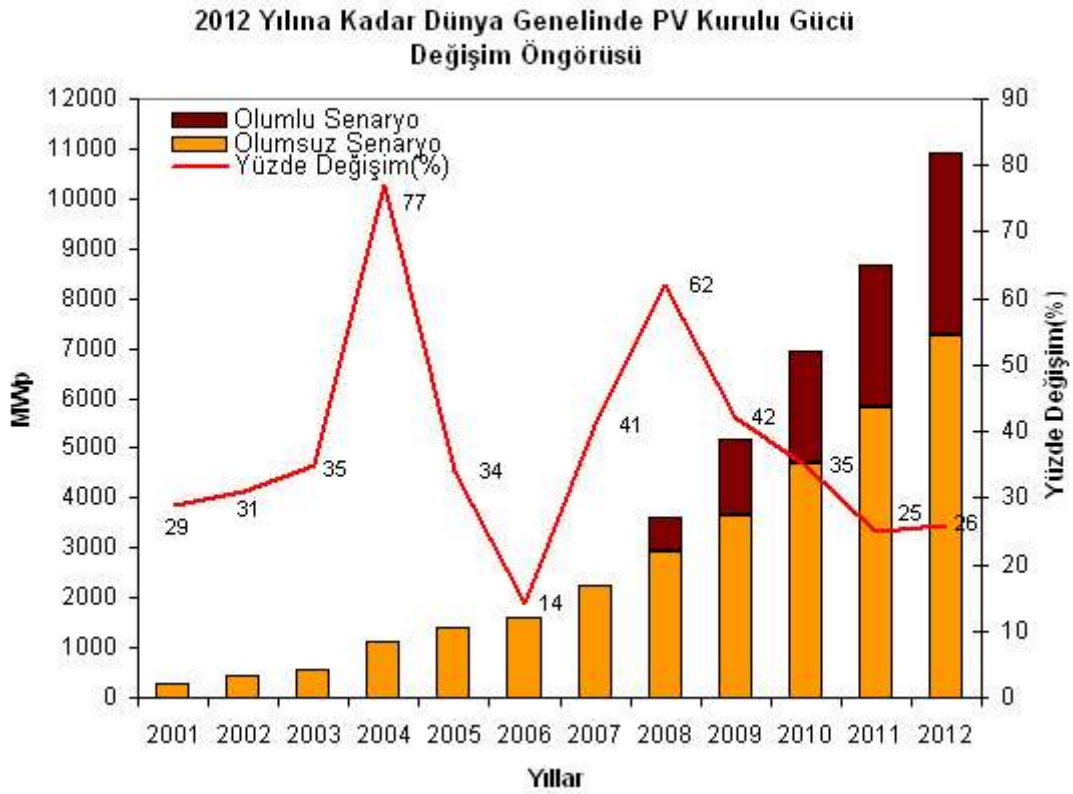
Şekil 5.3 PV sistem çalışma prensibi

Şebeke bağlantılı güneş pili sistemleri yüksek güçte santral boyutunda sistemler şeklinde olabileceği gibi daha çok görülen uygulaması binalarda küçük güçlü kullanım şeklindedir. Bu sistemlerde örneğin bir konutun elektrik gereksinimi karşılanırken, üretilen fazla enerji elektrik şebekesine satılır, yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden enerji alınır. Böyle bir sistemde enerji depolaması yapmaya gerek yoktur, yalnızca üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir.

Güneş pili sistemlerinin şebekeden bağımsız (stand - alone) olarak kullanıldığı tipik uygulama alanları aşağıda sıralanmıştır :

- Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri,
- Petrol boru hatlarının katodik koruması,

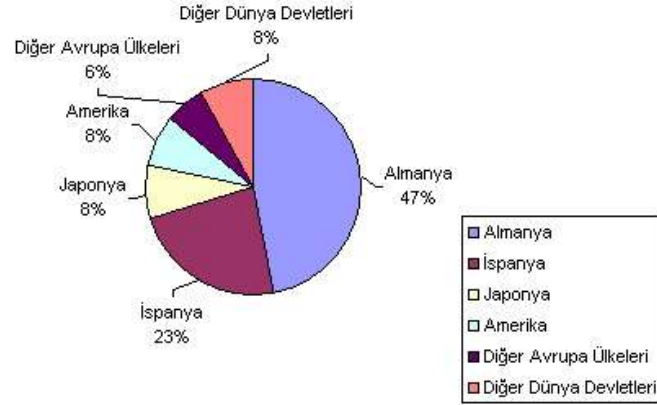
- Metal yapıların (köprüler, kuleler vb.) korozyondan korunması,
- Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları,
- Bina içi - dışı aydınlatma,
- Dağ evleri ve ya yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde televizyon, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması,
- Tarımsal sulama ve ya ev kullanımı amacıyla su pompajı,
- Orman gözetleme kuleleri,
- Deniz fenerleri,
- İlkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri,
- Deprem ve hava gözlem istasyonları,
- İlaç ve aşı soğutma.



Şekil 5.4 Dünyada PV kurulu güç 2012 tahmin grafiği [8]

Geçtiğimiz son beş yılda dünya genelinde PV üretimi yıllık bazda %30 civarında bir büyüme oranına sahip olmuştur. 2007 yılı dünya fotovoltaiik pazarı 2826 MW'a ulaşmıştır.

2007 Yılı Dünya Fotovoltaik Güneş Pili Pazarı 2826 MW



Şekil 5.5 2007 Yılı PV pazarı [9]

Dünyamızdaki en görkemli ve temiz enerji kaynağını güneştir. Güneş enerjisi hem bol, hem sürekli ve yenilenebilir hem de bedava bir enerji kaynağıdır. Yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler olması, çok kısa zamanda devreye alınabilmesi gibi nedenlerle dünya genelinde güneş enerjisi kullanımı sürekli artmaktadır. Dünyanın tüm yüzeyine bir yıl boyunca düşen güneş enerjisi, dünyanın bilinen kömür rezervinin 157, petrol rezervinin 516 katıdır. [10]



Şekil 5.6 Sokak aydınlatması için PV kullanımı

5.2.4 PV Sisteminin Binamıza Uygulanması

Bu uygulamanın amacı, fotovoltaiik sistemle üretilen elektriğin binada ayrılan 10. katta (+ 37.10 kotu) bir akü odasında bir inverter yardımıyla doğru akımın (binamızda doğru akım ihtiyacı olmadığından) alternatif akıma çevrilerek tüm binada kullanılmasıdır. Sistem Bölüm 5.2.2 'de tariflendiği gibi çalışacaktır.

Binamız İstanbul ili Maslak bölgesinde olduğundan, yıllık ortalama güneşlenme süresini hesaplayabilmemiz için Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü internet sitesinden aldığımız tablo aşağıdadır. Çizelge 5.10 'da İstanbul için günlük ortalama saat bazında güneşlenme süreleri aylık olarak görülmektedir. Buradan alınan değerlerle 12 ayın ortalaması 6 saat / gün olmaktadır. Fotovoltaiik sisteminin üretebileceği elektrik enerjisi için 6 saat / gün yıllık ortalama güneşlenme değeri hesaba katılacaktır. Binanın yönü güneybatıdır (Ek 13).

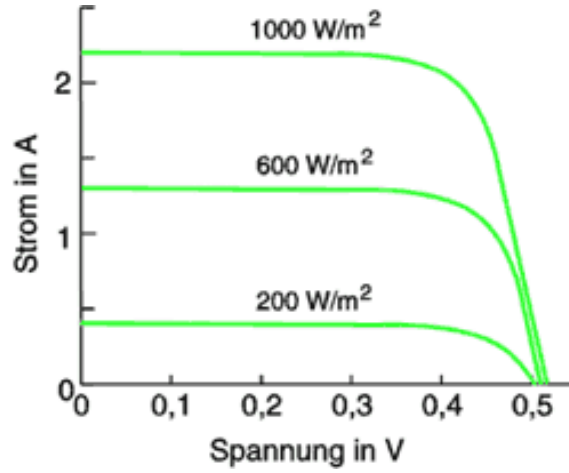
Çizelge 5.10 İstanbul yıllık ortalama güneşlenme süresi [11]

İSTANBUL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2008)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.2	6.0	8.0	12.2	16.8	21.7	23.9	23.8	20.1	15.8	11.3	8.1
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.0	9.3	11.8	16.7	21.6	26.4	28.6	28.5	25.0	20.0	14.9	10.8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.7	3.3	4.9	8.4	12.6	17.1	19.6	19.7	16.2	12.5	8.4	5.6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.3	3.1	4.6	6.0	8.0	9.8	10.5	9.4	7.9	5.1	3.3	2.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	16.2	14.0	12.3	10.3	7.2	5.9	3.5	4.6	6.7	10.5	12.9	15.3
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m ²)	80.2	61.9	57.0	43.9	29.3	25.0	23.9	30.8	34.8	70.3	87.0	96.4

Fotovoltaiik sistem, binamızın çatısına yerleştirilecektir. Çatı alanı 1.445 m² olup, çeşitli ekipmanların, asansör ve merdiven kovalarının kapladığı alandan dolayı fotovoltaiik sistem için kullanılabilir net çatı alanımız 1.180 m² olmaktadır. Ek 14 'te yer alan katalogta da görülebildiği gibi, bir adet 240 W 'lık fotovoltaiik kollektörün alanı yaklaşık 1.3 m² 'dir. Gölgeleme faktörü (belirli bir açıyla yerleştirilen fotovoltaiik kollektörlerin birbirlerini gölgelemesi durumu), servis alanı, montaj mesafeleri gibi etkenleri göz önünde bulundurduğumuzda 20 'li bir kollektör grubunun kapladığı alan 30 m² olarak hesaba katılmıştır. Dolayısıyla 20 'li kollektör gruplarından çatımıza 39 grup sığmaktadır. Bu grupların montajı, en verimli olduğu düşünülen 30 ° 'lik açıyla yapılmıştır. Böylelikle toplamda montajı yapılması düşünülen fotovoltaiik güneş paneli adeti 780 olmaktadır.

Tanesi 240 W olan fotovoltaiik panellerden 780 tane kullanılması durumunda toplam kurulu gücümüz 187,2 kWp olmaktadır. kWp kısaca bir fotovoltaiik sistemin pik güç çıkışı olarak tanımlanabilir. Güneş pillerinin karakteristikleri, özellikle radyasyon yoğunluğu ve diğer ortam koşullarına göre değişebilmektedir. Fotovoltaiik sistemde, bir güneş panelinin standart

koşullar altında ürettiği maksimum güce pik güç denir ve Watt peak (Wp), kiloWatt peak (kWp) ve ya MegaWatt peak (MWp) olarak adlandırılır. Bu standart koşullar 1000 w/m² güneş ışınımı olarak kabul edilebilir. [12]



Şekil 5.7 Güneş ışınımı değeriyle fotovoltaik panelin üretkenliğinin değişimi [12]

Fotovoltaik panellerin yerleşimi, güney yönüne doğru yapılacaktır. Güneş ışınım değeri en fazla olan yön güney yönüdür. Şekil 5.8 ‘de yapmayı düşündüğümüz uygulamaya benzer bir uygulamanın fotoğrafı yer almaktadır. Örnek uygulama Japonyada 2000 yılında yapılmış olup, kurulu güç 203 kWp ‘dir.



Şekil 5.8 Japonyadan örnek fotovoltaik sistem uygulaması

Çatı alanımıza göre kurulması planlanan 780 adet fotovoltaik panel için yapılan enerji üretim analizi Çizelge 5.11 ‘de yer almaktadır. Enerji maliyeti, 0,12 €/kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.11 PV sistem yıllık enerji tasarrufu analizi

	Güç (Wp)	Güneşlenme Süresi (saat/gün)	Gün	Kollektör Adeti	Üretilen Toplam Yıllık Güç (kWhp)
PV Kollektörü	240	6	365	780	409.968,00
TOPLAM YILLIK TASARRUF	=	49.996,80	€		

Çizelge 5.11 ‘den de görülebileceği üzere fotovoltaiik sistemin yıllık net tasarrufu 49.996,80 € olmaktadır. Binamız özel durumlar dışında haftasonları çalışmasa da, fotovoltaiik sisteme ait olacak akü odasında, binanın çalışmadığı günler dahi üretilen elektrik enerjisi depolanabilecektir. Mevzubahis depolama kapasitesi 1 haftalık seçilmiştir. Yani binada 1 hafta boyunca elektrik tüketimi olmasa dahi (özel durumlar), fotovoltaiik sistem elektrik enerjisi üretilip depolayabilecektir.

Çizelge 5.12 ‘de fotovoltaiik sistem ile güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminin mali portresi olan analiz yer almaktadır. Yatırımın ömrü 25 yıl olarak belirlenmiş olup, ilk yatırım maliyeti montaj ve devreye alma dahil grup başına yaklaşık 10.000 € olarak toplam 395.400 € kabul edilmiştir. Bu yatırım için hurda değeri 20.000 € olarak kabul edilmiştir. Bakım maliyeti yıllık 550 € x 2 sefer olarak 1.100 € olarak kabul edilmiştir. Bu yatırım için faiz yıllık % 4 alınmıştır. Faizin diğer analizlere göre düşük alınmasının sebebi, bankaların yenilenebilir enerji projelerine düşük faizli kredi vermesidir.

Çizelge 5.12 ‘den de görülebildiği üzere fotovoltaiik sistemi kendini 9. yılın ilk aylarında amorti etmektedir. Böyle önemli ve yüksek meblağlı bir yatırım için çok iyi bir süre sayılmasa da, bankaların yenilenebilir enerji projeleri için verdiği düşük faizli krediler, bir süre geri ödemesiz krediler göz önünde bulundurulursa, yıllık 49.996,90 € tasarruf eden ve bu süre zarfında doğaya, çevreye hiçbir zarar vermeyen bir sistem için bu yatırım mantıklı gözükmemektedir. Ayrıca binanın prestiji ve reklamı açısından, kira ve kiracı yönetimi açısından da yenilenebilir enerji kullanmanın faydası çoktur. Yalnızca bu revizyon için sektör dergilerinde, yerli ve yabancı basında yapılacak haberlerin reklam değerleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca yenilenebilir enerji kullanmak sosyal bir sorumluluktur.

25 yıl sonucunda fotovoltaiik güneş pilleri kullanarak edilen tasarruf 375. 972,05 € ‘dur.

Çizelge 5.12 PV sistemi NPV analizi

PV SİSTEMİ NPV ANALİZİ								
YI L	YATIRIM TUTARI	YILLIK TASARRUF	İŞLETME GİDERİ	HURDA DEĞERİ	NET NAKİT AKIŞI	BDF	NNA x BDF	KÜMÜLATİ F TOPLAM
0	-395.400,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	-395.400,00 €	1,00	-395.400,00 €	-395.400,00 €
1	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,96	47.016,15 €	-348.383,85 €
2	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,92	45.207,84 €	-303.176,01 €
3	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,89	43.469,08 €	-259.706,93 €
4	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,85	41.797,19 €	-217.909,74 €
5	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,82	40.189,61 €	-177.720,13 €
6	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,79	38.643,85 €	-139.076,28 €
7	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,76	37.157,55 €	-101.918,73 €
8	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,73	35.728,41 €	-66.190,32 €
9	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,70	34.354,24 €	-31.836,08 €
10	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,68	33.032,93 €	1.196,85 €
11	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,65	31.762,43 €	32.959,28 €
12	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,62	30.540,80 €	63.500,07 €
13	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,60	29.366,15 €	92.866,23 €
14	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,58	28.236,68 €	121.102,91 €
15	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,56	27.150,66 €	148.253,57 €
16	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,53	26.106,40 €	174.359,97 €
17	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,51	25.102,31 €	199.462,28 €
18	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,49	24.136,84 €	223.599,11 €
19	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,47	23.208,50 €	246.807,61 €
20	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,46	22.315,86 €	269.123,47 €
21	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,44	21.457,56 €	290.581,03 €
22	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,42	20.632,27 €	311.213,30 €
23	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,41	19.838,72 €	331.052,02 €
24	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	0,00 €	48.896,80 €	0,39	19.075,69 €	350.127,71 €
25	0,00 €	49.996,80 €	-1.100,00 €	20.000,00 €	68.896,80 €	0,38	25.844,35 €	375.972,05 €
							TOP :	375.972,05 €

5.3 Emisyon Analizi

Bir yatırım analizi yapılırken, bu yatırımın mali analizi dışında, doğaya hangi ölçüde verilecek bir potansiyel zararı önlediğini de görmek karar verme aşamasını kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla fizibilite çalışmalarında emisyon analizleri mutlaka yapılmalıdır.

Çizelge 5.14 ‘ te RETScreen programı kullanarak hazırlanan emisyon değerleri analizi tablosu yer almaktadır. Bu tablo sayesinde verimlilik artırıcı projelerle sağladığımız emisyonun yılda kaç ton karbondioksit salınımı engellendiğini, yıllık kaç otomobilin azalmasıyla eşdeğer olduğunu, toplam ton eşdeğer petrolü, kaç hektar ormanın karbon emilimine eş değer olduğunu, kaç insanın enerji sarfiyatını % 20 düşürmesiyle eşdeğer olduğunu görebiliriz.

Çizelge 5.14 ‘te hesaba katılan MWh değeri Çizelge 5.13 ‘te hesaplanan yıllık elektrik enerjisi tasarrufu değeri olan 729,94 MWh ‘tir. Bu değer yapılan tüm verimlilik artırıcı projeler sonucunda bulunan toplam yıllık elektrik enerjisi tasarrufu değeridir.

Çizelge 5.13 10.34 VAP ‘lar sonunda elde edilen toplam yıllık tasarruflar

Revizyon Adı	Toplam Yıllık Tasarruf (MWh)
Chiller Grubu Kompresör Değişimi	181,29
Pompaların Frekans Konv. Sürülmesi	33,92
AHU IGK + Frekans Konvertörü Revizyonu	95,76
Kule Revizyonu	Karlı olmadığı için vazgeçildi.
Fotovoltaik Sistem Kurulması	409,97
TOPLAM YILLIK TASARRUF = 729,94 MWh	

Çizelge 5.14 VAP ‘lar sonucunda elde edilen tasarruf değerine ait emisyon analizi

Emission Analysis					
Base case electricity system		GHG emission factor (excl. T&D)	T&D losses	GHG emission factor	
Country - region	Fuel type	tCO ₂ /MWh	%	tCO ₂ /MWh	
Turkey	All types	0,450		0,450	
GHG emission					
Base case	tCO ₂	328,1			
Proposed case	tCO ₂				
Gross annual GHG emission reduction	tCO ₂	328,1			
GHG credits transaction fee	%	0,0%			
Net annual GHG emission reduction	tCO ₂	328,1	=	60,1	Cars & light trucks not used
				30,2	Hectares of forest absorbing carbon
					People reducing energy use by 20%
GHG reduction income				328	
GHG reduction credit rate	€/tCO ₂			140.989	Litres of gasoline not consumed

Çizelge 5.14 ‘te yer alan “base case” ibaresi tasarruf yapılan sistemi belirtmektedir. Örnek

olarak, fuel – oil, doğal gaz benzeri yakıtlar olabilir. Bizim sistemimizde chiller grupları elektrikle çalıştığından elektriktir. T & D loses diye ifade edilen, taşıma ve dağıtım kayıplarıdır. Elektrik iletiminde herhangi bir kayıp olmadığı (ürettiğimiz elektrik şebekeye verilmediği) için boş bırakılmıştır. GHG (greenhouse gas) atmosferde radyasyonu emen ve kızılötesi olarak yayan gazlara denilir. Bu süreç, greenhouse etkisinin temel nedenidir. Dünya'nın atmosferinde yer alan temel greenhouse gazları su buharı, karbondioksit, metan, azot ve ozon gazlarıdır. Güneş sisteminde, Venüs, Mars ve Titan gezegenlerinin atmosferlerinde de greenhouse etkisini yaratacak gazlar bulunmaktadır. Greenhouse gazları gerçekten önemli ölçüde dünyanın sıcaklığına etki etmektedirler. Eğer greenhouse gazları olmasaydı, dünya yüzey sıcaklığı ortalama 33 °C düşük olurdu. [13]

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada pilot bir iş merkezinde; enerji tüketimlerinin çıkartılması, enerji verimliliği sağlanabilecek noktaların tespiti, verimlilik arttırıcı projeler geliştirilmesi ve bu projelerin piyasada faal olarak iş yapan mekanik tesisat firmalarından alınan gerçek teklifler üzerinden fizibilite analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Binanın İstanbul Maslak 'ta seçilmesinin başlıca nedeni, iş merkezleri yoğunluğunun bu bölgede olması sebebiyle, daha sonra yapılacak projelere örnek oluşturabilmesidir.

Verimlilik arttırıcı projelerin tasarlanması esnasında, hem bina yönetim sistemiyle uyumlu çalışabilecek hem de sektördeki güncel yenilikleri içeren teknolojiler kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, ekonomik durum kriteri de yatırımcı gözüyle düşünülmüş olup, fiyat / performans oranı yüksek ürünler tercih edilmiştir. Tüm yeni kurulacak ekipmanlar, bina yönetiminin talebi doğrultusunda yüksek enerji verimli aynı zamanda da bakım kolaylığı sağlayacak şekilde seçilip konumları bu kıstasa göre belirlenmiştir.

Küreselleşen dünyada ve sanayileşmesini tamamlamamış ülkemizde yenilenebilir enerji yatırımları günümüzde hız kazanmıştır. Bu konuda maalesef gelişmiş ülkelerin yıllarca gerisinden gidilse de ülkemizdeki yerli büyük firmaların ve yabancı yatırımcıların yenilenebilir enerji konusuna olan ilgisi, hükümeti bu konuya ağırlık vermeye zorlamıştır. Halihazırda çıkan ve çıkmaya devam eden yasalar yetersiz ve yenilenebilir enerjinin satılması için belirlenen birim fiyatlar gelişmiş ülkelerdeki fiyatlara göre çok düşük olsa da, bu yakalanan trend ile önümüzdeki 15 yıl içerisinde, ülkemizin bu konuda bir atılım yapacağı ve yenilenebilir enerji potansiyelini artı değer olarak milli gücüne katacağını düşünülmektedir.

Yenilenebilir enerjinin değerinin daha iyi anlaşılması fosil yakıt rezervlerinin tehlikeye girmesiyle olmuştur. Bu bağlamda yeni kanunlar ve yasalarla yenilenebilir enerji yatırımlarının önü açılmıştır. Ülkemizde de bankalar çeşitli kredilerle bu konuya destek olmaktadır fakat daha bilinçli yasalar çıkartılması, halkın bilinçlendirilmesi, yatırımcının bilinçlendirilmesi, çeşitli teşvik, hibe ve vergi indirimleri yenilenebilir enerji konusunu ülkemizde daha cazip hale getirecektir. Doğaya hiçbir zararı olmayan, küresel ısınmaya, ozon tabakasının yırtılmasına katkı sağlamayan bu temiz enerji kaynaklarına yönelmek ve insanları yönlendirmek biz mühendislerin görevidir.

Binaların daha akıllı, enerji verimli çalışması ve yönetimin kolaylaştırılması için binaya bina yönetim sistemi kurulmuştur. Bu sistem sayesinde tüm HVAC cihazları bir merkezden izlenebilecek, kayıtlar tutulacak ve cihazlar bu sistem üzerinden kontrol edilebileceklerdir. Bu sistem hem bina yönetimine kolaylık hem de personel için konfor sağlamaktadır. Olası

arızalardan anında haberdar olunacak, cihazların bakım süreleri gelmeden yönetim uyarılacak, bu sayede cihazların bakımsızlıktan bozulmaları engellenecek, açık unutulmuş cihaz varsa yönetim uyarılacak böylece etkin ve tasarruflu bir bina yönetimi sağlanacaktır.

Çalışmamızda yaptığımız verimlilik arttırıcı projelerde, yüksek enerji verimliliğine sahip cihazlar ve bunların otomatik ve akılcı kontrolleriyle enerji tasarrufu yapmayı hedefledik. Bütün verimlilik arttırıcı projelerin toplamı olarak yıllık 729,94 MWh elektrik enerjisinden tasarruf ettik. Çizelge 4.2 'de yer alan tablo incelendiğinde soğutma pik yükünün olduğu dolayısıyla elektrik tüketiminin ve faturasının en yüksek olduğu Ağustos ayında bile toplam tüketim bizim tasarruf değerimize erişememektedir. Bu yatırımların, işletme ömürleri boyunca toplam tasarrufları 476.542,95 € olmaktadır. Bu değer elbet ki yatırımın kendini geri ödedikten sonra bina yönetiminin cebinde kalan parayı göstermektedir. Tüm yatırımların toplam bedeli ise 522.300 € olarak belirlenmiştir. Özellikle PV sistemi ile ilgili bankaların sunmuş olduğu yenilenebilir enerji kredisi (düşük faizli ve / ve ya bir müddet geri ödemesiz) fırsatları değerlendirilmelidir. Böylelikle PV sistem için öngörülen ilk yatırım maliyeti oldukça düşürülebilir.

KAYNAKLAR

- Arısoy, A., Öner, F. ve Uluçay, U., (2008), “Binalarda Sürdürülebilir Enerji Kullanımı ve Ekonomik Optimizasyon”, TTMD 8. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, 12-14 Mayıs, İstanbul.
- ASHRAE Chapter 32, (1991), Energy Management, Applications Handbook.
- Bayraktar, M. ve Yılmaz, Z., (2008), “Bina Enerji Tasarrufunda Pasif Akıllılığın Önemi”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 103 : 5-15.
- Contreras, K. S., Yiğit, K. S. ve Veziroğlu, T. N., (1997), “Spanish Energy Planning Towards A Sustainable Future”, Energy Conservation Management, 38(5): 443-452.
- Energy Conservation Center, (1998), “Law Concerning the Rational Use of Energy and Energy Conservation in Japanese Industries”, JICA&KITA, Kitakyushu, Japan.
- Energy Efficiency Office (EEO), (1997), “Choosing An Energy Efficiency Consultant”, Japan.
- Energy Efficiency Office (EEO), (1998), “Energy - Environment and Profits”, Japan.
- Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, (1998), EIE, Ankara.
- Enerji Yöneticiliği Kurs Notları (2010), MMO, İstanbul.
- Hepbaşlı, A., (1999), “HVAC Sistemlerinde Etkinlik ve Verim Tanımları”, Bölüm I, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 50: 33-53.
- Hepbaşlı, A., (2000a), “Sanayide Enerji Yönetim Programına Sistematiik Yaklaşım”, Tesisat Mühendisliği Dergisi.
- Hepbaşlı, A., (2000b), “Enerji ve Çevre Yönetimine Sistematiik Yaklaşım, III. Temiz Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı”, (2) : 647-654.
- Hepbaşlı, A., (2001), “Sanayide Enerji Yönetim Programının Temelleri”, Termoklima, 106.
- Canbay, S., Gökçen G. Ve Hepbaşlı, A., (2009), “Bina Yönetim Sistemleri ve HVAC Sistemlerinde Enerji Tasarrufuna Yönelik Kontrol İlkeleri”, TESKON, İzmir.
- Heperkan, H. A. ve Olgun, B., (2008a), “Enerji Verimliliği ve Türkiye’deki Mevzuat”, Isıtma, Soğutma, Klima, Havalandırma, Yalıtım, Pompa, Vana, Tesisat, Su Arıtma ve Güneş Enerjisi Sistemleri Dergisi, Eylül-Ekim.
- Heperkan, H.A. ve Olgun, B., (2008b), “Isıtma Sistemlerinde Enerji Verimliliği ve Enerjinin Etkin Kullanımı”, Ferroli Türkiye Eğitimleri ve Eğitim Notları, İstanbul.
- Keleş, C., (2008), “Türkiye ‘de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul .
- Koçlar Oral, G., (2008), “Enerji Verimliliğinde Etkin Bina Yaklaşımı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Küçükçalı, R. (2005), “Enerji Ekonomisi”, Isısan Çalışmaları, İstanbul.
- Kyushu Bureau of International Trade and Industry, (1998), “How to Be Administrative”, Japan.
- Olgun, B. , Kurtuluş, O., Gültek, S. ve Heperkan, H., (2009) “Enerji Verimliliği ve Türkiye’deki Mevzuat”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6-9 Mayıs, İzmir.

Olgun, B., (2009), “Turizm Bölgelerinde Elektrik Enerji Tüketimi ve Talep Tarafı Yönetiminin Modellenmesi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Olgun, B., (2010), “Bina Otomasyonu ve HVAC Sistemleri”, Termo-Klima Isıtma, Soğutma, Klima, Havalandırma, Yalıtım, Pompa, Vana, Tesisat, Su Arıtma ve Güneş Enerjisi Sistemleri Dergisi, 23: 94-96.

Olgun, B. ve Özil, E., (2010) “Endüstriyel Amaçlı Soğuk su Hazırlama Gruplarında Periyodik Bakım”, Termo-Klima Isıtma, Soğutma, Klima, Havalandırma, Yalıtım, Pompa, Vana, Tesisat, Su Arıtma ve Güneş Enerjisi Sistemleri Dergisi, 24: 122-124.

Özbakır, P., (2006), “Enerji Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, , Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özdemir, B., (2005), “Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özil, E., Şişbot, S., Özpinar, A. ve Olgun, B., (2011), “Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği”, Türkiye Elektrik Sanayi Birliği.

Shinkawa, N., (1998), “An Outlook for Energy in Energy Conservation Point of View”, Kyushu International Center, JICA&KITA, Kitakyushu, Japan.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (2008), Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Ankara.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (2008), Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, Ankara.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (2008), Enerji Verimliliği Kanunu, Ankara.

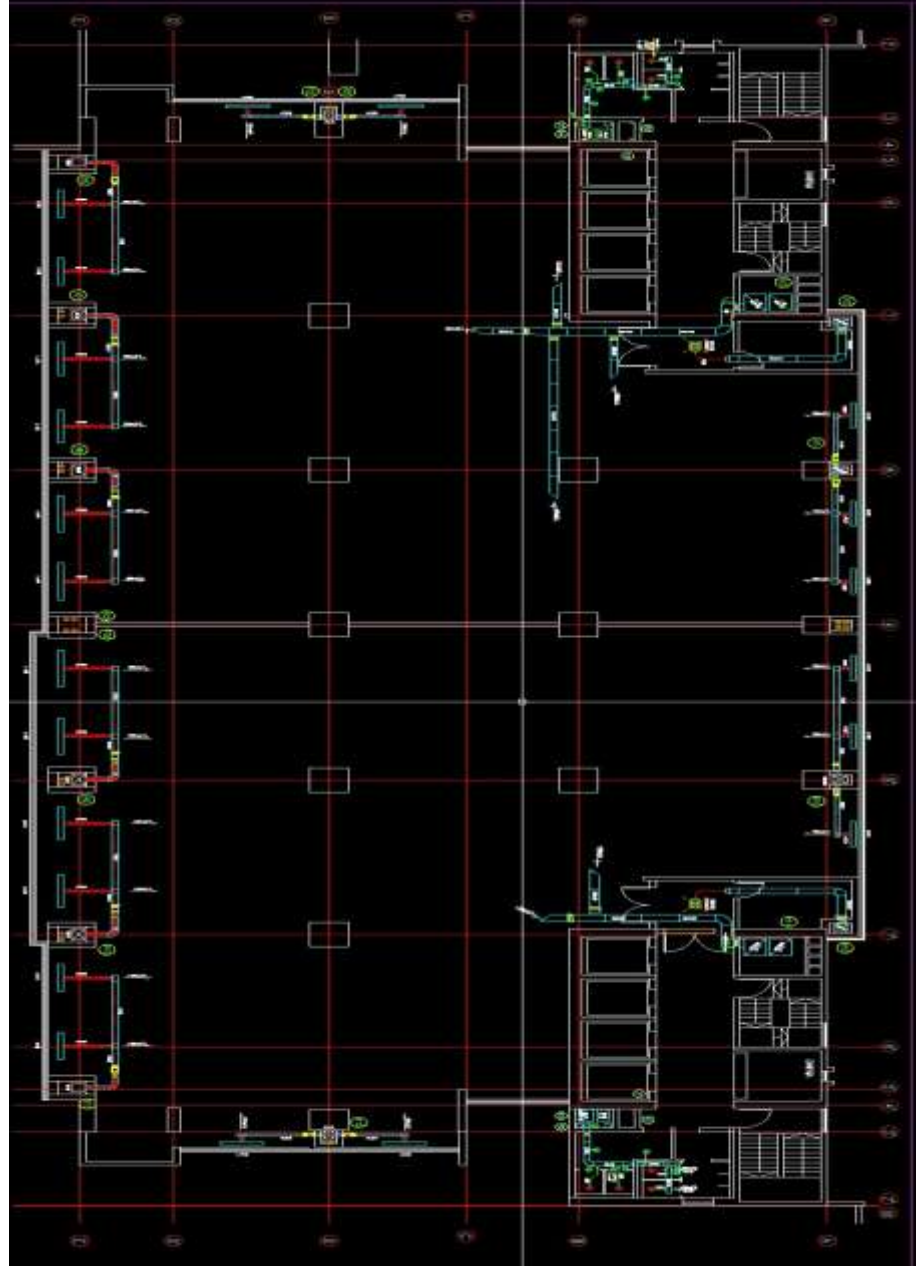
TS-825 Türk Standartları Enstitüsü, (2008), Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Ankara.

Yılmaz, B., (2009), “Binalarda Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

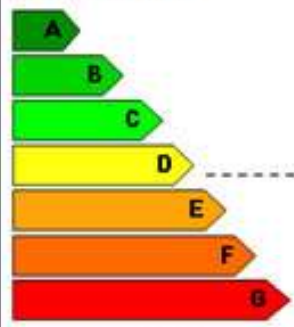
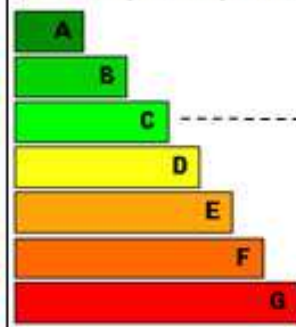
İnternet Kaynakları

- [1] http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf
- [2] <http://www.iea.org/weo/2009.asp#graphs>
- [3] http://www.dektmk.org.tr/upresimler/enerji_raporu_2009.pdf
- [4] http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=yayinlar_raporlar&bn=id=3273
- [5] <http://www.retscreen.net>
- [6] <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunespv.html>
- [7] <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/pvilke.html>
- [8] <http://www.epi.org>
- [9] <http://www.solarbuzz.com>
- [10] <http://www.fotonas.com>
- [11] <http://www.dmi.gov.tr>
- [12] <http://www.solarserver.com>
- [13] <http://www.ipcc.ch>

EKLER	Sayfa
Ek 1	Ofis Tip Kat Havalandırma Projesi..... 69
Ek 2	Bina Enerji Kimlik Belgesi Örneği..... 70
Ek 3	Bina Yönetim Sistemi Nokta Listesi..... 71
Ek 4	Chiller Grupları Kompresör Revizyonu Fiyat Teklifi..... 80
Ek 5	Aylık Ortalama Soğutma İhtiyaçları.....82
Ek 6	Chiller Gruplarına Kullanılan Kompresör Teknik Çıktıları..... 85
Ek 7	Pompaların Frekans Konvertörü Revizyonu Fiyat Teklifi..... 86
Ek 8	Isı Geri Kazanım Hücresi Teknik Çıktısı..... 87
Ek 9	Taze Hava İhtiyaç Yüzdesi.....88
Ek 10	AHU IGK ve Frekans Konvertörü Revizyonu Fiyat Teklifi..... 89
Ek 11	Kule Revizyonu Fiyat Teklifi..... 91
Ek 12	Bina Yönetim Sistemi Kurulması Teklifi.....93
Ek 13	Binanın Yönü.....94
Ek 14	PV Katalog..... 95

Ek 1 Ofis Tip Kat Havalandırma Projesi

Ek 2 Bina Enerji Kimlik Belgesi Örneği

ENERJİ KİMLİK BELGESİ		
Belge No : Bina tipi : İnşaat yılı : Kapalı Kullanım alanı : Ada, Parsel : Adres :	Tarih : Belgeyi Düzenleyen : Oda Sicil No : Belgenin Son Geçerlilik Tarihi : İmza :	
MÜLK SAHİBİ: İsim: Adres:	MÜŞTEREK TEŞİSLERİN SAHİBİ (gerekliyse): İsim: Adres:	
Enerji tipine göre yıllık tüketimler		
	Nihai Enerji tüketimleri	Birincil Enerji tüketimleri
Enerji Kullanım Alanı	kWsaat	kWsaat
Isıtma :		
Sıhhi sıcak su :		
Soğutma :		
Aydınlatma :		
TOPLAM :		
Isıtma, sıhhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için enerji tüketimleri (birincil enerji olarak)	Isıtma, sıhhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için sera etkisi gazı (SEG) emisyonları	
Nihai tüketim:kWsaat/ m ² .yıl	Emisyon salımı:kg eşdeğer CO ₂ / m ² .yıl	
Tasarruflu Bina  Enerji Tüketimi Yüksek Bina	Bina	SEG Emisyonu Düşük Bina  SEG Emisyonu Yüksek Bina
	kWsaat/m ² .yıl	kg eşdeğer CO ₂ /m ² .yıl

Ek 3 Bina Yönetim Sistemi Nokta Listesi

DİJİTAL GİRİŞLER

İŞİN ADI:	MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ	08.10.2010
İŞİN YERİ:	İSTANBUL	

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
1	MM-P-01 POMPA GRUBU 1. DEĞİŞKEN DEBİLİ SOĞUTMA POMPASI DURUM BİLGİSİ	M1_FB_ON	%I0.2.19	X1:39 X1:40
2	MM-P-01 POMPA GRUBU 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ SOĞUTMA POMPASI DURUM BİLGİSİ	M1_FB_ON	%I0.2.20	X1:41 X1:42
3	MM-P-01 POMPA GRUBU 1. ve 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ AVM SOĞUTMA POMPALARI GENEL ARIZA BİLGİSİ	M1_FB_TER ARZ	%I0.2.21	X1:43 X1:44
4	MM-P-02 POMPA GRUBU 1. DEĞİŞKEN DEBİLİ CHILLER PRIMER DEVRE POMPASI DURUM BİLGİSİ	M2_FB_ON	%I0.2.22	X1:45 X1:46
5	MM-P-02 POMPA GRUBU 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ CHILLER PRIMER DEVRE POMPASI DURUM BİLGİSİ	M2_FB_ON	%I0.2.23	X1:47 X1:48
6	MM-P-02 POMPA GRUBU 1. ve 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ CHILLER PRIMER DEVRE POMPALARI GENEL ARIZA BİLGİSİ	M2_FB_TER ARZ	%I0.2.24	X1:49 X1:50
7	MM-P-03 POMPA GRUBU 1. DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU POMPASI DURUM BİLGİSİ	M3_FB_ON	%I0.2.25	X1:51 X1:52
8	MM-P-03 POMPA GRUBU 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU POMPASI DURUM BİLGİSİ	M3_FB_ON	%I0.2.26	X1:53 X1:54
9	MM-P-03 POMPA GRUBU 1. ve 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU POMPALARI GENEL ARIZA BİLGİSİ	M3_FB_TER ARZ	%I0.2.27	X1:55 X1:56
10	MM-P-04 POMPA GRUBU 1. DEĞİŞKEN DEBİLİ K.S POMPASI DURUM BİLGİSİ	M4_FB_ON	%I0.2.28	X1:57 X1:58
11	MM-P-04 POMPA GRUBU 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ K.S POMPASI DURUM BİLGİSİ	M4_FB_ON	%I0.2.29	X1:59 X1:60
12	MM-P-04 POMPA GRUBU 1. ve 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ K.S POMPALARI GENEL ARIZA BİLGİSİ	M4_FB_TER ARZ	%I0.2.30	X1:61 X1:62
13	MM-P-05 POMPA GRUBU 1. DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU POMPASI DURUM BİLGİSİ	M5_FB_ON	%I0.2.31	X1:63 X1:64

DİJİTAL GİRİŞLER

İŞİN ADI: MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ
İŞİN YERİ: İSTANBUL

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
14	MM-P-05 POMPA GRUBU 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU POMPASI DURUM BİLGİSİ	M5_FB_ON	%I0.2.32	X1:65
				X1:66
15	MM-P-05 POMPA GRUBU 1. ve 2. DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU POMPALARI GENEL ARIZA BİLGİSİ	M5_FB_TERARZ	%I0.2.33	X1:67
				X1:68
16	AHU-01 VANTİLATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU1_VANPOZ_FB_ON	%I0.2.41	X1:83
				X1:84
17	AHU-01 ASPİRATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU1_ASPPOZ_FB_ON	%I0.2.42	X1:85
				X1:86
18	AHU-01 TAMBUR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU1_TAMPOZ_FB_ON	%I0.2.43	X1:87
				X1:88
19	AHU-01 VANTİLATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU1_VANALM_FB_ON	%I0.2.44	X1:89
				X1:90
20	AHU-01 ASPİRATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU1_ASPALM_FB_ON	%I0.2.45	X1:91
				X1:92
21	AHU-01 VANTİLATÖR TERMİK ARIZA	AHU1_VAN_FB_TERARZ	%I0.2.46	X1:93
				X1:94
22	AHU-01 ASPİRATÖR TERMİK ARIZA	AHU1_ASP_FB_TERARZ	%I0.2.47	X1:95
				X1:96
23	AHU-01 TAMBUR TERMİK ARIZA	AHU1_TAM_FB_TERARZ	%I0.2.48	X1:97
				X1:98
24	AHU-01 VANTİLATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU1_VAN_FB_ON	%I0.2.49	X1:99
				X1:100
25	AHU-01 ASPİRATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU1_ASP_FB_ON	%I0.2.50	X1:101
				X1:102
26	AHU-01 TAMBUR KONTAKTOR DURUM	AHU1_TAN_FB_ON	%I0.2.51	X1:103
				X1:104
27	AHU-01 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU1_KF1_FB_ON	%I0.2.52	X1:105
				X1:106
28	AHU-01 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU1_KF2_FB_ON	%I0.2.53	X1:107
				X1:108
29	AHU-01 FİLTRE KİRLİLİK (ZİGZAG)	AHU1_ZF_FB_ON	%I0.2.54	X1:109
				X1:110
30	AHU-01 DONMA ALARMI	AHU1_DON_FB_ON	%I0.2.55	X1:111
				X1:112
31	AHU-01 ON/OFF TAZE HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU1_THDAM_FB_ON	%I0.2.56	X1:113
				X1:114
32	AHU-01 ON/OFF EGZOST HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU1_EHDAM_FB_ON	%I0.2.57	X1:115
				X1:116
33	AHU-02 VANTİLATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU2_VANPOZ_FB_ON	%I0.2.58	X1:117
				X1:118
34	AHU-02 ASPİRATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU2_ASPPOZ	%I0.2.59	X1:119

		_FB_ON		X1:120
35	AHU-02 TAMBUR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU2_TAMPOZ_FB_ON	%I0.2.60	X1:121
				X1:122
36	AHU-02 VANTİLATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU2_VANALM_FB_ON	%I0.2.61	X1:123
				X1:124
37	AHU-02 ASPİRATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU2_ASPALM_FB_ON	%I0.2.62	X1:125
				X1:126
38	AHU-02 VANTİLATÖR TERMİK ARIZA	AHU2_VAN_FB_TERARZ	%I0.2.63	X1:127
				X1:128

DİJİTAL GİRİŞLER

İŞİN
ADI: MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ
İŞİN
YERİ: İSTANBUL

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
39	AHU-02 ASPİRATÖR TERMİK ARIZA	AHU2_ASP_FB_TERARZ	%I0.3.0	X2:1
				X2:2
40	AHU-02 TAMBUR TERMİK ARIZA	AHU2_TAM_FB_TERARZ	%I0.3.1	X2:3
				X2:4
41	AHU-02 VANTİLATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU2_VAN_FB_ON	%I0.3.2	X2:5
				X2:6
42	AHU-02 ASPİRATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU2_ASP_FB_ON	%I0.3.3	X2:7
				X2:8
43	AHU-02 TAMBUR KONTAKTOR DURUM	AHU2_TAN_FB_ON	%I0.3.4	X2:9
				X2:10
44	AHU-02 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU2_KF1_FB_ON	%I0.3.5	X2:11
				X2:12
45	AHU-02 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU2_KF2_FB_ON	%I0.3.6	X2:13
				X2:14
46	AHU-02 FİLTRE KİRLİLİK (ZİGZAG)	AHU2_ZF_FB_ON	%I0.3.7	X2:15
				X2:16
47	AHU-02 DONMA ALARMI	AHU2_DON_FB_ON	%I0.3.8	X2:17
				X2:18
48	AHU-02 ON/OFF TAZE HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU2_THDAM_FB_ON	%I0.3.9	X2:19
				X2:20
49	AHU-02 ON/OFF EGZOST HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU2_EHDAM_FB_ON	%I0.3.10	X2:21
				X2:22
50	AHU-03 VANTİLATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU3_VANPOZ_FB_ON	%I0.3.11	X2:23
				X2:24
51	AHU-03 ASPİRATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU3_ASPPOZ_FB_ON	%I0.3.12	X2:25
				X2:26
52	AHU-03 TAMBUR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU3_TAMPOZ_FB_ON	%I0.3.13	X2:27
				X2:28
53	AHU-03 VANTİLATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU3_VANALM_FB_ON	%I0.3.14	X2:29
				X2:30

54	AHU-03 ASPİRATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU3_ASPALM_FB_ON	%IO.3.15	X2:31 X2:32
55	AHU-03 VANTİLATÖR TERMİK ARIZA	AHU3_VAN_FB_TERARZ	%IO.3.16	X2:33 X2:34
56	AHU-03 ASPİRATÖR TERMİK ARIZA	AHU3_ASP_FB_TERARZ	%IO.3.17	X2:35 X2:36
57	AHU-03 TAMBUR TERMİK ARIZA	AHU3_TAM_FB_TERARZ	%IO.3.18	X2:37 X2:38
58	AHU-03 VANTİLATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU3_VAN_FB_ON	%IO.3.19	X2:39 X2:40
59	AHU-03 ASPİRATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU3_ASP_FB_ON	%IO.3.20	X2:41 X2:42
60	AHU-03 TAMBUR KONTAKTOR DURUM	AHU3_TAN_FB_ON	%IO.3.21	X2:43 X2:44
61	AHU-03 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU3_KF1_FB_ON	%IO.3.22	X2:45 X2:46
62	AHU-03 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU3_KF2_FB_ON	%IO.3.23	X2:47 X2:48
63	AHU-03 FİLTRE KİRLİLİK (ZİGZAG)	AHU3_ZF_FB_ON	%IO.3.24	X2:49 X2:50
64	AHU-03 DONMA ALARMI	AHU3_DON_FB_ON	%IO.3.25	X2:51 X2:52
65	AHU-03 ON/OFF TAZE HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU3_THDAM_FB_ON	%IO.3.26	X2:53 X2:54
66	AHU-03 ON/OFF EGZOST HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU3_EHDAM_FB_ON	%IO.3.27	X2:55 X2:56
67	AHU-04 VANTİLATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU4_VANPOZ_FB_ON	%IO.3.28	X2:57 X2:58
68	AHU-04 ASPİRATÖR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU4_ASPPOZ_FB_ON	%IO.3.29	X2:59 X2:60
69	AHU-04 TAMBUR OTO/MANUAL ŞALTER POZİSYONU	AHU4_TAMPOZ_FB_ON	%IO.3.30	X2:61 X2:62
70	AHU-04 VANTİLATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU4_VANALM_FB_ON	%IO.3.31	X2:63 X2:64

DİJİTAL GİRİŞLER

İŞİN ADI: MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ
İŞİN
YERİ: İSTANBUL

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
71	AHU-04 ASPİRATÖR DP ALARMI VE DURUMU	AHU4_ASPALM_FB_ON	%IO.3.32	X2:65 X2:66

72	AHU-04 VANTİLATÖR TERMİK ARIZA	AHU4_VAN_FB_T ERARZ	%I0.3.33	X2:67
				X2:68
73	AHU-04 ASPİRATÖR TERMİK ARIZA	AHU4_ASP_FB_T ERARZ	%I0.3.34	X2:69
				X2:70
74	AHU-04 TAMBUR TERMİK ARIZA	AHU4_TAM_FB_T ERARZ	%I0.3.35	X2:71
				X2:72
75	AHU-04 VANTİLATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU4_VAN_FB_ON	%I0.3.36	X2:73
				X2:74
76	AHU-04 ASPİRATÖR KONTAKTOR DURUM	AHU4_ASP_FB_ON	%I0.3.37	X2:75
				X2:76
77	AHU-04 TAMBUR KONTAKTOR DURUM	AHU4_TAN_FB_ON	%I0.3.38	X2:77
				X2:78
78	AHU-04 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU4_KF1_FB_ON	%I0.3.39	X2:79
				X2:80
79	AHU-04 FİLTRE KİRLİLİK (KABA)	AHU4_KF2_FB_ON	%I0.3.40	X2:81
				X2:82
80	AHU-04 FİLTRE KİRLİLİK (ZİĞZAG)	AHU4_ZF_FB_ON	%I0.3.41	X2:83
				X2:84
81	AHU-04 DONMA ALARMI	AHU4_DON_FB_ON	%I0.3.42	X2:85
				X2:86
82	AHU-04 ON/OFF TAZE HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU4_THDAM_FB_ON	%I0.3.43	X2:87
				X2:88
83	AHU-04 ON/OFF EGZOST HAVA DAMPERİ AÇIK/KAPALI BİLGİSİ	AHU4_EHDAM_FB_ON	%I0.3.44	X2:89
				X2:90

DİJİTAL ÇIKIŞLAR

İŞİN
ADI: MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ
İŞİN
YERİ: İSTANBUL

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
1	MM-P-01 POMPA GRUBU DEĞİŞKEN DEBİLİ POMPALARI ON/OFF KOMUTU	MM-P-01_QON	%Q1.0.4	X9:9
				X9:10
2	MM-P-02 POMPA GRUBU DEĞİŞKEN DEBİLİ CHILLER PRIMER DEVRE POMPALARI ON/OFF KOMUTU	MM-P-02_QON	%Q1.0.5	X9:11
				X9:12
3	MM-P-03 POMPA GRUBU DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU	MM-P-03_QON	%Q1.0.6	X9:13

	POMPALARI ON/OFF KOMUTU			X9:14
4	MM-P-04 POMPA GRUBU DEĞİŞKEN DEBİLİ K.S. POMPALARI ON/OFF KOMUTU	MM-P-04_QON	%Q1.0.7	X9:15 X9:16
5	MM-P-05 POMPA GRUBU DEĞİŞKEN DEBİLİ FCU POMPALARI ON/OFF KOMUTU	MM-P-05_QON	%Q1.0.8	X9:17 X9:18
6	AHU-01 VANTİLATÖR KUMANDA	AHU1_VK_QON	%Q1.0.9	X9:19 X9:20
7	AHU-01 ASPİRATOR KUMANDA	AHU1_AK_QON	%Q1.0.10	X9:21 X9:22
8	AHU-01 TAMBUR KUMANDA	AHU1_TK_QON	%Q1.0.11	X9:23 X9:24
9	AHU-02 VANTİLATÖR KUMANDA	AHU2_VK_QON	%Q1.0.12	X9:25 X9:26
10	AHU-02 ASPİRATOR KUMANDA	AHU2_AK_QON	%Q1.0.13	X9:27 X9:28
11	AHU-02 TAMBUR KUMANDA	AHU2_TK_QON	%Q1.0.14	X9:29 X9:30
12	AHU-03 VANTİLATÖR KUMANDA	AHU3_VK_QON	%Q1.0.15	X9:31 X9:32
13	AHU-03 ASPİRATOR KUMANDA	AHU3_AK_QON	%Q1.0.16	X9:33 X9:34
14	AHU-03 TAMBUR KUMANDA	AHU3_TK_QON	%Q1.0.17	X9:35 X9:36
15	AHU-04 VANTİLATÖR KUMANDA	AHU4_VK_QON	%Q1.0.18	X9:37 X9:38
16	AHU-04 ASPİRATOR KUMANDA	AHU4_AK_QON	%Q1.0.19	X9:39 X9:40
17	AHU-04 TAMBUR KUMANDA	AHU4_TK_QON	%Q1.0.20	X9:41 X9:42

ANALOG GİRİŞLER

İŞİN
ADI: MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ
İŞİN
YERİ: İSTANBUL

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
1	MM P-04 KOLLEKTÖR ÇIKIŞ SUYU SICAKLIĞI (AHU HATTI)	T4_OLCUM	%IW1.2.3	X13-1:10 X13-1:11 X13-1:12
2	MM P-05 KOLLEKTÖR ÇIKIŞ SUYU SICAKLIĞI (FCU HATTI)	T5_OLCUM	%IW1.2.4	X13-1:13 X13-1:14 X13-1:15
3	AHU-FCU DÖNÜŞ HATTI ANA KOLLEKTÖR SU SICAKLIĞI	T6_OLCUM	%IW1.2.5	X13-1:16 X13-1:17

				X13-1:18
4	MM-BT-01 BUFFER TANK SU SICAKLIĞI	T7_OLCUM	%IW1.2.6	X13-1:19
				X13-1:20
				X13-1:21
5	AHU SOĞUK SU DÖNÜŞ HATTI SU SICAKLIĞI	T9_OLCUM	%IW1.2.7	X13-1:22
				X13-1:23
				X13-1:24
6	FCU SOĞUK SU DÖNÜŞ HATTI SU SICAKLIĞI	T10_OLCUM	%IW1.2.8	X13-1:25
				X13-1:26
				X13-1:27
7	MM-ET-01 GENLEŞME KABI SU SICAKLIĞI	T11_OLCUM	%IW1.2.9	X13-2:28
				X13-2:29
				X13-2:30
8	MM-ET-02 GENLEŞME KABI SU SICAKLIĞI	T12_OLCUM	%IW1.2.1 0	X13-2:31
				X13-2:32
				X13-2:33
9	MM P-01 KOLLEKTÖR ÇIKIŞ SUYU SICAKLIĞI (AHU HATTI)	T13_OLCUM	%IW1.2.1 1	X13-2:34
				X13-2:35
				X13-2:36
10	MM P-03 KOLLEKTÖR ÇIKIŞ SUYU SICAKLIĞI (FCU HATTI)	T14_OLCUM	%IW1.2.1 2	X13-2:37
				X13-2:38
				X13-2:39
11	MM P-02 KOLLEKTÖR ÇIKIŞ SUYU SICAKLIĞI (CHILLER SEKONDER DEVRE)	T15_OLCUM	%IW1.2.1 3	X13-2:40
				X13-2:41
				X13-2:42
12	CHILLER PRIMER DEVRE ANA KOLLEKTÖR SU SICAKLIĞI	T16_OLCUM	%IW1.2.1 4	X13-2:43
				X13-2:44
				X13-2:45
13	MM P-01 AHU SU BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ BASINÇ BİLGİSİ	P1_OLCUM	%IW1.2.1 5	X13-2:46
				X13-2:47
				X13-2:48

ANALOG GİRİŞLER

İŞİN ADI:	MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ
İŞİN YERİ:	İSTANBUL

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
14	MM P-03 FCU SU BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ BASINÇ BİLGİSİ	P2_OLCUM	%IW1.3.0	X14-1:1
				X14-1:2
				X14-1:3
15	MM P-04 AHU SU BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ BASINÇ BİLGİSİ	P3_OLCUM	%IW1.3.1	X14-1:4
				X14-1:5
				X14-1:6
16	MM P-05 FCU SU BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ BASINÇ BİLGİSİ	P4_OLCUM	%IW1.3.2	X14-1:7
				X14-1:8

				X14-1:9
3	CHILLER PRIMER DEVRE ANA KOLLEKTÖR BASINÇ BİLGİSİ	P5_OLCUM	%IW1.3.3	X14-1:10
				X14-1:11
				X14-1:12
4	MM-BT-01 BUFFER TANK BASINÇ BİLGİSİ	P6_OLCUM	%IW1.3.4	X14-1:13
				X14-1:14
				X14-1:15
6	AHU-FCU DÖNÜŞ HATTI ANA KOLLEKTÖR BASINÇ BİLGİSİ	P8_OLCUM	%IW1.3.6	X14-1:19
				X14-1:20
				X14-1:21
7	AHU-01 ÜFLEME HAVASI SICAKLIĞI	A1_UHSIC_OLCUM	%IW1.3.7	X14-1:22
				X14-1:23
				X14-1:24
8	AHU-01 DÖNÜŞ HAVASI SICAKLIĞI	A1_DHSIC_OLCUM	%IW1.3.8	X14-1:25
				X14-1:26
				X14-1:27
9	AHU-02 ÜFLEME HAVASI SICAKLIĞI	A2_UHSIC_OLCUM	%IW1.3.9	X14-2:28
				X14-2:29
				X14-2:30
10	AHU-02 DÖNÜŞ HAVASI SICAKLIĞI	A2_DHSIC_OLCUM	%IW1.3.10	X14-2:31
				X14-2:32
				X14-2:33
11	AHU-03 ÜFLEME HAVASI SICAKLIĞI	A3_UHSIC_OLCUM	%IW1.3.11	X14-2:34
				X14-2:35
				X14-2:36
12	AHU-03 DÖNÜŞ HAVASI SICAKLIĞI	A3_DHSIC_OLCUM	%IW1.3.12	X14-2:37
				X14-2:38
				X14-2:39
13	AHU-04 ÜFLEME HAVASI SICAKLIĞI	A4_UHSIC_OLCUM	%IW1.3.13	X14-2:40
				X14-2:41
				X14-2:42
14	AHU-04 DÖNÜŞ HAVASI SICAKLIĞI	A4_DHSIC_OLCUM	%IW1.3.14	X14-2:43
				X14-2:44
				X14-2:45

ANALOG ÇIKIŞLAR

İŞİN
ADI: MASLAK PLAZA OTOMASYON SİSTEMİ
İŞİN
YERİ: İSTANBUL

NO	I/O TANIMLAMA	DEĞİŞKEN	PLC ADRESİ	PLC KLEMENSİ
0	AHU-01 SOĞUTMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU1_PV_QPOZ	%QW1.4.0	X15:1
				X15:2
1	AHU-01 ISITMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU1_SV_QPOZ	%QW1.4.1	X15:3
				X15:4
2	AHU-02 SOĞUTMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU2_PV_QPOZ	%QW1.4.2	X15:5
				X15:6

3	AHU-02 ISITMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU2_SV_QPO Z	%QW1.4. 3	X15:7
				X15:8
4	AHU-03 SOĞUTMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU3_PV_QPO Z	%QW1.4. 4	X15:9
				X15:10
5	AHU-03 ISITMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU3_SV_QPO Z	%QW1.4. 5	X15:11
				X15:12
6	AHU-04 SOĞUTMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU4_PV_QPO Z	%QW1.4. 6	X15:13
				X15:14
7	AHU-04 ISITMA HATTI ÜÇ YOLLU ORANSAL VANASI KONUMLANDIRMA	AHU4_SV_QPO Z	%QW1.4. 7	X15:15
				X15:16

Ek 4 Chiller Grupları Kompresör Revizyonu Fiyat Teklifi

TEKLİF**TARİH : 05.01.2011****REFERANS MA_11002_TU**
: —**Sn.Can Bey**
Dikkatlerine;**KONU:****SU SOĞUTMALI KONDENSERLİ SOĞUTMA**
GRUBU RENOVASYONU HK.**ALTERNATİF**
TUTAR : TUTARLAR EKTEDİR**ÖDEME ŞEKLİ :**

SİPARİŞLE BERABER ALINMAK ÜZERE %30 PEŞİN
BAKİYE 60 VE 90 GÜNLÜK ÇEK İLEDİR.
ÖDEME TARİHİNDEKİ TCMB EFEKTİF DÖVİZ
SATIŞ KURU GEÇERLİDİR.

TESLİM SÜRESİ/ YERİ
/ GARANTİ

SİPARİŞİN AÇILMASINA MÜTEAKİP 6-8 HAFTA
İÇERİSİNDE ŞANTİYENİZDE TESLİM
MALZEMELER TESLİM TARİHİNDEN İTİBAREN 2 YIL
SÜRE İLE GARANTİMİZ ALTINDADIR.
ELEKTRİK BESLEMESİNDEKİ
DÜZENSİZLİKLERDEN KAYNAKLANAN ARIZALAR
GARANTİ KAPSAMI
DIŞINDADIR.

OPSİYON :

TEKLİFİMİZ 4 HAFTA SÜRE İLE
GEÇERLİDİR.
FİRMANIZLA İŞBİRLİĞİ İMKANI BULACAĞIMIZI ÜMİT
EDER, SATIŞ ÖNCESİ VE SONRASI HER
TÜRLÜ HİZMETE HAZIR OLDUĞUMUZU BİLDİRİR,

ÇALIŞMALARINIZDA BAŞARILAR DİLERİZ.
SAYGILARIMIZLA

PROFORMA FATURA

NO	ÜRÜN ÖZELLİKLERİ	A D E T	BİRİ M	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT
1	1400 kw Su Soğutmalı Kondenserli Soğutma Grubu Renovasyon işi 700 kw vidalı kompresör temini mikroişlemci temini ve montajı pano tadilatı evaporatör temizliği kondenser temizliği soğutma devresi temizliği soğutkan ve yağ ilavesi sensörlerin montajı elektronik expansion vanası montajı soğutma devresi tadilatı montaj ve devreye alma işlemleri	4	grup	11.320 €	45.280 €
		2	set	2.340 €	4.680 €
		2	set	1.100 €	2.200 €
		2	set	500 €	1.000 €
		2	set	750 €	1.500 €
		2	set	750 €	1.500 €
		2	set	1.400 €	2.800 €
		2	set	500 €	1.000 €
		2	set	1.700 €	3.400 €
		2	set	1.320 €	2.640 €
		2	set	1.840 €	3.680 €
2	İnvertörlü sürücü entegrasyonu	2	set	7.400 €	14.800 €
	-			TOPLA M	84.480 €
	-				
	<u>Yukarıdaki fiyatlar gerçek keşif sonrası netleştirilecektir.</u> <u>Ön bütçe çalışması olup fikir verme amaçlı hazırlanmıştır.</u>				

Ek 5 Aylık Ortalama Soğutma İhtiyaçları

Nisan

SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
05	0	0,0
06	0	0,0
07	0	0,0
08	2018,1	480,5
09	2060,3	490,5
10	2101	500,2
11	2152,7	512,5
12	2182,5	519,6
13	2215,5	527,5
14	2268,1	540,0
15	2332,5	555,4
16	2347,9	559,0
17	2314,6	551,1
18	2147,3	511,3
19	2091,7	498,0
20	2013,9	479,5
21	1951,6	464,7
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2157	514

Mayıs

SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
05	0	0,0
06	0	0,0
07	0	0,0
08	2186,3	520,5
09	2219	528,3
10	2253,6	536,6
11	2292,2	545,8
12	2319,7	552,3
13	2358,1	561,5
14	2416,2	575,3
15	2465,5	587,0
16	2482	591,0
17	2462,2	586,2
18	2349,4	559,4
19	2242,1	533,8
20	2167,4	516,0
21	2098	499,5
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2308	550

Haziran

SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
05	0	0,0
06	0	0,0
07	0	0,0
08	2290,5	545,4
09	2315,4	551,3
10	2332,3	555,3
11	2398,8	571,1
12	2441,1	581,2
13	2469,7	588,0
14	2522,4	600,6
15	2570,2	612,0
16	2565,1	610,7
17	2534,3	603,4
18	2415,8	575,2
19	2344,6	558,2
20	2263,8	539,0
21	2187,3	520,8
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2404	572

Temmuz

SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
07	0	0,0
08	2320,7	552,5
09	2339,1	556,9
10	2380,7	566,8
11	2394,3	570,1
12	2420,9	576,4
13	2463,1	586,5
14	2529	602,1
15	2599,9	619,0
16	2608,3	621,0
17	2591	616,9
18	2511,5	598,0
19	2371,1	564,5
20	2303,9	548,5
21	2222,5	529,2
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2433	579

Ağustos

SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
05	0	0,0
06	0	0,0
07	0	0,0
08	2316,4	551,5
09	2353,2	560,3
10	2381	566,9
11	2415,6	575,1
12	2458,8	585,4
13	2500,2	595,3
14	2531,6	602,8
15	2590,6	616,8
16	2616,4	623,0
17	2584,1	615,3
18	2514,5	598,7
19	2377,6	566,1
20	2297,4	547,0
21	2241,3	533,6
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2441	581

Eylül

SAAT	SOĞUTMA YÜKÜ (kW)	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kW)
05	0	0,0
06	0	0,0
07	0	0,0
08	2133,5	508,0
09	2162,4	514,9
10	2210,4	526,3
11	2278,3	542,5
12	2334,3	555,8
13	2384,6	567,8
14	2423,6	577,0
15	2465,7	587,1
16	2449,9	583,3
17	2332,6	555,4
18	2238,5	533,0
19	2209	526,0
20	2133,1	507,9
21	2063,8	491,4
22	0	0,0
23	0	0,0
ORTALAMA	2273	541

Ek 6 Chiller Gruplarına Kullanılan Kompresör Teknik Çıktıları

05 Ocak 2011 Çarşamba 12:56:06

Leonardo v. 1.7.2



Project Condition

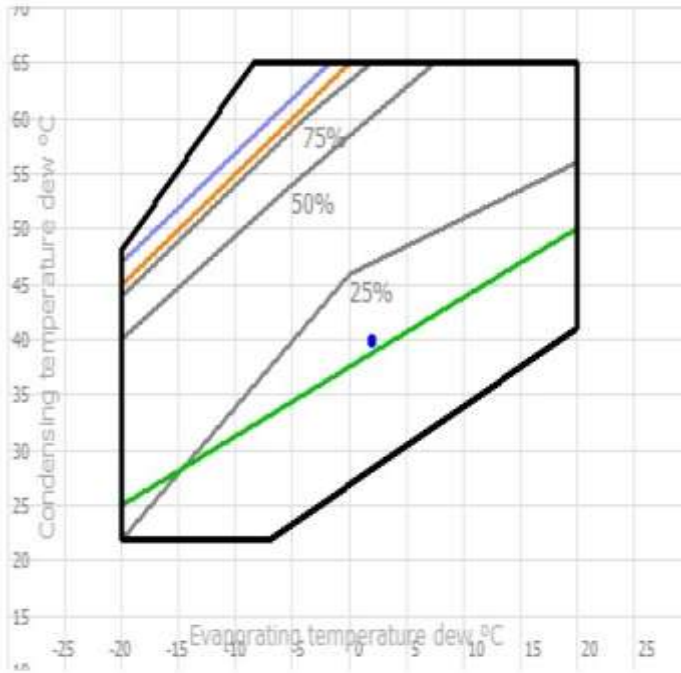
Refrigerant	R134a
Evaporating Temp.	2,00 °C
Evaporating Pressure	3,15 bar abs
Condensing Temp.	40,00 °C
Condensing Pressure	10,17 bar abs
Suction gas superheat	10 K
Liquid subcooling	5 K
Step capacity	100%

Output data

Cooling capacity	703,4 Kw
Input power	130,9 Kw
COP	5,4
Absorbed Current	278,2 A
Condenser capacity	863,3 Kw
Evaporator mass flow rate	15849,2 kg/h
[BTU/h]/kW	15,009
Oil cooling power	0 Kw
Discharge temperature	62,0 °C
Initial injection pressure	4,9 bar

Technical data

Displacement at 50/60 Hz [m³/h]	1100 / 1320
Weight [Kg]	1390
Oil Charge [dm³]	25
Discharge connection int. Ø [mm/inch]	104,8 / 4 1/8"
Suction connection int. Ø [mm/inch]	125 / 5"
Start mode	Star Delta (SD)
Motor size	Standard
Motor	400/3/50
Lra[A]	876/2627
Fla[A]	490



Ek 7 Pompaların Frekans Konvertörü Revizyonu Fiyat Teklifi

REF: CC-2210-8 TARİH: 22/10/2010

KONU : MASLAK PLAZA FREKANS KONVERTÖRÜ TEKLİFİ

İLGİ : SN. CAN ADIGUZEL

Sayın Can Bey,

Tarafımızdan istemiş olduğunuz **MASLAK PLAZA FREKANS KONVERTÖRÜ** keşfine ait **bütçe çalışmamız** aşağıda incelemelerinize sunulmuştur.

1. 7.5 kW Frekans Konvertörü	1 Adet	600 €	600 €
2. 5.5 kW Frekans Konvertörü	5 Adet	520 €	2.600 €
3. 4.0 kW Frekans Konvertörü	1 Adet	460 €	460 €
4. 3.0 kW Frekans Konvertörü	2 Adet	415 €	830 €
5. 2.2 kW Frekans Konvertörü	2 Adet	390 €	780 €
6. Frekans Konvertör Montajı	11 Adet	100 €	1.100 €
7. Pano Tadilatı ve Kablolama	1 Grup	1.500 €	1.500 €
8. Boru Hatları Revizyonu	1 Grup	2.690 €	2.690 €
		TOPLAM :	10.560 €

6.1 EK 1 - ŞARTNAME

1. Fiyatlarımıza % 18 KDV dâhildir.
2. İnşai tamirat, beton kaide, boya, alçıpan işleri teklifimiz haricidir.
3. Her türlü elektrik işleri; enerjilerin cihazlara kadar getirilmesi, mekanik cihazlara ait pano imalatları, montajları teklifimiz dahilidir.
4. Mekanik cihazların elektrik bağlantılarının yapılması ve işletmeye alınması teklifimize dâhildir.
5. Teklifimiz anahtar teslim birim fiyat usulüne göre hazırlanmıştır. Keşifte olmayan malzeme ve işçilik bedelleri ayrıca değerlendirilecektir. Onaylanmış olan projeye uygun olacak şekilde imalatlar ve montajlar yapılacaktır.
6. İşin Teslim Süresi.....: Tarafınızdan belirlenmiş iş programı üzerinde karşılıklı olarak belirlenecektir.
7. Ödeme Şekli.....: Sözleşmenin imzalanmasına müteakip %20 avans, geri kalan kısım aylık olarak hazırlanacak ataşmanlar üzerinden birim fiyatlar ile oluşturulacak hak edişler ile.

Ek 8 Isı Geri Kazanım Hücresi Teknik Çıktısı

Sorption wheel

Company

Project

Date

- MASLAK PLAZA AHU REVIZYONU

- 24.12.2010

Type

S1 1800/1,9-GM 1880X1880-A,R54,D,2I

Price

0 €

Wheel type

S

1

One-piece wheel

Wheel diameter

1800

mm

G

Casing for AHU installation

Airway height

1,9

mm

M

Delivery assembled

Casing dimension A

1880

mm

Casing dimension B

1880

mm

X

Drive motor

A/370

Casing depth T

320

mm

Control unit

R20

Air pressure

1009

hPa

X

Control unit

R54/370

Foil thickness

0,06

mm

Operating unit

B

Speed of rotation

20

1/min

X

Motion detection

D

Casing construction

Sheet steel casing

Purge sector

S

Weight approx.

196

kg

2

Inspection port

1,2I

Winter

Summer

Fresh air	Extr. air	Extr. air	Fresh air
2	1	1	2

Performance data

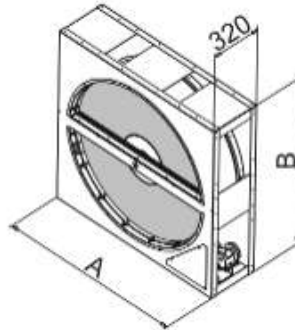
Heat recovery	Φ	68,1	67,6	68,1	67,6	%
Moisture recovery	Ψ	67	67	65	65	%
Pressure drop	Δp	157	157	157	157	Pa
Air flow rate	V	15000	15000	15000	15000	m ³ /h
- at density	ρ	1,19	1,19	1,19	1,19	kg/m ³
Mass flow rate	m	17850	17850	17850	17850	kg/h
Velocity	w	3,5	3,5	3,5	3,5	m/s
Capacity	Q	158,1	-158,1	68,4	-68,4	kW

Inlet condition

Temperature	t	-10	22	25	30	°C
Relative humidity	rF	90	45	50	60	%
Absolute humidity	x	1,6	7,4	9,9	16,1	g/kg

Outlet condition

Temperature	t	11,8	0,4	28,4	26,6	°C
Relative humidity	rF	63,7	89,9	56,9	54,9	%
Absolute humidity	x	5,5	3,5	13,9	12,1	g/kg



Ek 10 AHU IGK ve Frekans Konvertörü Revizyonu Fiyat Teklifi

FİYAT TEKLİFİ						
MASLAK PLAZA				TARİH	18.11.2010	
				REF. NO	080210 - 007	
				REVİZYON	-	
				İLGİLİ	Sn. Can Bey	
S. N.	Açıklama	Miktar	Birim	B. Fiyatı	Toplam	
1	Isı Geri Kazanım Ünitesi	4	Adet	4.740,00 €	18.960,00 €	
2	Frekans Konvertörü 11 kW (AHU)	4	Adet	900,00 €	3.600,00 €	
3	Frekans Konvertörü 5.5 kW (THS)	6	Adet	550,00 €	3.300,00 €	
4	Frekans Konvertörü 3.0 kW (EF)	6	Adet	450,00 €	2.700,00 €	
5	Pano Tadilatı	1	Grup	1.950,00 €	1.950,00 €	
6	Santral Bakımı	10	Adet	100,00 €	1.000,00 €	
7	Filtre Değişimi	10	Adet	35,00 €	350,00 €	
Toplam Tutar =					31.860,00 €	

TİCARİ ve TEKNİK ŞARTLAR

MASLAK PLAZA

TARİH	18.11.2010
REF. NO	080210 - 007
REVİZYON	-
İLGİLİ	Sn. Can Bey

TİCARİ ŞARTLAR

1 - ÖDEME

- * Fiyatlarımız € (EURO) olarak verilmiştir
- * Fiyatlarımıza KDV dâhildir.
- * Ödeme şekli; Sipariş ile nakit ödemedir

2 - GEÇERLİLİK

- * Teklifimiz içerdği tarihten itibaren 3 hafta geçerlidir

3 - GARANTİ

- * Ürün kurulumu tamamlandıktan ve devreye alındıktan sonra 2 yıl süre ile imalat hatalarına karşı firmamız garantisindedir.

TEKNİK ŞARTLAR

TAAHHÜDÜMÜZ ALTINDA YAPILACAK İŞLER

- * Cihazların şantiyeye nakliyesi
- * Cihazların montajı
- * Cihazların devreye alınması
- * Elektrik besleme hatları revizyonu.

TAAHHÜDÜMÜZ ALTINDA OLMAYAN İŞLER

- * Karot, delme, kırma, sıva, boya v.s. dekorasyon gerektirecek işler dahil değildir.

Ek 11 Kule Revizyonu Fiyat Teklifi

KULE REVİZYONU TEKLİFİ							
MASLAK PLAZA			TARİH		23.11.2010		
			REF. NO		110210 - 012		
			REVİZYON		-		
			İLGİLİ		Sn. Can Bey		
S. N.		Açıklama		Miktar	Birim	B. Fiyatı	Toplam
2		Frekans Konvertörü 30 kW (Kule)		2	Adet	3.700,00 €	7.400,00 €
3		Pano Tadilatı		1	Grup	1.150,00 €	1.150,00 €
4		Kablolama ve Bakım		1	Grup	915,00 €	915,00 €
Toplam Tutar =							9.465,00 €

TİCARİ ve TEKNİK ŞARTLAR

MASLAK PLAZA

TARİH	23.11.2010
REF. NO	110210 - 012
REVİZYON	-
İLGİLİ	Sn. Can Bey

TİCARİ ŞARTLAR

1 - ÖDEME

- * Fiyatlarımız € (EURO) olarak verilmiştir
- * Fiyatlarımıza KDV dâhildir.
- * Ödeme şekli; Sipariş ile nakit ödemedir

2 - GEÇERLİLİK

- * Teklifimiz içerdği tarihten itibaren 3 hafta geçerlidir

3 - GARANTİ

- * Ürün kurulumu tamamlandıktan ve devreye alındıktan sonra 2 yıl süre ile imalat hatalarına karşı firmamız garantisindedir.

TEKNİK ŞARTLAR

TAAHHÜDÜMÜZ ALTINDA YAPILACAK İŞLER

- * Cihazların şantiyeye nakliyesi
- * Cihazların montajı
- * Cihazların devreye alınması
- * Elektrik besleme hatları revizyonu.

TAAHHÜDÜMÜZ ALTINDA OLMAYAN İŞLER

- * Karot, delme, kırma, sıva, boya v.s. dekorasyon gerektirecek işler dahil değildir.

Ek 12 Bina Yönetim Sistemi Kurulması Teklifi

REF: MS-2311-17 **TARİH:** 21/11/2010

KONU : MASLAK PLAZA FREKANS BMS SİSTEMİ KURULMASI

İLGİ : SN. CAN ADIGUZEL

Sayın **Can Bey,**

Tarafımızdan istemiş olduğunuz **MASLAK PLAZA BMS SİSTEMİ KURULMASI** işine ait bütçe çalışmamız aşağıda incelemelerinize sunulmuştur.

BMS Yazılımı	1 Adet	4.200 €	4.200€
Touchpanel	1 Adet	1.020 €	1.020 €
DDC Panosu	1 Adet	4.000 €	6.100 €
3 in 1 Mahal Sensörü	6 Adet	240 €	1.440 €
Kontrol Cihazı	14 Adet	880 €	12.320 €
ModBus Haberleşme Kartı	14 Adet	165 €	2.310 €
Otomasyon Kablolaması	1 Grup	14.500 €	14.500 €
3 Yollu Motorlu Vana	12 Adet	690 €	2.690 €
TOPLAM :			44.580 €

TEKLİF KOŞULLARI

1. Fiyatlarımıza **% 18 KDV** dâhildir.
2. Her türlü elektrik işleri; enerjilerin cihazlara kadar getirilmesi, mekanik cihazlara ait pano imalatları, montajları teklifimiz dahilidir.
3. Mekanik cihazların elektrik bağlantılarının yapılması ve işletmeye alınması teklifimize dâhildir.
4. MCC ve DDC panolar arası kablolama ve DDC panosu montajı tarafımıza aittir.
5. İşin Teslim Süresi.....:Tarafınızdan belirlenmiş iş programı üzerinde karşılıklı olarak belirlenecektir.
6. Ödeme Şekli.....: Sözleşmenin imzalanmasına müteakip %20 avans, geri kalan kısım aylık olarak hazırlanacak atasmanlar üzerinden birim fiyatlar ile oluşturulacak hak edişler ile.

Ek 13 Binanın Yönü

Ek 14 PV Katalog

HIT photovoltaic module

HIT-240HDE4
HIT-235HDE4

The SANYO HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer) solar cell is made of a thin mono crystalline silicon wafer surrounded by ultra-thin amorphous silicon layers. This product provides the industry's leading performance and value using state-of-the-art manufacturing techniques.



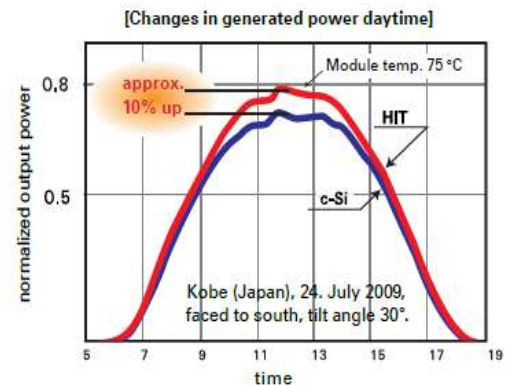
Benefit in Terms of Performance

The HIT cell and module have very high conversion efficiency in mass production.

Model	Cell Efficiency	Module Efficiency
HIT-240HDE4	20.0%	17.3%
HIT-235HDE4	19.6%	17.0%

High performance at high temperatures

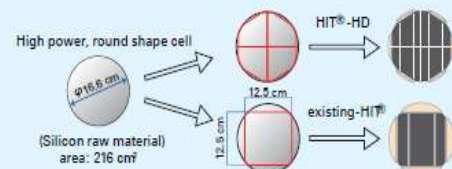
Even at high temperatures, the HIT solar cell can maintain higher efficiency than a conventional crystalline silicon solar cell.

Environmentally-Friendly Solar Cell
More Clean Energy

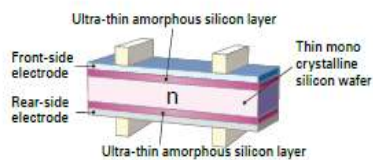
HIT can generate more clean Energy than other conventional crystalline solar cells.

A module that uses silicon resources effectively

The newly developed "Honeycomb Design" HD cell allows the maximum number of round-type, high-power cells to be arrayed in a single module.



HIT® Solar Cell Structure



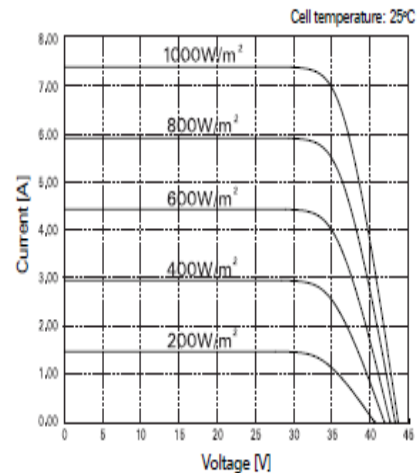
Development of HIT solar cell was supported in part by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO).

Models HIT-xxxHDE4		
Electrical data	240	235
Maximum power (P _{max}) [W]	240	235
Max. power voltage (V _{pm}) [V]	35.5	35.1
Max. power current (I _{pm}) [A]	6.77	6.70
Open circuit voltage (V _{oc}) [V]	43.6	43.4
Short circuit current (I _{sc}) [A]	7.37	7.33
Warranted min. power (P _{min}) [W]	228.0	223.3
Maximum over current rating [A]	15	
Output power tolerance [%]	+10/-5	
Max. system voltage [V _{dc}]	1000	
Temperature coeff. of P _{max} [%/°C]	-0.30	
Temperature coeff. of V _{oc} [V/°C]	-0.109	-0.109
Temperature coeff. of I _{sc} [mA/°C]	2.21	2.20

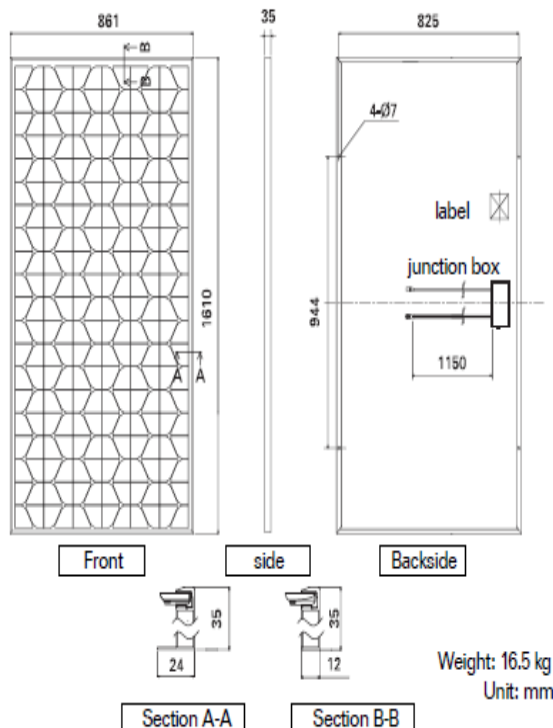
Note 1: Standard test conditions: Air mass 1.5, Irradiance = 1000 W/m², Cell temperature = 25 °C.
 Note 2: The values in the above table are nominal.

Reference data for model HIT-240HDE4

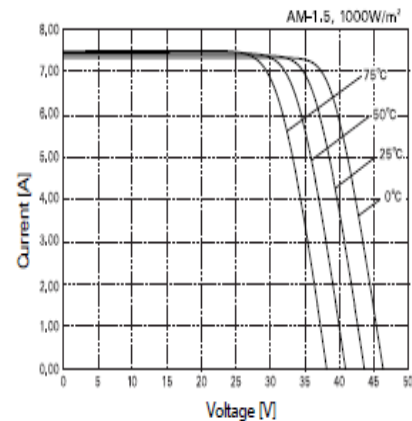
Dependence on irradiance



Dimensions and weight



Dependence on temperature



Certificates

IEC 61730 IEC 61215

Member of



Please consult your local dealer for more information.

Guarantee

Product: 5 years

Power output: 10 years (90% of P_{min}), 20 years (80% of P_{min})

Full conditions are available on our website.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	22.06.1985	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	2000-2003	Lüleburgaz Anadolu Lisesi
Lisans	2003-2007	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü / Isı Proses Dalı
Yüksek Lisans	2008-2011	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurumlar

2007-2008	Ersa Mühendislik
2008-2010	Üntes A.Ş.
2010-Devam ediyor	energieffizienz Proje ve Danışmanlık