

**TRAKYA BÖLGESİNDE ENERJİ  
VERİMLİLİĞİNE YÖNELİK BİNA TASARIMI  
ÇORLU ÖRNEĞİ**

**Bülent BALOĞLU**  
**Yüksek Lisans Tezi**  
**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**  
**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ayşe KOPUZ**

**2011**

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TRAKYA BÖLGESİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞNE YÖNELİK BİNA TASARIMI  
ÇORLU ÖRNEĞİ

Bülent BALOĞLU

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Ayşe KOPUZ

TEKİRDAĞ-2011

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Ayşe KOPUZ danışmanlığında, Bülent BALOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Fen Bilimleri Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.


Jüri Başkanı : Yrd. Doç Dr. Ayşe KOPUZ – Namık Kemal Üni.

İmza: 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR – Trakya Üni.

İmza: 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Güler GAYGUSUZUOĞLU - Namık Kemal Üni.

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 04/02/2011 tarih ve 5/19 sayılı

kararıyla onaylanmıştır.

Doç Dr. Fatih KONUKÇU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TRAKYA BÖLGESİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNE YÖNELİK BİNA TASARIMI ÇORLU ÖRNEĞİ

Bülent BALOĞLU

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç Dr. Ayşe KOPUZ

Bu çalışma, Trakya bölgesindeki yapıların, yenilenebilir enerji kaynakları açısından uygulanabilirliğinin belirlenmesi amacıyla, bölgedeki yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli hakkında bilgileri kapsamaktadır. Güneş enerjisi sistemlerinin kullanımı ile desteklenen sistemler yardımıyla, binalarda enerji tüketiminde yüksek oranda tasarruf elde edilmesi olasıdır. Binalarda aktif ve pasif ısıtma sistemlerinin uygulanması, güneş kolektörlerinin ve fotovoltaik panellerin kullanımı, güney cephelerde tasarlanan pencereler ve seralar, camlı geçiş galerileri, ısı kayıplarını ve fazla ısınmayı kontrol eden yalıtım elemanları ile güneş enerjisinden maksimum faydalanma sağlanabilir.

Çalışmanın giriş bölümünde enerji verimliliğinin önemi ve önlem alınmazsa karşılaşılabilecek durum vurgulanmış ve günlük hayatımızda en büyük enerji tasarrufunun binalarda yapılacağına değinilmiştir. Kullanılan hesap yöntemleri (TS825) ve alınan önlemler de bu bölümde özet olarak yer almaktadır.

Giriş bölümünden sonraki genel bilgiler ve binalarda enerji verimliliği için alınacak aktif ve pasif önlemler bölümünde, küresel ısınma, Dünya ve Türkiye’ de enerji kullanımları, kullanılan enerjilerde tasarruf yapılabilmesi için binalarda alınabilecek pasif önlemler sıralanarak açıklanmıştır. Ancak, sadece pasif önlemlerin alınmasının küresel ısınma ve gelecek ile ilgili kaygıların giderilmesinde yeterli olamayacağı, aynı zamanda enerji tasarrufunun yapılmasından sonra doğacak enerji ihtiyacının da aktif önlemler başlığı altında açıklanan yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasının gerekliliği açıklanmıştır.

Örnek bina tasarımı ve hesaplama bölümünde, Çorlu Mühendislik Fakültesi Yerleşkesinde yapımı planlanan kafeterya binası projesinde alınan pasif önlemler açıklanmış ve bu önlemler ile binanın yıllık ısıtma enerjisinin izin verilen ısıtma enerjisinden yaklaşık % 41 daha az enerjiye ihtiyaç duyduğu ve ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin de rüzgâr ve güneş enerjisinden faydalanılarak sağlandığı gösterilmiştir. Yapılan hesaplamalar II. Derece gün bölgesi için ve kış konforu şartlarına uygunluk esasına göre yapılmıştır. Yıllık ısıtma enerji ihtiyacı TS825’ e göre yapıldığından, ısı köprüleri ihmal edilmiş olup, tasarımda göz önünde bulundurulmuş kış bahçesi ve trombe duvarın ısıtma enerjisine olan tasarrufu hesaplanmamıştır. Isı köprüleri, kış bahçesi ve trombe duvarının ısıtma ihtiyacına olan etkisi TS832 kullanılarak hesaplamak mümkündür.

Beşinci bölümde örnek binada yapılan tasarımın sonuçları açıklanmış ve tasarım kriterlerini oluşturan pasif ve aktif önlemler açıklanmıştır. Tasarımda yapılan enerji verimliliğine yönelik çalışma ile elde edilen sera gazı azalımı verilmiş ve bu konunun önemi ve tüm disiplinlerin konu üzerinde hassasiyetle durması gerektiği önerilmiştir. Gelecekte Trakya Bölgesinde yapılacak benzer çalışmalarda alınabilecek aktif ve pasif önlemler de bu bölümde açıklanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** yalıtım, Trakya bölgesi, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği

**2011, 108 sayfa**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

# ENERGY EFFICIENCY IN BUILDING DESIGN FOR TRAKYA REGION ÇORLU EXAMPLE

Bülent BALOĞLU

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering

Supervisor : Ass. Prof. Dr. Ayşe KOPUZ

This study of structures in Trakya, in order to determine the applicability of renewable energy resources in the region, includes information about the potential of renewable energy sources. The use of solar energy systems with the help of supported systems, the high rate of saving in energy consumption in buildings is likely to be achieved. Implementation of active and passive heating systems for buildings, the use of solar collectors and photovoltaic panels, designed windows and greenhouses in southern fronts, galleries, glass transition, heat loss and overheating of the insulation elements control the maximum benefit can be achieved with solar energy.

Encountered in the introduction part of the study is not done and the situation highlighted the importance of energy efficiency and the greatest energy savings in buildings be done in our daily life are mentioned. The account used methods (TS825), and the measures taken in this section is a summary.

Introduction to the next section for general information and energy efficiency in buildings will be part of active and passive measures of, global warming, the World and Turkey 's energy use, savings can be made energies used in buildings can be ranked for passive measures are explained. However, only passive measures taken to eliminate global warming and concerns about the future can not be sufficient, but also to making energy savings resulting from energy needs of the active measures described in the necessity of providing renewable energy sources explained.

Example building design and the calculation section, Corlu Faculty of Engineering Campus cafeteria building project planned to be constructed with the passive measures, these measures are explained and allowed the building annual heating energy heating energy needed by approximately 41% less energy and electrical energy is needed in the wind and solar energy achieved by making use shown. The calculations II. Degree days were made on the basis of compliance with the terms of the comfort zone for the winter. Annual heating energy demand TS825 'is made according to the heat bridges are neglected taken into account in design of energy-saving heating wall, the winter garden and thrombin are not calculated. Heat bridges, winter garden and using the TS832 is possible to calculate the effect of thrombin wall heating needs.

The fifth section, explained, and design criteria for sample results of the design by building passive and active measures are explained. Obtained by the study design for energy efficiency and greenhouse gas reduction given the importance of this issue and all the disciplines needed to stop precisely on the issue are proposed. In future studies, similar to the Thrace region of active and passive measures can be explained in this section.

**Keywords :** insulation, Trakya Region, renewable energy, energy efficiency

2011, 108 pages

## ÖNSÖZ

Bireylerin, ailelerin, şehirlerin, toplumların, ülkelerin ve yeryüzünde yaşayan tüm insanların, hayvanların ve hatta tüm canlıların, sürdürülebilir bir hayata sahip olması için, çok önemli ve acilen üzerinde durulması gereken enerjinin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerjilerin hayatımızda artık yer alması gerektiğini düşünerek, bu yüksek lisans tezimin konusunu seçtim ve üzerinde bazen üzülerken, bazen umutlanarak ama en çok da insanlık için yararlı bir çalışma yaptığım için mutlu ve umutlu bir şekilde çalıştım.

Sosyal Sorumluluk konusunda beni mutlu eden bu çalışmamda her türlü bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşe KOPUZ' a, Sayın Makine Yüksek Mühendisi Nuri ERTOKAT' a, Sayın Mimar Erce FUNDA' ya, Sayın Elektrik Mühendisi A. Zekai EMEÇ' e, Bisam Solar ve Türkwatt Yetkilerine, eğitim ve gelişim konusunda bana tam desteği veren Türk Ytong San. A. Ş. yönetimine, her konuda bana desteklerini esirgemeyen Canım annem ve babam Müşerref–Nevzat BALOĞLU' na, sabırla çalışmalarımı takip eden eşim Cemile BALOĞLU ve bütün tatlılığı ile bana motivasyon veren canım oğlum Emir Efe BALOĞLU' na ve burada isimlerini tek tek sayamadığım tüm destek olan şahıs ve kurumlara teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ocak 2011

Bülent BALOĞLU

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Avrupa Birliği	AB
Alternatif Akım	AC
Amerika Birleşik Devletleri	ABD
Bakır İridyum Diseleneid	CuInSe <sub>2</sub>
Batı	W
Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü	DMİ
Devlet Planlama Teşkilatı	DPT
Doğrusal Akım	DC
Doğu	E
Enerji İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü	EİE
Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu	EPDK
European Photovoltaic Industry Association – Avrupa Fotovoltaik Endüstri Birliği	EPIA
Fotovoltaik	PV
Galyum Aresnit	GaAs
Güneş Enerji Sistemi	GES
Güney	S
Horizontal Axis Wind Turbine – Düşey Eksenli Rüzgâr Türbini	HAWT
Kalsiyum Tellürid	CdTe
Kazanç Katsayısı Oranı	KKO
Kilowatt	KW
Kullanıcı Tanımlı Yapı Bileşeni	KTB
Kuzey – Kuzey Batı	NNW
Kuzey – Kuzey Doğu	NNE
Kuzey	N
Mega Watt	MW
Maden Tetkik Arama Enstitüsü	MTA
Milattan Önce	MÖ
Milyon Ton Eşdeğer Petrol	MTEP
Organisation for Economic Cooperation and Development–Ekonomik İşbirliği Kalkınma Örgütü	OECD
Silisyum	Si
Vercital Axis Wind Turbine – Dikey Eksenli Rüzgâr Türbini	VAWT

$1/\alpha_d$	: Dış yüzey ısı iletim direnci	(m <sup>2</sup> K/W)
$1/\alpha_i$	: İç yüzey ısı iletim direnci	(m <sup>2</sup> K/W)
A	: İki yönlü eksensel ışınım	
A <sub>c</sub>	: İki eksenli küresel berrak gökyüzü ışıması	
A <sub>d</sub>	: İki eksenli difüzyon ışıması	
A <sub>n</sub>	: Net yüzey alanı	(m <sup>2</sup> )
A <sub>top</sub>	: Toplam yüzey alanı	(m <sup>2</sup> )
A <sub>xU</sub>	: Isı kaybı	(W/K)
D / G	: Difüzyon yerel ışınım oranı	
d	: Kalınlık	(m)
d/λ	: Yüzeysel ısı iletim direnci	
E <sub>d</sub>	: Sistemin ortalama günlük elektrik üretimi	(Wh)
E <sub>m</sub>	: Sistemin ortalama aylık elektrik üretimi	(Wh)
G <sub>c</sub>	: Sabit bir düzlem üzerinde global berrak gökyüzü ışıması	
G <sub>d</sub>	: Sabit bir düzlem üzerinde difüzyon ışıması	
H	: Binanın özgül ısı kaybı	(W/K)
h	: Yükseklik	(m)
H <sub>(31)</sub>	: Optimum eğim açısında ışınım	
H <sub>d</sub>	: m <sup>2</sup> bazında günlük ortalama elektrik üretimi	(Wh)
H <sub>h</sub>	: Yatay düzlem ışıması	
H <sub>i</sub>	: İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı	

$H_m$	: m <sup>2</sup> bazında aylık ortalama elektrik üretimi	(Wh)
$H_{opt}$	: Eğik düzlemde optimum ışım	
$H_v$	: Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı	
$I_{opt}$	: Optimum eğim açısı	(°)
$k$	: Von Karman sabiti	
$N_{DD}$	: Derece – gün	
$P_d$	: Yapı bileşeninin dış yüzeyiyle temas halinde olan havanın su buharı kısmi basıncı	(Pa)
$P_i$	: Yapı bileşeninin oda içindeki yüzeyiyle temas halinde olan havanın su buharı kısmi basıncı	(Pa)
$P_s$	: T sıcaklığındaki, doymuş su buharı basıncı	(Pa)
$P_{sw}$	: Doymuş su buharı basıncı	(Pa)
$q$	: Isı akısı, birim alandan geçen ısı	(W/m <sup>2</sup> )
$Q$	: İletimle geçen ısı	(W)
$Q_{ay}$	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı	(Joule)
$Q_{yıl}$	: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	(Joule)
$R$	: Isı iletkenlik direnci	(m <sup>2</sup> K/W)
$R_t$	: Yapı elemanının toplam ısı direnci	(m <sup>2</sup> K/W)
$S_d$	: Su buharı difüzyonu es değer hava tabakası kalınlığı	(m)
$S_{dT}$	: Toplam su buharı difüzyonu es değer hava tabakası kalınlığı	(m)
$t_1, t_2$	: Yapı elemanları yüzey sıcaklıkları	(°C)
$T_{24h}$	: 24 saatlik sıcaklık ortalaması	(°C)
$T_D$	: Gündüz sıcaklık ortalaması	(°C)
$T_d$	: Ortalama gündüz sıcaklığı	(°C)
$T_i, T_d$	: Aylık ortalama iç/dış sıcaklık	(°C)
$T_L$	: Gölgeleme	
$t_T$	: Yoğuşma dönemi periyodu	(h)
$t_v$	: Buharlaşma dönemi periyodu	(h)
$U$	: Isı geçirgenlik katsayısı	(W/m <sup>2</sup> K)
$U$	: Isıl geçirgenlik katsayısı	(W/m <sup>2</sup> K)
$u^*$	: Rüzgâr hızı yükseklik faktörü	
$v$	: Hız	(m/s)
$V_{brüt}$	: Brüt Hacim	(m <sup>3</sup> )
$W_T$	: Yoğuşma suyunun kütlesi	(kg/m <sup>2</sup> )
$W_v$	: Buharlaşma suyunun kütlesi	(kg/m <sup>2</sup> )
$z_0$	: Yer yüzeyindeki engellerden kaynaklanan pürüzlülük uzunluğu	(m)
$\alpha_i, \alpha_d$	: İç dış yüzey ısı tasınım katsayısı	(W/m <sup>2</sup> K)
$\gamma$	: Kazanç katsayısı oranı	
$\eta_h$	: Hava değişim katsayısı	(h <sup>-1</sup> )
$\theta_T$	: İç sıcaklık	(°C)
$\lambda$	: Isı iletkenlik katsayısı	(W/mK)
$\lambda_h$	: Isı iletkenlik hesap değeri	(W/mK)
$\mu$	: Su buharı direnç faktörü	
$\varphi_t$	: İç bağıl nem	
$\phi_{g,ay}$	: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı	(W)
$\phi_{i,ay}$	: Aylık ortalama iç ısı kazancı	(W)
$\eta_{ay}$	: Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü	



<b>İÇİNDEKİLER</b>	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	iv
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLOLAR DİZİNİ	viii
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	5
<b>3. BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN ALINACAK AKTİF VE PASİF ÖNLEMLER</b>	8
3.1 Pasif Önlemler	9
A. Güneş Pencereleri	9
B. Güneş Duvarları	10
C. Kış Bahçesi	12
D. Bina Yalıtımı	14
E. Mekanik Tesisat Yalıtımı	18
F. Isıtma Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler	18
G. Soğutma Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler	19
H. Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler	20
İ. Otomatik Kontrol Sistemleri ile Pasif Önlemler	20
J. Aydınlatma Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler	20
K. Kojenerasyon Sistemleri ile Pasif Önlemlerin Alınması	21
3.2 Aktif Önlemler	21
A. Hidrolik Enerji	21
B. Dalga Enerjisi	23
C. Biyokütle Enerjisi	25
D. Hidrojen Enerjisi	26
E. Jeotermal Enerji	27
F. Nükleer Enerji	32
G. Gel – Git Enerjisi	32
H. Rüzgâr Enerjisi	33
İ. Güneş Enerjisi	43
<b>4. ÖRNEK BİNA TASARIMI VE HESAPLAMALAR</b>	56
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>	75
<b>6.KAYNAKLAR</b>	78
EK Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Kafeterya Binası Isı Yalıtım Projesi	83
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	108

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. AB ve Türkiye’ de Enerji Yoğunluğu Karşılaştırması	5
Şekil 2.2. Enerji Bağlantılı CO <sub>2</sub> Salımları	6
Şekil 2.3. Dünya’ da Enerji Üretiminde Kullanılan Öncelikli Kaynaklar	6
Şekil 2.4. Türkiye Kurulu Gücünün Yakıt Cinslerine Göre Dağılımı	7
Şekil 3.1. Binalarda Enerji Performansı Döngüsü	8
Şekil 3.2. Güney Yönünden Sapma Durumunda Güneş Kazancı Azalması	10
Şekil 3.3 Trombe Duvar Uygulaması	11
Şekil 3.4. Trombe Duvarı Dış Görünüşü ve Çift Kabuk Sistem Kesiti	12
Şekil 3.5. Kış Bahçesi Örneği	13
Şekil 3.6. ULM Üniversitesi Araştırma Merkezi Kış Bahçesi Uygulaması Görünüş ve Kesit	13
Şekil 3.7. Termal Kamera ile Isı Kayıpları Görüntüleri	14
Şekil 3.8. Enerji Kayıplarının Yapı Elemanlarına Göre Dağılımı	14
Şekil 3.9. Toprak Altı ve Temellerde Isı Yalıtımı	15
Şekil 3.10. Çatı Yalıtımı	15
Şekil 3.11. Duvar Yalıtımı	16
Şekil 3.12. a) Sokrates Evi M.Ö. 469-397, b) Pirene Yerleşimi M.Ö. 400	17
Şekil 3.13. Yalıtım Yapılmış Bir Teshin Merkezi ve Klima Kanalı	18
Şekil 3.14. Merkezi Isıtma Sistemi ve Pay Ölçer Örneği	19
Şekil 3.15 Merkezi Soğutma	19
Şekil 3.16. Hidroelektrik Santral Yapısı	22
Şekil 3.17. Portekiz’ de Kullanılan Pelamis Aygıtı	24
Şekil 3.18. Biyoyakıt Kaynaklarından Örnekler	25
Şekil 3.19. Hidrojen Enerjisi ile Çalışan Bir Motor	26
Şekil 3.20. Jeotermal Enerjinin Entegre Kullanımı	27
Şekil 3.21. Jeotermal Sistem Döngüsü	28
Şekil 3.22. Jeotermal Alanların Kullanımlarına Göre Dağılımları	28
Şekil 3.23. Jeotermal Kaynakları ve Uygulama Haritası	29
Şekil 3.24. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları	30
Şekil 3.25. Gel – Git Enerjisi Simülasyonu	33
Şekil 3.26. Rüzgâr Türbinleri	34
Şekil 3.27. Dikey Rüzgâr Türbini	35
Şekil 3.28. Düşey Rüzgâr Türbini	36
Şekil 3.29. Düşey Rüzgâr Türbini Çalışma Şeması	37
Şekil 3.30. Türkiye Rüzgâr Haritası	40
Şekil 3.31. Trakya Bölgesi Rakım Değerleri	41
Şekil 3.32. Trakya Bölgesi Hâkim Rüzgâr Yönleri	42
Şekil 3.33. Güneş Pili	47
Şekil 3.34. Güneş Pili Çalışma Sistemi	49
Şekil 3.35. Güneş Kolektörleri	52
Şekil 3.36. Seraların Çalışma Prensibi	53
Şekil 3.37. 350 MW Gücünde Parabolik Oluk Güneş Santrali – Kaliforniya	54
Şekil 3.38. Parabolik Çanak Güneş Isıl Elektrik Santrali – İspanya	54
Şekil 3.39. Solar I Merkezi Alıcı Güneş Isıl Elektrik Santrali – İspanya	55
Şekil 4.1. Kafeterya Projesi Zemin Kat Planı	59
Şekil 4.2. Kafeterya Projesi Normal Kat Planı	60
Şekil 4.3. Kafeterya Projesi Kesitleri	61
Şekil 4.4. Kafeterya Projesi Görünüşleri	62
Şekil 4.5. A Sınıfı Elektrik Ev Aletleri Kullanılması Durumunda Tasarruf	66
Şekil 4.6. İnternet Üzerinden Güneş Enerjisi Hesaplama Programı	67

## TABLO DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. İklim Değişikliği Konuları Öncelik Sıralaması	7
Tablo 3.1. Yönlere Göre Cephelerden Elde Edilen Enerji Kazançları	10
Tablo 3.2. Bir Binanın Farklı Şekilde Tasarımı ile Ortaya Çıkan Enerji İhtiyacı Farkı	17
Tablo 3.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	21
Tablo 3.4. 2020 Yılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bazında Yapılmış Bir Öngörü	26
Tablo 3.5. Rüzgâr Türbini Yükseklik ve Çıkış Gücü	38
Tablo 3.6. Pürüzlülük Sınıfı ve Pürüzlülük Uzunluğu	39
Tablo 3.7. Türkiye' nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli	45
Tablo 3.8. Türkiye' nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı	46
Tablo 3.9. 2012 Yılına Kadar Dünya Genelinde PV Kurulu Gücü Değişim Öngörüsü	50
Tablo 3.10. 2007 Yılı Dünya PV Pazarı	51
Tablo 4.1. Namık Kemal Üniversitesi Kafeterya Binasına ait Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi	63
Tablo 4.2. Namık Kemal Üniversitesi Kafeterya Binası Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	64
Tablo 4.3. Fuel Yakıtların CO2 Salınım Miktarları	64
Tablo 4.4. Kafeterya Kurulu Güç Hesabı	65
Tablo 4.5. Ortalama Günlük Işınım Grafikleri	68
Tablo 4.6. Ortalama Günlük Işınım Değerleri	69
Tablo 4.7. Aylık Güneş Işıma	70
Tablo 4.8. Off Grid PV Performansı Grafiği	71
Tablo 4.9. Off Grid PV Performansı Tablosu	71
Tablo 4.10. Çorlu için Ortalama Aylık Kapalı – Açık – Bulutlu Gün Sayıları ve Grafiği	72
Tablo 4.11. Çorlu için En Hızlı Esen Rüzgâr Yönü ve Hızı	73
Tablo 4.12. Çorlu için Rüzgâr Esme Sayıları Toplamı ve Ortalama Hızı	73

## 1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı; Binalarda Enerji Verimliliği konusunda alınabilecek aktif ve pasif önlemlerin araştırılması ve bunların tasarım aşamasından itibaren planlanması ile minimum enerji ihtiyacı bir bina elde etmek ve bu binanın enerji ihtiyacını da yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktır. Bu sayede yenilenebilir enerji kullanarak yenilenebilir bir bina, yenilenebilir bir çevre sağlanmış olacaktır. Bu çalışma aynı zamanda bu konuya olan önem ve ilginin artırılması ve toplumsal bilinçlenmeyi de hedeflemektedir.

Uzmanlar 10 yıl içinde harekete geçilmezse artık geri dönüş umudunun kalmayacağı konusunda uyarıyorlar. Çünkü insanlığın son 150 yıl içinde karada ve suda yaptığı ve hala yapmakta olduğu tahribatın bir sonucu olarak, toprak ve su ile birlikte havanın da bileşimi bozuldu. Hızla artan sera gazları, çevre ve atmosfer için ciddi tehdit oluşturuyor. Bunun sonucunda havanın ısınma eğilimi, yağışın şiddeti ve tipi hızla değişiyor. Küresel iklim değişikliğinin semptomlarından sadece birisi olan küresel ısınma, hayatımızı her geçen gün biraz daha zora sokuyor. Küresel ısınmayı tetikleyerek yaşamımızı tehdit eden unsurların başında ise enerji tüketimi geliyor.

Sera gazları atmosferin belli bölümünde birikerek dünyamızı bir örtü gibi sarıyor ve sera etkisi oluşturarak dünyamızın güneşten aldığı enerjiyi geri yansıtmasına engel oluyor. 1860'tan günümüze kadar tutulan kayıtlar, küresel sıcaklığın ortalama 0,5 – 0,8 °C kadar arttığını gösteriyor. Bilim adamları son 50 yıldaki sıcaklık artışının insan hayatı üzerinde fark edilebilir etkileri olduğu görüşünde. Biyolojik gelişim içinde mutasyon olayının varlığını da düşününce bu olumsuz etkilerin insan ve çevre hayatında nasıl kalıcı zararlı etkiler olacağını düşünmek çok zor değil. Bu nedenle artık geri dönüşü olmayan bir noktaya yaklaşılmaktadır (Enerji İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2010).

Dünya iklim sisteminde değişikliklere neden olan küresel ısınmanın etkileri zirvelerden okyanus derinliklerine, ekvatorlardan kutuplara kadar dünyanın her yerinde hissediliyor. Kutuplardaki buzullar eriyor, deniz suyu seviyesi yükseliyor ve kıyı kesimlerinde toprak kayıpları artıyor. Örneğin 1960'ların sonlarından bu yana kuzey yarımkürede kar örtüsünde yüzde 10'luk bir azalma olurken, 20. yüzyıl boyunca dünya genelinde deniz seviyelerinde de 10–25 cm arasında bir artış olduğu saptanmıştır (Enerji İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2010).

Küresel ısınmaya bağlı olarak dünyanın bazı bölgelerinde kasırgalar, seller ve taşkınların şiddeti ve sıklığı artarken, bazı bölgelerde uzun süreli, şiddetli kuraklık ve çölleşme yaşanmaktadır. Bu duruma en yakın örnek; ülkemizde 2007 – 2008 yıllarında su sıkıntısı çekilen bir dönem ve su tasarrufunun önemi sürekli gündemde konuşulurken, 2009 – 2010 yıllarında ülkemizin birçok şehrinde ve özellikle geçmişte su sıkıntısının yoğun yaşandığı bölgelerde su baskınları ve seller yaşanmasıdır. Dünyada iklim döngüsü ve şekli hissedilir derecede değişmiştir. Kışın sıcaklıkların artması, ilkbaharın erken gelmesi, sonbaharın gecikmesi sonucu hayvanların göç dönemleri değişiyor, bu değişikliklere dayanamayan bitki ve hayvan türleri de ya azalıyor ya da yok oluyor. Bu olumsuz etkileri azaltmak için, enerjiyi verimli kullanmak, sera gazı emisyonlarını azaltarak küresel ısınmanın etkilerini en aza indirmek için gereken acil önlem planlarının başında gelmektedir.

Binalar, fonksiyonları ne olursa olsun, enerji tüketimi ve sera gazları salınımında en önde gelen kaynak grubunu oluşturmaktadır. Dünya toplam sera gazı salınımlarının % 27'si elektrik ve ısıtma ihtiyacı, %11' i üretim ve inşaat faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Yani binalarla doğrudan ilgili sera gazı salınımı toplam %38 seviyelerindedir. Isı izolasyonu, ısı kaybını ve kazanımını kontrol altında tutan pencere sistemleri, güneş kontrolü ve doğal aydınlatmaya imkân veren tasarım gibi pasif önlemleri devreye sokarak binaların enerji tüketimini azaltmak önemli hedeflerdir. Ancak, küresel iklim değişikliğini kontrol altında tutabilmemiz için 2050 yılında küresel sera gazı emisyonlarının 1990 yılı seviyelerine göre yarı yarıya azaltılmış olması gerektiğinden bu pasif önlemler yeterli kalmayacak, binaların aynı zamanda kendilerinin yenilenebilir enerji kaynağı olması ya da yenilenebilir enerji kaynaklarından beslenmeleri gerekeceği de karşı karşıya olduğumuz bir gerçektir (Moltay, 2009).

“Yenilenebilir enerji teknolojilerinin planlama yaklaşımı ile kentlere entegrasyonu: İzmir ili jeotermal ve rüzgâr enerjisi potansiyelleri örneği” çalışması 2005 yılında doktora çalışması olarak Zeynep Peker tarafından yapılmış ve bu çalışmada İzmir ili için yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal ve rüzgâr enerjisi için yerel anlamda yapılan çalışmaların sonucu verilmiştir. “Güneş enerjisinden yararlanma olanakları ve enerji verimliliğinin incelenmesi; Muğla ili toplu konut yerleşkesi örneği” isimli çalışma ise 2007 yılında yüksek lisans tezi olarak Ayşegül Kıyak tarafından hazırlanmıştır. Bu çalışmada ise, Muğla ilinde planlanan toplu konut projesi için güneş enerjisi verimliliği araştırılarak yerel sonuçlar açıklanmıştır. “Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile bölgesel ölçekte sera gazı emisyonu azaltımı için örnek bir çalışma” isimli çalışma ise 2008 yılında yüksek lisans tezi olarak Bilal Yaylalı

tarafından kaleme alınarak sera gazlarının bölgesel ölçekte nasıl azaltılabileceği örnek ve hesaplamalar ile anlatılmıştır.

Bu çalışmada ise; Trakya Bölgesi' nde Çorlu Mühendislik Fakültesi Yerleşkesi içerisinde yapımı planlanan kafeterya binası için, Enerji Verimliliği ve temel tasarım öğeleri göz önünde bulundurularak bir tasarım yapılmış ve rüzgâr ile güneş enerjisinin ortak kullanımı ile binanın elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması sağlanmıştır. Binanın ısıtma enerjisi ise doğalgaz ile karşılanacağı düşünülmüştür. Bunun sonucunda elde edilen sera gazı azaltımı değeri örnek bina için hesaplanmıştır. Aynı zamanda bu çalışma ile enerji verimliliğinin etkin bir şekilde kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılarak bu enerji kaynaklarının tanıtılması ve kullanılmasının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.

Enerji Verimliliğinin gerçekleşmesi için, hem tasarım aşaması ile başlayan pasif önlemler hem de binanın işletilmesi sürecinde alınan aktif önlemler açıklanmış ve bunlar içerisinde örnek bina için kullanılacak önlemler sıralanmıştır. Yapılan Isı Yalıtım Projesi ile de elde edilen enerji verimliliği açıklanmıştır.

Binaların ısı performansını açısından dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da yoğuşmadır. Yoğuşma olan malzemenin ısı iletkenliği-artacağı için gazbeton üzerine Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ ) 3 olan ısı yalıtım malzemesi tercih edilmiştir. Duvar haricindeki diğer yapı elemanlarında da tasarım aşamasında bu konuya önem verilmiştir.

TS825' e göre TGÜB (Türkiye Gazbeton Üreticiler Birliği) tarafından hazırlanan bilgisayar programı ile bu projeye ait Isı Yalıtım Projesi hazırlanarak ekte verilmiştir. Isı Yalıtım Projesi için başka kurum ve kuruluşlarca da hazırlanan bilgisayar programlarını kullanmak da mümkündür.

Enerji Verimliliği için Güneş Pencereleri, Güneş Duvarları, Kış Bahçesi, Bina Yalıtımı, Mekanik Tesisat Yalıtımı, Isıtma Sistemlerinde Alınması Gereken Önlemler ve Aydınlatma Sistemlerinde Alınması Gereken Önlemler başlıklarında açıklanan uygulama ve tasarım kriterleri ile Çorlu Mühendislik Fakültesi yerleşkesinde yapımı planlanan ve toplam kullanım alanı yaklaşık 700 m<sup>2</sup> olan bir kafeterya binası için enerjiyi verimli kullanmak üzere tasarım yapmak suretiyle, A Sınıfı Enerji Verimli bir bina elde edilerek, sadece ısı enerjisi ihtiyacı dikkate alındığında, 30.000 kg sera gazının salınımının önüne geçilmiş olunacaktır (1 KWh enerji kullanımı sırasında kullanılan enerji sınıfına göre açığa çıkan sera gazı miktarı Tablo 4.3.' te verilmiştir.).

Sonuç olarak; enerji tasarrufu ve enerjinin kullanımının önemi nedeniyle, binaların tasarımından inşasına ve hatta işletmesine kadar tüm disiplinlerin aynı bilinç ve duyarlılıkla çalışması gerekmektedir.

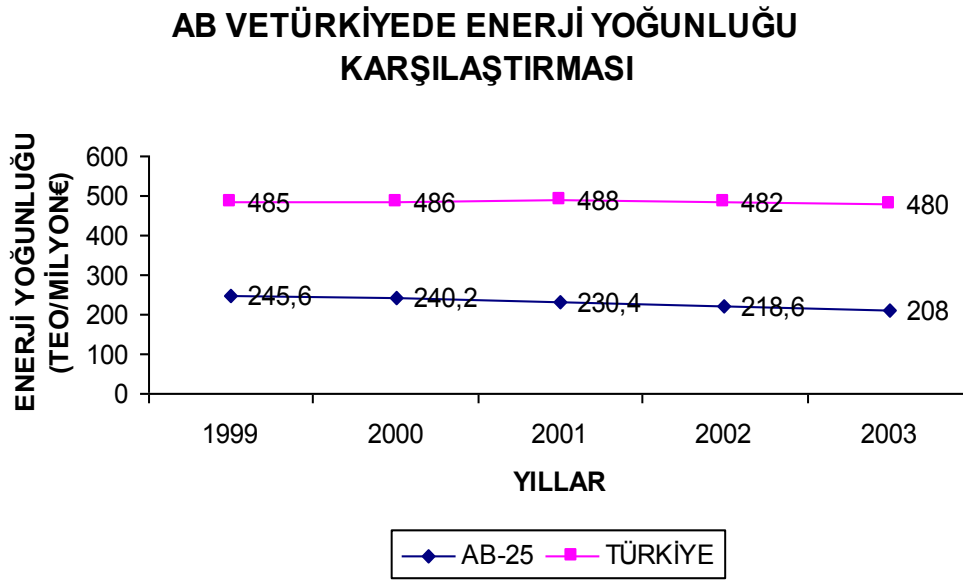
Tablo 4.1.' de de görüldüğü gibi, tasarımda özenle seçilen malzemelere göre hazırlanan ısı yalıtım projesinde ise ısı ihtiyacı kimlik belgesinde A sınıfı yani "SÜPER ENERJİ VERİMLİ BİNA" sonucunu vermiştir. Kış bahçesi ve trombe duvarının ısı yalıtımına direkt olan katkısı TS825 bu konuda hesap yöntemini vermediği için ısı yalıtım projesinde hesaplanamamıştır.

Ancak, TS EN 832 Standardı kullanılarak trombe duvarlarının ve kış bahçesinin ısı yalıtımına katkısı hesaplanabilir. Aynı zamanda TS 825 içerisinde Isı Köprüleri konusu net olmadığı ve kullanılan programda da bu hesaplama yer almadığı için, Isı Yalıtım Projesi hesaplanırken Isı Köprüleri hesaba katılmamıştır.

Bir ağacın ortalama 1 yıl içerisinde 15.000 kg sera gazı emmesi durumuna göre; alınan tedbirler ile bu kafeterya binası yapı ömrü boyunca her yıl 5 ağacı dünyaya hediye edecek ve sürdürülebilir bir yaşama katkıda bulunmuş olacaktır. Türkiye ve Dünya üzerindeki yapıların sayısı ve büyüklükleri düşünüldüğünde, aynı hassasiyet yaklaşımı ile "Sürdürülebilir Yaşam" için öncelik taşıyan "Küresel Isınma" problemi tamamıyla ortadan kalkacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

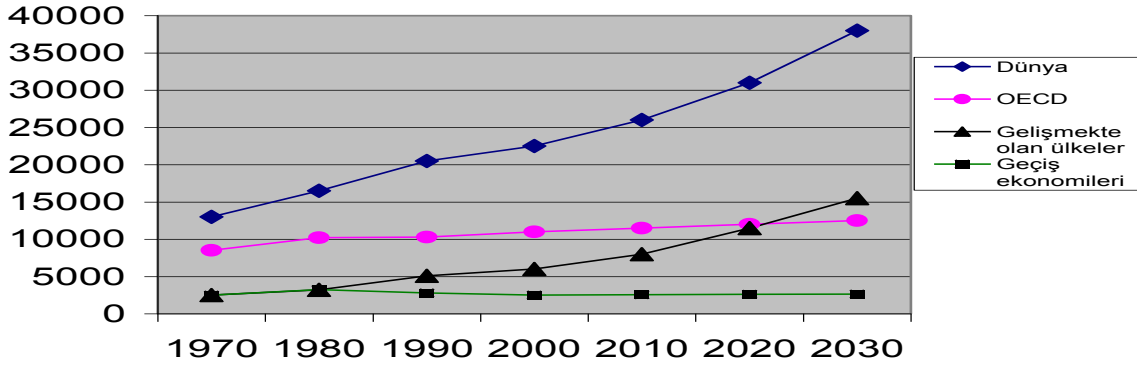
“Enerji Yoğunluğu”, yani Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla başına tüketilen birincil enerji miktarı, enerjinin verimli kullanıldığıının en önemli göstergesidir. Şekil 2.1’ de AB ülkeleri ve Türkiye için Enerji Yoğunluğu değerleri verilmiştir. Bu oran, Japonya’da 0,10 değerinde, OECD ülkelerinde 0,19 değerinde iken, bu değer ülkemizde 0,38’dir. Bu durum enerjiyi Japonya’ya göre 4 kat, OECD ülkelerine göre 2 kat daha verimsiz kullandığımız anlamına gelmektedir.



Şekil 2.1. AB ve Türkiye’de Enerji Yoğunluğu Karşılaştırması (Künar, 2008)

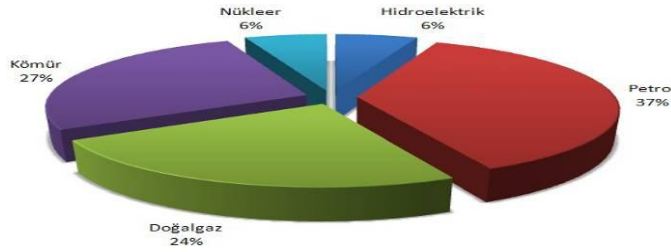
2030 yılına kadar otomobil sayısının bugüne göre % 50 artacağı, dünya nüfusunun % 47 daha fazla yakıt tüketeceği, önlem alınmazsa 2020 yılında fosil yakıt rezervlerinin yarısından daha büyük bölümünün tükeneceği, dünyada önümüzdeki 30 yılda enerji ihtiyacı için 16 trilyon dolar harcama yapılacağı tahminleri düşünüldüğünde enerjinin insanlık hayatındaki önemi daha açık anlaşılmaktadır. Bu derece hayati öneme sahip bir konuda ciddi oranlarda tasarruf edilmesi gerektiği, aksi takdirde küresel ısınma sonucunda yaşamı tehlikeye sokacak bir konu haline geleceği unutulmamalıdır. Küresel ısınmanın sonucunda; buzulların erimesi nedeniyle deniz seviyeleri her yıl 0,1 cm yükselmektedir, sıcaklıklar dünya genelinde sadece son 100 yılda 0,6 °C artmıştır, su seviyesinin yükselme hızı geçen yüzyıla oranla % 50 artmıştır, bitkilerin % 10’unun nesli tükenmek üzeredir, önlem alınmazsa 2050 yılına kadar 1 milyon hayvan türünün neslinin tükeneceği tahmin edilmektedir.





**Şekil 2.2. Enerji Bağlantılı CO<sub>2</sub> Salımları (Arıkan, 2004)**

Şekil 2.2 ' de yer alan grafik dikkatlice incelendiğinde; yeteri kadar önlem alınmadığı takdirde veya alınan önlemlerin günümüz düzeyinde kalması durumunda, küresel salımların yıllık %1,8 artarak 2030 yılında 38 milyar tona yükseleceği beklenmektedir. Bu değer 2000 yılı salımlarından % 70 daha fazladır (Arıkan, 2004).

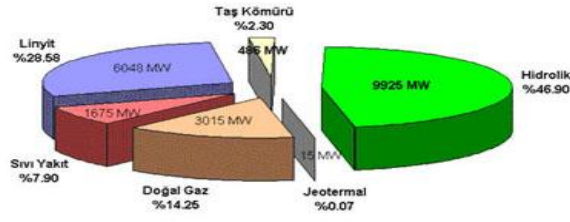


**Şekil 2.3. Dünya' da Enerji Üretiminde Kullanılan Öncelikli Kaynaklar (Şentürk,2009)**

Başka bir anlatımla, önümüzdeki 30 yılda sera gazlarının neden olduğu küresel ısınma sonucu doğada yaşanan tahribatlar ve çevre kirliliklerinin canlı yaşamına olumsuz etkilerinin, geçtiğimiz 30 yılda yaşanan etkilerinden kat ve kat fazla büyük olacaktır. Bu sonuçlar, Ulusal Çevre ve Kalkınma Programı tarafından gözler önüne serilerek, ileride yaşanılacak felaketin boyutuna dikkat çekmek ve bu felaketi yaşamamak için bireysel ve toplumsal önlemleri almak konusunda tüm sorumluları, yetkilileri ve gönüllüleri harekete davet etmektedir.

Türkiye'de ise; 2030 yılına kadar önlem alınmadığı takdirde, sıcaklıkların kışın 2°C, yazın 2-3°C artması, yağışların ise yazın %5-15 oranında azalması beklenmektedir. Bu tabloyu olumlu hale dönüştürebilmek için Türkiye'deki enerji kaynaklarını biliyor ve bu kaynaklardan yenilebilir enerjilerin kullanılmasını destekliyor olmamız gerekmektedir. Ayrıca, ülkemizin enerji ithalatının da önemli ölçüde olduğu bir gerçektir. Ülkemizdeki ham petrol talebinin %93'ü doğalgaz talebinin ise %97'si ithalat ile karşılanmaktadır.

TÜRKİYE KURULU GÜCÜNÜN YAKIT CİNSLERİNE GÖRE DAĞILIMI



Şekil 2.4. Türkiye Kurulu Gücünün Yakıt Cinslerine Göre Dağılımı (Aksit, 1995)

Elektrik İdaresi Etüt İşleri Genel Müdürlüğü araştırmalarına göre; ülkemizde bina sektöründe %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaşım sektöründe %15 enerji tasarrufu potansiyeli mevcuttur. Enerji verimliliğinin ve yenilebilir enerji kaynaklarından yararlanma gereksinimlerinin önemi sonucunda “Sürdürülebilir Kalkınma Ulusal Raporu” hazırlıkları kapsamında 2002 yılında yapılan “İklim Değişikliği Çalışma Grubu 3. Çalıştayında Tablo 2.1’ de gösterilen konular saptanarak öncelikli konular sıralanmıştır.

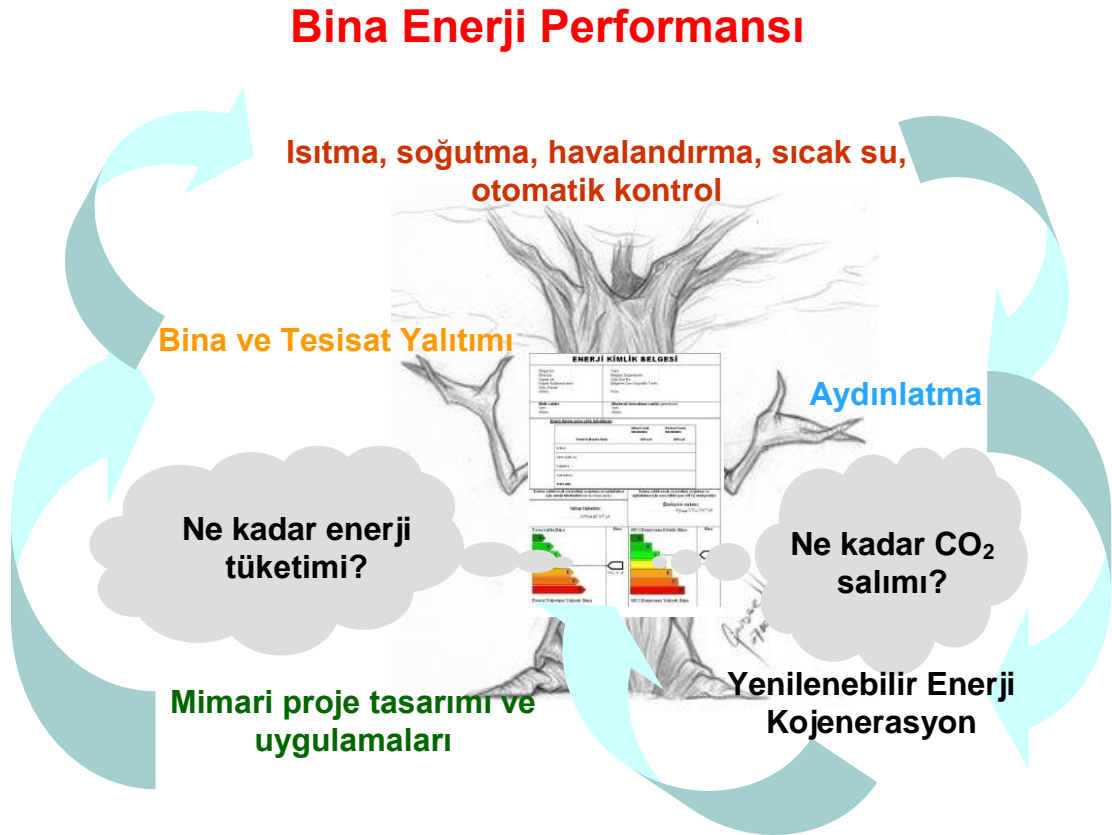
Tablo 2.1. İklim Değişikliği Konuları Öncelik Sıralaması (%) (Arıkan, 2004)

Yenilenebilir enerjilerin kullanımının ve payının artırılması	100
Enerji tasarrufu ve verimliliğinin artırılması	85
Kapasite geliştirme, eğitim, öğretim ve halkın bilinçlendirilmesi	78
Enerji teknolojilerinin seçimi ve enerjide ulusal kararlar	74
Yeni ve temiz teknolojilerin transferi ve geliştirilmesi	74
Dış finansman kaynakları, ortak projeler ve etkinlikler	74
Sera gazı salınımlarının kontrolü	59
Sistematik gözlem ve araştırma	30
Koruyucu ormancılık yöntemi uygulamaları	30
Otomotiv sektöründe ileri teknolojiler ve etkin trafik yönetimi	15

Bu çalıştay sonucuna göre, yenilebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması, enerji verimliliğinin hem kamu hem halk düzeyinde bilinçlendirilerek artırılması öncelikli konular olarak yerini almıştır. Bu nedenle, konunun daha geniş akademik çevrelerde incelenerek bilimsel çalışmaların yapılması, halka konunun indirgenmesi ve bunun için de tüm kamu ve sivil kuruluşların bu çalışmalara tam destek vermesi gerektiği sonucu çıkmaktadır.

### 3. BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN ALINACAK AKTİF VE PASİF ÖNLEMLER

Binalar, fonksiyonları ne olursa olsun, enerji tüketimi ve sera gazları salınımında en önde gelen kaynak grubunu oluşturmaktadır. Dünya toplam sera gazı salınımlarının % 27'si elektrik ve ısıtma ihtiyacı, %11 üretim ve inşaat faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Yani binalarla doğrudan ilgili sera gazı salınımı toplam %38 seviyelerindedir. Isı izolasyonu, ısı kaybını ve kazanımını kontrol altında tutan pencere sistemleri, güneş kontrolü ve doğal aydınlatmaya imkân veren tasarım gibi pasif önlemleri devreye sokarak binaların enerji tüketimini azaltmak önemli hedeflerdir. Ancak, küresel iklim değişikliğini kontrol altında tutabilmemiz için 2050 yılında küresel sera gazı emisyonlarının 1990 yılı seviyelerine göre yarı yarıya azaltılmış olması gerektiğinden bu pasif önlemler yeterli kalmayacak, binaların aynı zamanda kendilerinin yenilenebilir enerji kaynağı olması ya da yenilenebilir enerji kaynaklarından beslenmeleri gerekeceği de karşı karşıya olduğumuz bir gerçektir (Moltay, 2009).



Şekil 3.1. Binalarda Enerji Performansı Döngüsü (Ertokat, 2008)

### 3.1. Pasif Önlemler

Bir binanın tümünün güneş enerjisinden yararlanılacak şekilde tasarlanması, yaşam alanlarının fonksiyonel kullanımı ve hatta doğal havalandırma olanaklarının bu anlayışa eklenmesi sonucu pasif güneş sistemi uygulamaları oluşmaktadır. Genel olarak insanların ısınmak amacıyla düşük sıcaklık düzeylerine ihtiyaç duyması aslında bu işlevin güneş tarafından kolayca karşılanabileceği bir ortam yaratır.

Pasif sistemlerde mekanik olarak hareket eden bir aksam ve toplayıcı yoktur. Bu nedenle, örneğin sıcak su toplayıcıları pasif sistem olarak tanımlanamaz. Sistemin basitliğine rağmen kolayca uygulanabilir olması ve yatırım maliyetlerinin çok yüksek olmaması nedeniyle güneş mimarisi ve pasif sistem uygulamaları, bir ülkenin genel enerji arzına en kısa zamanda en büyük katkıyı yapabilecek güneş teknolojisi opsiyonu olarak ortaya çıkmaktadır. Doğal olarak pasif güneş sistemi uygulamaları iyi bir mimari tasarım ile başlar. Bu nedenle binanın yapılacağı bölge ile ilgili iklimsel verilerin, güneş verilerinin ve yöre topoğrafyasının iyi bilinmesi gerekir. Böylece ilk aşamada optimum yönlendirmesi yapılan binanın ikinci aşamada ısı enerjisi ihtiyacının minimuma indirilmesi “yani ısı ve su yalıtımının” en üst düzeyde yapılması gerekir. En uygun ve kaliteli olarak seçilen yapı malzemelerinin de kullanılması koşuluyla binada pasif güneş uygulaması yapılması sonucu etkin ve verimli şekilde ısınma ve enerji tasarrufu sağlanabilecektir.

Gelişmiş ülkelerde pasif sistem uygulamaları hızla yayılmakta ve ülke bazında enerji arzına büyük katkı sağlamaktadır. Örneğin, A.B.D.’de yapılan bir çalışma ortalama ısınma ihtiyacının %50-%70’ lik bir bölümünün pasif sistem uygulamaları sonucu tasarruf edilebileceğini ortaya koymuş bulunmaktadır. ([www.solargünesenerjisi.com/category/isil-teknolojiler](http://www.solargünesenerjisi.com/category/isil-teknolojiler)) Özellikle mimarlık eğitiminde en geniş anlamda “yapı biyolojisi” ve “yeşil bina” (çevreyle dost bina) kavramları hızla yerleşmektedir. Böylece, yalnız güneş enerjisi değil aynı zamanda diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma, yapı malzemelerini bu bilinçle seçme ve doğaya uyum 2000 li yılların mimarisinde etkin rol oynayacaktır.

#### A. Güneş Pencereleri

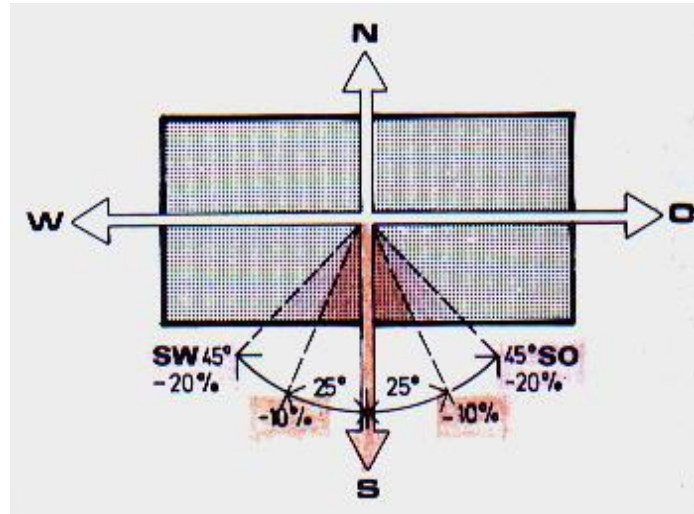
Pasif önlemlerin en basit ve en etkin olan ögesi güneş pencereleridir. Pencerelerin iyi yalıtılmış bir mekânda ve güneşe yönlendirilmiş olması en önemli koşuldur. Güneş

pencerelerinde saydam yüzeyden içeri giren güneş ışınları, mekânın masif duvar ve döşemeleri tarafından absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülür. Mekân sıcaklığının azalması durumunda, ısı masif elemanlardan taşınım ve ışınlım yoluyla geri verilir. Bu sistemin en önemli yararı basit ve kolay uygulanabilir olmasıdır.

**Tablo 3.1. Yönere Göre Cephelelerden Elde Edilen Enerji Kazançları (Özbalta, 2008)**

YÖN	ENERJİ KAZANCI
Güney Cephe (GGD 170°)	256 kWh/m <sup>2</sup> .yıl
Batı Cephe (BGB 260°)	89 kWh/m <sup>2</sup> .yıl
Doğu Cephe (DKD 80°)	43 kWh/m <sup>2</sup> .yıl

Güneyden doğu ve batıya 25°'lik sapma %10 oranında bir kayıp, 45°'lik sapma ise %20 oranında bir kayıp oluşturmaktadır (Şekil 3.2.). Bu nedenle güneş enerjisinden doğrudan pasif olarak yararlanan sistemlerde, pencere alanının binanın bütünü içinde sabit tutularak cephelere göre dağılımlarının değiştirilmesi ile optimum yarar sağlanabilir.



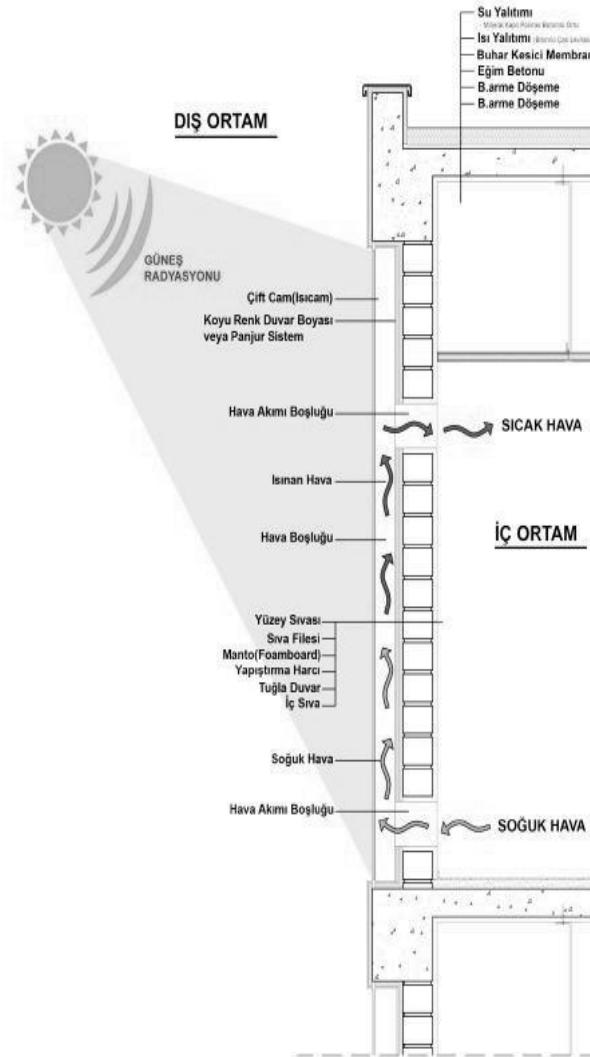
**Şekil 3.2. Güney Yönünden Sapma Durumunda Güneş Kazancı Azalması (Özbalta,2008)**

### B. Güneş Duvarları

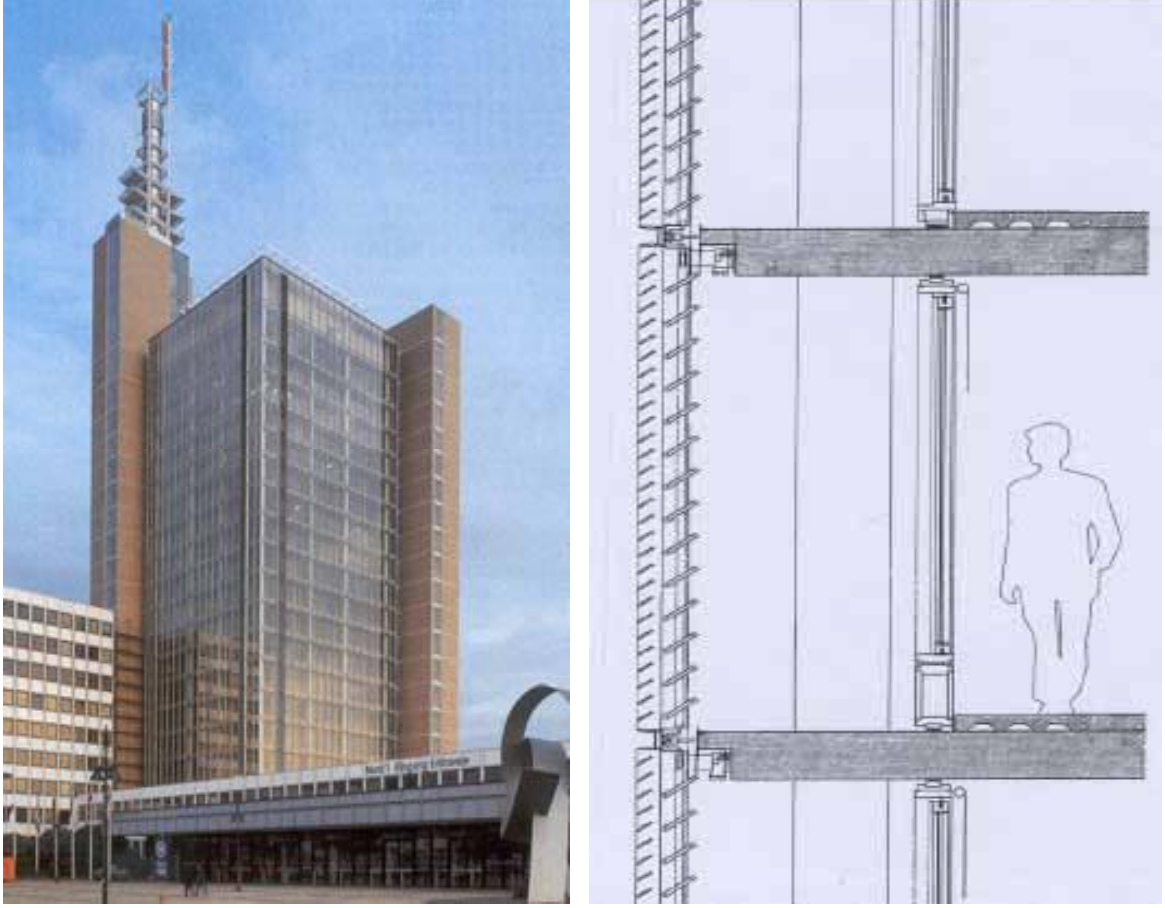
Güneş penceresi uygulamalarında yansıtma, parlama, aşırı sıcaklık farklılıkları oluşması gibi sorunlar olabilmektedir. Bu tür sorunlar depolayıcı olarak işlev gören ve güneş ışınlarını direkt olarak alan cam yüzeyin arkasında duvar düzenlenmesi ile oluşturulan yapı elemanları aracılığıyla çözülebilir. Güneş duvarlarında masif dış duvar yüzeyine ulaşan güneş ışınları absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülür. Isı enerjisi duvar konstrüksiyonuna bağlı olarak

belirli bir süre sonra taşınım ve ışınım aracılığıyla iç mekâna iletilir. Trombe duvarı ve saydam yalıtımlı duvar yapı elemanları güneş mimarisi ve enerji etkin tasarım uygulamalarında oldukça yaygın olarak gündeme gelmektedir.

Güneş duvarının etkinliği global ışınım değerleri, direkt güneş ışınım oranı, duvar yüzeyinin absorpsiyon gücü, duvar kalınlığı, duvar malzemesinin yoğunluğu ve ısı depolama kapasitesi ile düzenlenen güneş kırıcı elemanlara bağlıdır. Sistemde kullanılan havalandırma menfezleri ile sistem etkinliği % 20-30 oranında artırılabilir (Şekil 3.3.). Yeterli hava sirkülasyonu sağlanabilmesi için güneş duvarında bırakılan menfez alanı duvar yüzeyinin %3' ü oranında olmalıdır (Gonzalo, 2005). Bilindiği gibi güneş duvarının iç ve dış görünüşleri oldukça farklı ve dış görünüşü itibariyle camlı bir yüzeyden farklı olmayıp, içten geleneksel duvar görünümündedir (Şekil 3.4.). Verimli bir ısı dağılımının gerçekleşebilmesi ve ısı geçişinin engellenmemesi için, duvar iç yüzeyinin tefriş elemanlarından arındırılması gereklidir.



Şekil 3.3 Trombe Duvarı Uygulaması (Kartal,2009)



**Şekil 3.4. Trombe Duvarı Dış Görünüşü ve Çift Kabuk Sistem Kesiti (Mimari Tasarım: Thomas Herzog ve Ortakları, 2000)**

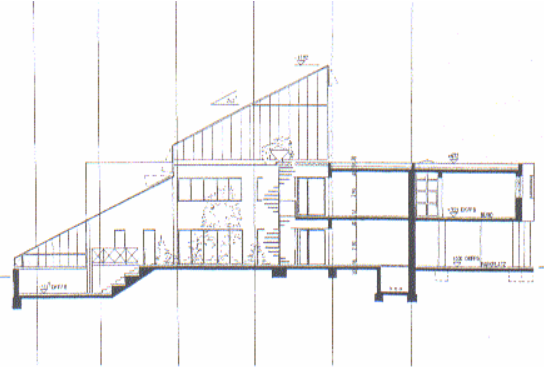
### C. Kış Bahçeleri

Kış bahçeleri, içinde yaşanabilen sıcak hava toplacıları şeklinde tanımlanabilen, ısıtılmayan, güneğe yönlendirilmiş, camın yoğun olarak kullanıldığı mekânlardır. Kış bahçesi ve onunla ilişkili mekân arasında düzenlenen duvar genelde masif olup, ısı koruyucu ve depolayıcı işlevini görmektedir. Böylece kış bahçesindeki aşırı sıcaklık farklılıkları azaltılmış, konforu yüksek, dengeli mikro klima sağlanmış ve daha uzun süre kullanılabilen bir mekân meydana getirilmiş olur. Duvarda açıklık düzenlenmesi ile kış bahçesinin sıcaklığı direkt olarak iç mekâna alınması da olanaklıdır. Ancak, böyle durumlarda aşırı sıcaklık farklılığı ve yansıma gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Kış bahçeleri mekânsal ve enerjik açılarından bağımsız mekânlar olup, kendileri ile ilişkili mekân ikliminin dengede kalmasına katkıda bulunurlar (Şekil 3.5).



**Şekil: 3.5. Kış Bahçesi Örneği (Kopuz, 2010)**

Kış bahçesinde kazanılan ısı fazlası, diğer mekânlara aktararak ısı tesisatına destek olmanın yanında, kullanım açısından farklı olanaklar sunar. Konum, konstrüksiyon ve kullanım amacına bağlı olarak kullanım süreleri yılda 200-300 gün arasında değişmektedir. Bunun dışında kış bahçeleri, çevre ile direkt bağlantı sağlanması, aydınlık olması ve diğer mekânlara nazaran daha serin olması (14-16°) gibi özellikleri nedeniyle konfor sunarak, yaşam kalitesini arttırmaya katkıda bulunmakta ve çok kat yüksekliğinde düzenlenerek birden fazla mekâna hizmet verebilmektedir. Hava sirkülasyonu için, açılabilen yüzeylerin camlı alanın en az 1/6 oranında ve bu açıklıkların %50'sinin cephenin alt bölümünde, %50'sinin ise üst bölümünde düzenlenmesi gerekir. Binanın tüm mekânlarına hizmet veren bir kış bahçesi uygulamasına Ulm Üniversitesi Araştırma Merkezi binası örnek verilebilir. Şekil 3.6' de görülen binanın U formu planı, kış bahçesine açılan 670 m<sup>2</sup> büyüklüğünde bir alana sahip olup, çalışma odaları, kitaplık, 60 kişilik toplantı odası ve laboratuardan oluşmaktadır. Güneye yönelme ile kış bahçesi toplaç işlevi görmekte, döşeme ve duvarların masif tuğladan yapılması ile ısı kütlesi olarak çalışmaları sağlanmıştır. Tüm mekânların kış bahçesine açılması ile hem ısıdan kazanç hem de kış bahçesinde toprağa bağlı subtropikal bitkiler aracılığı ile tüm mekânların serinletilmesinde yararlanılmaktadır.

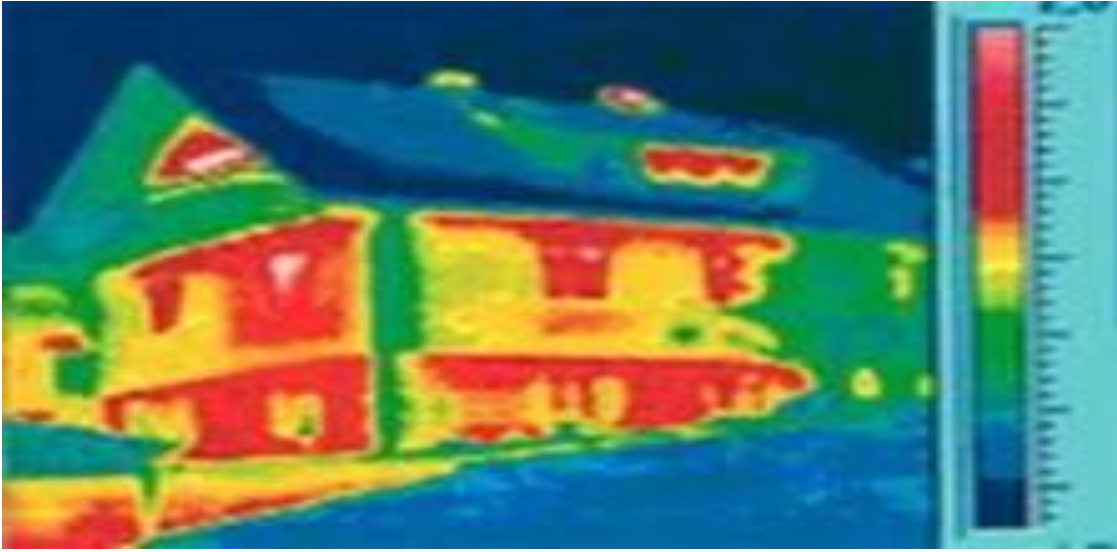


**Şekil 3.6. Ulm Üniversitesi Araştırma Merkezi Kış Bahçesi Uygulaması Görünüş ve Kesit (Özbalta,2008)**



#### D. Bina Yalıtımı

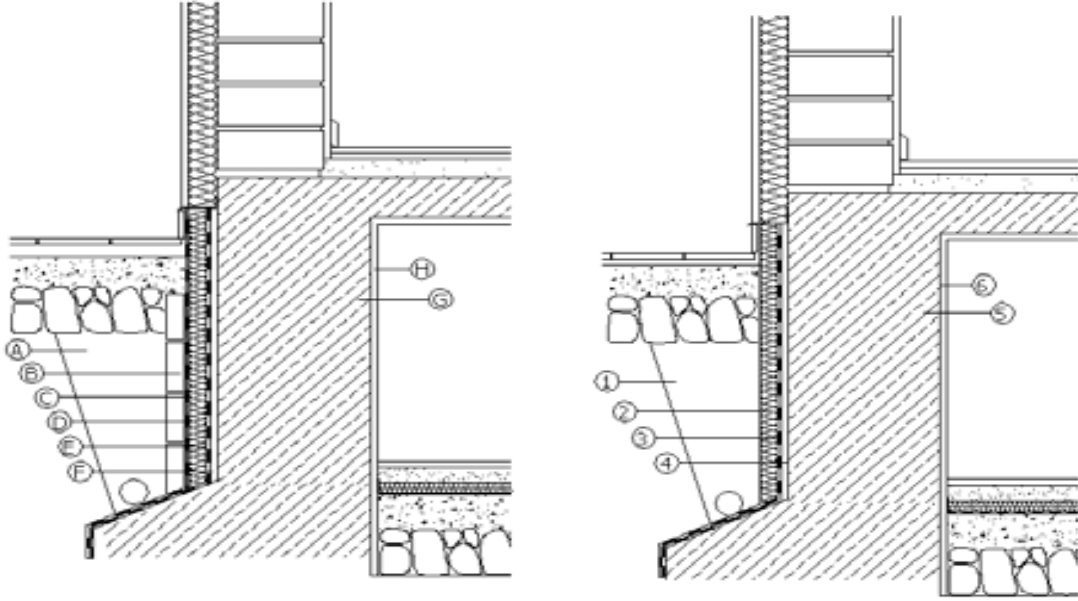
Enerji Verimliliği için alınacak pasif önlemlerin en başta yapılması gereken binada komple yalıtımın sağlanmasıdır. Çatı, temel, duvar gibi dış ortamlarla temas halinde olan tüm yüzeylerin yalıtılarak, ısı geçişi düşürülmesi binanın ısı maliyetinde yaklaşık %40-50 oranında tasarrufu sağlayacaktır. Şekil 3.7’de termal kamera ile bir binanın dış yüzeyinde yaşanan ısı kayıpları görülmekte, Şekil 3.8’de ise enerji kayıplarının; çatılarda %25, duvarlarda %35, pencerelerde %10, kapılarda %15 ve temellerde %15 olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bu nedenle doğru ısı yalıtımı için; çatılarda Şekil 3.9, temellerde Şekil 3.10, duvarlarda ise Şekil 3.11’deki şekilde yalıtımın yapılması şarttır.



Şekil 3.7. Termal Kamera ile Isı Kayıpları Görüntüleri (Tamay, 2008)



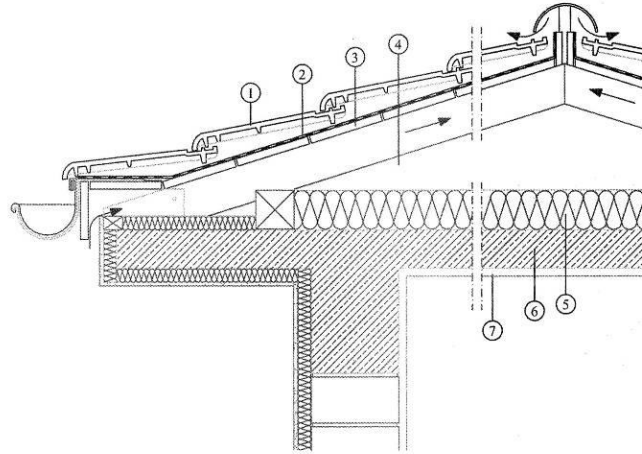
Şekil 3.8. Enerji Kayıplarının Yapı Elemanlarına Göre Dağılımları (Şenkal, 2005)



**Şekil 3.9. Toprak Altı ve Temelerde Isı Yalıtımı (Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği,2008)**

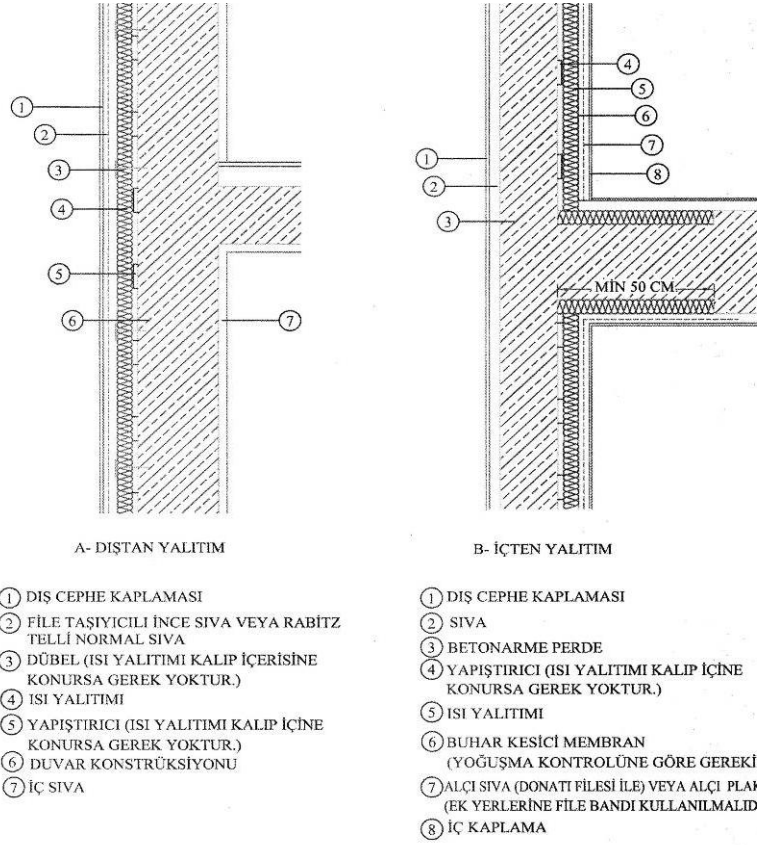
Toprak Temaslı Beton Perde Duvarlar  
Koruma Duvarlı  
A- Toprak  
B- Baskı duvarı  
C- Su yalıtım Örtüsü  
D- Isı yalıtım Plakası  
E- Su yalıtım Örtüsü  
F- Düzeltme Sıvası  
G- Betonarme perde duvar  
H- İç Sıva

Toprak Temaslı Beton Perde Duvarlar  
Koruma Duvarsız  
1- Toprak  
2- Isı yalıtım Plakası  
3- Su yalıtım Örtüsü  
4- Düzeltme Sıvası  
5- Betonarme perde duvar  
6- İç Sıva



- ① ÇATI ÖRTÜSÜ
- ② SU YALITIM MEMBRANI
- ③ ÇATI TAHTASI
- ④ HAVALANDIRILAN ÇATI ARASI BOŞLUĞU
- ⑤ ISI YALITIMI
- ⑥ BETONARME PLAK VEYA ASMOLEN DÖŞEME VEYA GAZBETON DÖŞEME PANELİ
- ⑦ TAVAN SIVASI

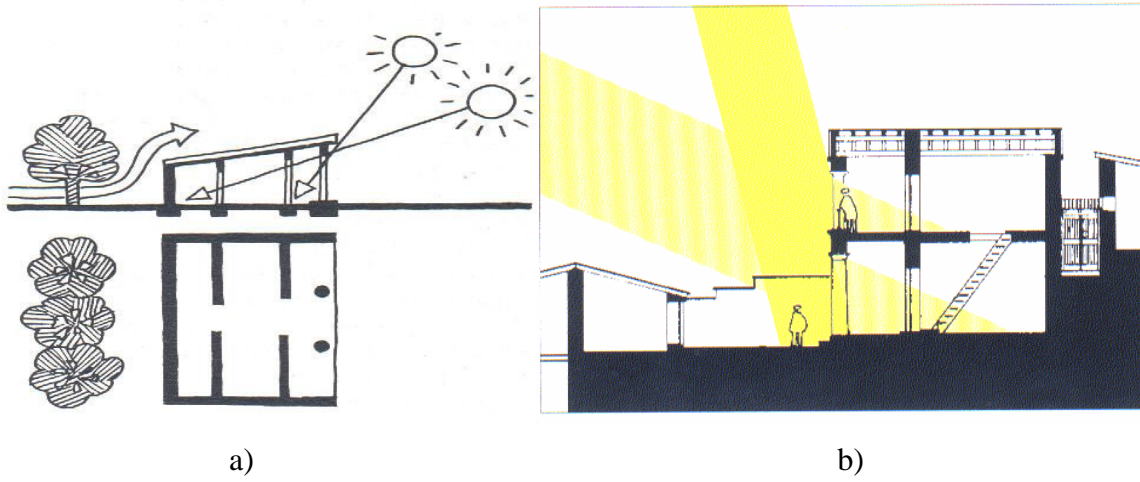
**Şekil 3.10. Çatı Yalıtımı (Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, 2008)**



**Şekil 3.11. Duvar Yalıtımı (Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, 2008)**

Sonuç olarak, pasif evler ile ısıtma enerjisinde çok yüksek oranda tasarruf sağlanması, çok basit ve maliyeti çok düşük olan birkaç önlem ve tasarım öncesi konunun irdelenmesi ile sağlanması söz konusu olacaktır.

Yapı alanlarında güneş enerjisinden yararlanmanın MÖ 400' lü yıllara tarihlendiği uygulamalardan görülmektedir (Şekil 3.12). Günümüzde çevresel sorunlar nedeniyle, çevre bilincinin giderek artması mimari tasarım kriterlerini de etkilemekte ve bu bağlamda düşük enerjili bina tasarımlarını esas alan güneş mimarisine yönelik uygulamalar giderek artmaktadır. Tasarımda alınacak önlemler ve teknolojinin sağladığı olanaklarla, binaların enerji tüketimlerini azaltma çabaları da sürmektedir. Farklı iklim bölgelerine sahip olan ülkemizde, iklim koşulları ve güneş enerjisi yeğlinliği dikkate alınarak ve teknolojik olanaklardan yararlanarak çevre dostu, ekolojik ve kullanım süresince de enerji tüketimi en aza indirgenmiş ekonomik yapılar tasarlanması, enerji temininin önemli bir düzeyinde dışa bağımlı olan ülkemizde bir zorunluluk olarak görülmektedir (Özbalta, 2008) .



**Şekil 3.12. : a) Sokrates evi, MÖ 469-397 (Weber), b) Pirene Yerleşimi, MÖ 400 (Özbalta, 2008)**

Tablo 3.2’de ise; bir binanın 3 farklı tasarımı ile Pasif Enerji Verimliliği önlemlerinin uygulanması sonucunda %34 veya %65 oranında tasarruf sağladığı görülmektedir. Yapılacak ısı yalıtımının ve alınacak diğer önlemlerin artırılması ile bu tasarruf %90 seviyelerine kadar çıkartılabilir. Bu sonuç ise pasif Enerji Verimliliği sisteminin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

**Tablo 3.2. Bir Binanın 3 Farklı Şekilde Tasarımı ile Ortaya Çıkan Enerji İhtiyacı Farkı (Künar, 2008)**

	100 m <sup>2</sup> , 250 m <sup>3</sup> 19°C gündüz, 15°C gece		
3 Değişik Binanın Özelliği	Kışın gece panjurlar açık, yazın gündüz panjurlar açık, Pencere alanı 16 m <sup>2</sup> , 3 m <sup>2</sup> ’ si güneyde	Kışın gece panjurlar açık, yazın gündüz panjurlar % 85 kapalı, Pencere alanı 16 m <sup>2</sup> , 11 m <sup>2</sup> ’ si güneyde	Kışın gece panjurlar açık, yazın gündüz panjurlar % 85 kapalı, Pencere alanı 28m <sup>2</sup> , 22 m <sup>2</sup> ’ si güneyde
Duvar Yalıtımı	7 cm içte	7 cm içte	10 cm dışta
Çatı Yalıtımı	14 cm	14 cm	20 cm
Isıtma / Soğutma İhtiyacı	14.300 KWh	9.420 KWh	5.057 KWh
FARK		% 34	% 65

## E. Mekanik Tesisat Yalıtımı

Isıtma, soğutma, havalandırma ve klima tesisatında kullanılacak olan borular, kolektörler ve bağlantı malzemeleri, vanalar, havalandırma ve iklimlendirme kanalları, sıhhi sıcak su üreteçleri ve depolama üniteleri, yakıt depoları ve benzeri mekanik tesisat ekipmanları, ısı ve/veya ses yalıtım malzemeleri ile yalıtılır.

Soğuk su ve soğutma tesisatlarındaki borular ve soğuk akışkan taşıyan klima kanalları, ısı kazançları ve yoğuşma riskini önlemeye yönelik olarak iki ayrı hesaplama yöntemi sonucunda elde edilen en büyük kalınlık değeri esas alınarak dıştan yalıtılır.



Şekil 3.13. Yalıtımı Yapılmış Bir Teshin Merkezi ve Klima Kanalı (www.yalitim.net)

## F. Isıtma Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler

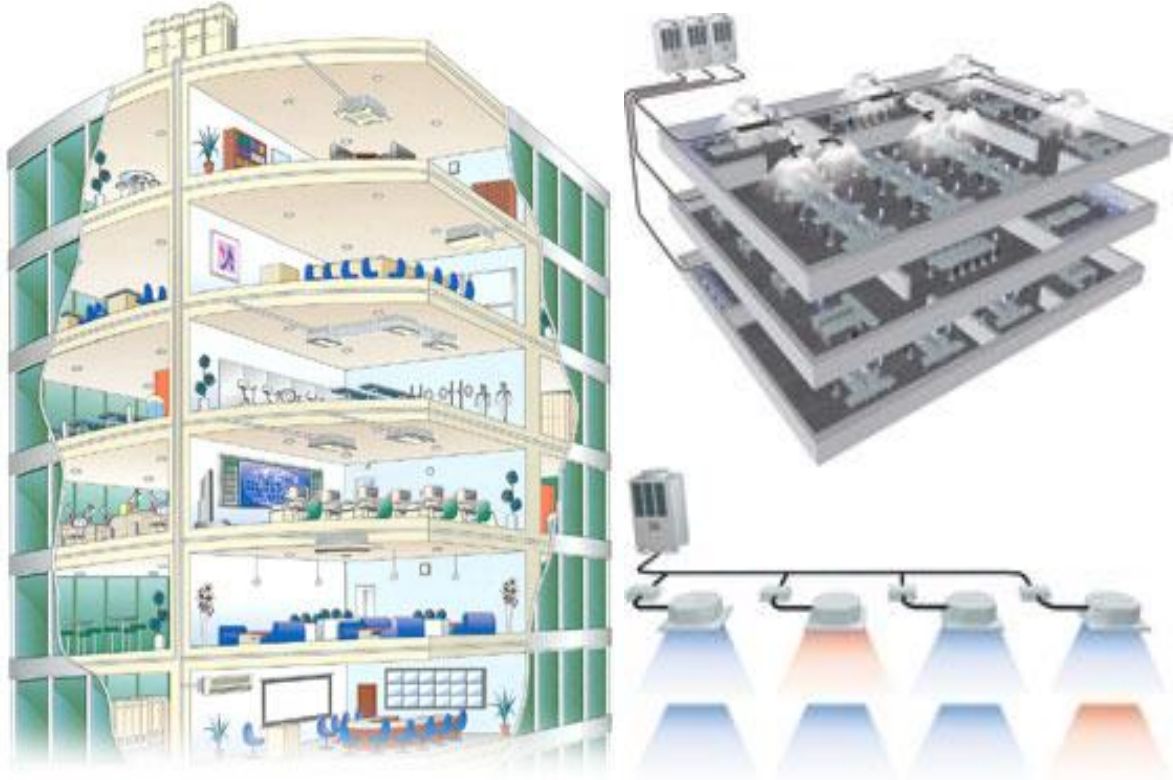
Toplam kullanım alanının 1.000 m<sup>2</sup>'den büyük yeni yapılacak binalarda merkezi ısıtma sistemi yapılması zorunludur. Merkezi ısıtma sistemine sahip binalarda, merkezi veya lokal ısı veya sıcaklık kontrol cihazları ile ısınma maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemler kullanılmalıdır. Merkezi ısıtma ve/veya kullanım alanı 250 m<sup>2</sup>'nin üstünde olup bireysel ısıtma sistemine sahip gaz yakıt kullanılan binalarda; yoğuşmalı tip ısıtıcı cihazlar kullanılacaktır. Merkezi ısıtma sistemlerinde, kazana geri dönüş su sıcaklığı ile dış hava sıcaklık kontrolünü yaparak sistem ekonomisi sağlayacak sistemler kullanılacaktır (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).



Şekil 3.14. Merkezi Isıtma Sistemi ve Pay Ölçer Örneği (www.yalitim.net)

### G. Soğutma Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler

Soğutma ihtiyacı 500 KW'dan ve soğutulacak toplam kullanım alanı 2000 m<sup>2</sup>'den büyük olan ticari ve hizmet amaçlı yeni yapılacak binalarda merkezi soğutma sistemi tasarımları yapılacaktır. Soğutma sistemleri tasarımında, soğutma gruplarının kısmi yüklerde bile yüksek verimlerle çalışacak sistemler seçilecektir. Soğutma sistemi işletmecisinin, eğitime katılarak belge alması zorunludur. Soğutma sisteminde kullanılan cihaz ve ekipmanlardan 20 yılını dolduran sistemlerin iyileştirilmesi veya değişimleri şarttır (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).



Şekil 3.15. Merkezi Soğutma (Ertokat, 2008)

## **H. Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler**

Kullanım alanı 1000 m<sup>2</sup>'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar ve benzeri konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde merkezi sıhhi sıcak su sistemi planlanacaktır. Merkezi sıhhi sıcak su hazırlama ekipmanlarının da TS EN 89 standardında belirtilen ısıl performansa sahip olmalıdır. Merkezi sıhhi sıcak su sistemlerinde cihaz ve dağıtım hatları yalıtımlı olmalı ve her yıl bina işletmecisi tarafından kontrol ettirilerek raporlanmalıdır (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).

## **İ. Otomatik Kontrol Sistemleri ile Pasif Önlemler**

Yakıt tasarrufu için sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda otomatik kontrol sistemi yapılacaktır. Merkezi ısıtma ve/veya soğutma sistemine sahip binalar, her odanın sıcaklığını ayrı ayrı düzenleyecek otomatik cihazlarla donatılacaktır. Konut olarak kullanılan binalar hariç olmak üzere binalarda, aydınlatma kontrolü zamana, gün ışığına ve kullanıma göre yapılacaktır. Konut hariç 5000 m<sup>2</sup>'nin üzerindeki binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma için, bilgisayar kontrollü bina otomasyon sistemi kurulacaktır. Yeni yapılacak binalarda enerji tüketimlerini ayrı ayrı ölçülebilecek enerji analizörleri ve/veya pay ölçerler kullanılacaktır (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).

## **J. Aydınlatma Sistemlerinde Alınacak Pasif Önlemler**

Binalarda gün ışığından azami derecede faydalanılacak ve gereksiz yapay aydınlatmadan kaçınılacaktır. Doğal aydınlatma yeterli olduğunda, zaman ayarlı veya insan mevcudiyetini algılayan cihaz ile yapay aydınlatmanın otomatik olarak devreye girmesi zorunludur, sistemlerde kullanılacak tüm elektrikli cihazların verimli seçilmesi gerekir, binalarda kullanılan lambaların özellikleri aşağıdaki tablodan seçilecektir, binanın toplam enerji tüketimi içerisindeki aydınlatma enerjisi payının hesaplanmasında EN15193 standardında verilen hesap yöntemi kullanılacaktır. Ülkemizde aydınlatmada çok yaygın olarak, normal flamanlı ampuller kullanılmaktadır. Bu enerji verimliliği için kötü bir aydınlatmadır. Normal flamanlı ampuller göre, floresanlar 5-10 katı, kompakt floresanlar 4-5 katı daha verimlidir (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).

## K. Kojenerasyon Sistemleri ile Pasif Önlemlerin Alınması

Toplam inşaat alanı en az 20.000 m<sup>2</sup>'nin üzerindeki tasarımlarda kojenerasyon sistemlerinin uygulama imkânları analiz edilir. İnşaat mahallerine yakın ve inşaat maliyetinin yüzde onunu geçmeyen uygulamalar yapılır (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).

### 3.2. Aktif Önlemler

Enerji Verimliliği için alınacak aktif önlemler ise; enerji ihtiyacının fosil yakıt enerjileri gibi hem tükenen hem de yüksek oranda sera gazı salınımı ile çevreye çok ciddi zararlar veren enerjiler yerine, sürekli olarak kendini yenileyebilen (tükenmeyen) enerji kaynaklarını kullanmak ile olacaktır. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarını incelemek ve tanımak, bu kaynaklardan hangi şartlarda, hangi zamanlarda, hangi miktarlarda enerji elde edebileceğimizi de bilmek gerekir.

**Tablo 3.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları (www.bilgiustam.com)**

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	Yakıt
Hidrolik Enerji	Nehirler
Dalga Enerjisi	Okyanus ve Denizler
Biyokütle Enerjisi	Biyolojik Atıklar
Hidrojen Enerjisi	Su ve Hidroksitler
Nükleer Enerji	Atom Çekirdeği
Rüzgâr Enerjisi	Rüzgâr
Güneş Enerjisi	Güneş

#### A. Hidrolik Enerji

Ucuz, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Ülkemizde akarsuların gücünden yararlanılır. Yüksekten düşen ve hızla akan suların tribünleri çalıştırması sonucu elektrik üretilmektedir. Ülkemiz yüksek ve engebeli olduğu için akarsularımızın çoğu dar ve derin vadilerden akar. Bu durum baraj yapımına elverişli şartlar oluşturur.

Jeneratörlerin dönmesi, düşen suyun enerjisinden faydalanılarak gerçekleştirilir. Bu su doğrudan türbinin kanatlarına çarparak dönüşü sağlar. Elde edilecek elektrik gücü, suyundan faydalanılan nehrin akış hacmine, düşüş yüksekliğine bağlıdır. En uygun hidroelektrik santralleri, yeterli yağmurlarla beslenen ve akış eğimi büyük olan nehirler üzerine kurulur. Nehre yapılacak bir barajla, santralin sürekli çalışması için su biriktirilmiş olur. Barajdan



sular cebri borularla türbine taşınır. Kullanılan türbinin türü su yüksekliğiyle yakından ilgilidir. Eğer düşüş yüksekliği 300 metreden büyükse, darbe türbinleri kullanılır. Bu türbin, yüksek hızdaki suyun türbinin dış çevresindeki kepeçlere vurmasıyla döndürülür. Eğer suyun yüksekliği 300metreden düşükse, reaksiyon türbinleri kullanılır. Bu tip türbinlerde ise suyun yalnız hız enerjisinden değil, basıncından da faydalanılır. Su, türbini 100-200 devir/dakikada çevirdiği için ve buhar türbinleri 3600 devir/dakika çalıştığı için bu türbinlerin düzeni buhar türbinlerinden farklıdır. Günün belirli saatlerindeki büyük elektrik ihtiyacını karşılamak için, değişik düzeneğe sahip hidroelektrik santraller mevcuttur. Enerjiye talep çok olduğu zaman su üst seviyeden alt seviyeye düşürülerek enerji kazanılır. Enerjiye talep az olduğu zaman, fazla olan enerji ile pompa çalıştırılarak su alt seviyeden üste yükseltilir. Gel-git (med-cezir) olayının büyük olduğu yerlerde bu olaydan faydalanılır (Ünlü, 2009).

Dünya üzerindeki elektriğin %24' ü hidroelektrik santralleri tarafından üretilir. Dünyadaki tüm hidroelektrik santralleri toplam 3.6 milyar varil petrole eşit 675.000 megawatt enerji üretirler (Ünlü, 2009).

Türkiye, hidroelektrik potansiyel bakımından Avrupa'da Rusya ve Norveç'ten sonra 3. sırada yer almaktadır. Hidroelektrik potansiyelimizin üçte biri Fırat Havzası'ndadır. Bunu, Dicle, Doğu Karadeniz, Çoruh ve Kızılırmak havzaları izler. Yüksek potansiyelimize karşın üretilen enerji miktarı azdır. Şekil 3.16' da bir Hidroelektrik Santral Yapısı görülmektedir.



**Şekil 3.16. Hidroelektrik Santral Yapısı (Cebeci, 2002)**

## B. Dalga Enerjisi

Dalgalarda, kontrol altına alınmamış çok büyük bir enerji gizlidir. Bu enerjinin en azından bir bölümü kontrol altına alınabilirse, dünyanın günlük elektrik ihtiyacını karşılayabilir. (Bazı tahminlere göre dünya enerji tüketiminin yüzde 10'unu karşılayabilir.) Gerçekte ise, okyanus dalgalarındaki gizli enerjinin, eğer üretilebilse, yalnızca yüzde 0,2' sinin bile tüm gezegenin enerji ihtiyacını karşılayabileceği ileri sürülüyor ([www.enerjikaynaklari.net](http://www.enerjikaynaklari.net)).

Rüzgâr su yüzeyinden esip geçerken sürtünme, yüzeyde kıpırtılara neden olur. Rüzgâr bu kıpırtıları itmeyi sürdürdükçe de kartopu etkisiyle sonuçta büyük dalgalar oluşur. Aslında bu, güneş enerjisinin rüzgâra, oradan da dalgalara taşınmasından başka bir şey değildir. Dalganın ne denli güçlü olacağı, rüzgârın hızı, esiş süresi ve kat ettiği mesafeyle doğru orantılıdır. Yani rüzgâr ne denli hızlı, uzun süreli ve uzun mesafeliyse oluşturacağı dalga da o denli büyük. Rüzgâr, su kütlesini değil, enerjiyi taşır uzaklara. Su kütlesi, kinetik enerjinin, yani hareket halindeki enerjinin geçtiği bir ortam oluşturur. Su da hareket eder kuşkusuz; ama onun hareketi daireseldir. Bir başka deyişle, su parçacıkları taşıma bandının makarası gibi kayışı ileri doğru hareket ettirmek için döner; ama kendileri bu süreçte ileriye doğru hareket etmezler.

"Peki, okyanus dalgalarına ne gerek var? Zaten rüzgâr enerjisinden yararlanmak için türbinler yapmışız" diye sorulabilir. Yanıt, kullanılabilir enerjinin denetim altına alınmasında dalgaların rüzgâra üstünlüğü. Enerji yoğunluğu okyanus dalgalarında daha yüksektir. Bir başka deyişle, rüzgârın enerji oluşturabilmesi için çok geniş alana gereksinim duyulurken, dalgalar çok büyük miktarda enerjiyi toplar ve dar bir alana sıkıştırırlar. Bir başka neden de, okyanus dalgalarının güvenilirliği, yani dalgaların hangi yöne hareket edeceğini tahmin etmenin, rüzgârın hangi yönden eseceğini tahmin etmekten daha kolay olmasıdır. Çıkış noktalarından çok uzak mesafelere gidebilen dalgalara "soluğan dalga" denir. Bu da, biz bir şey yapmadan tüm okyanus yüzeyinin enerji toplayabildiği ve çok uzaklardan bile bize ulaşabildiğini gösteriyor.

Dalga enerjisinin, dünyanın enerji ihtiyacının yüzde 10'unu karşılayacağı tahmin edilse de, teknolojiler geliştikçe bu oranın artması beklenilebilir. Ama enerji dönüştürücü için yüksek verimli tek bir yöntem üzerinde uzlaşma sağlanmış değil. Bu konudaki tasarımların çıkmazlarından biri, türbinleri en verimli çalıştıracak dalga frekansının çok düşük olmasıdır.

Bunun yanı sıra, dalga enerjisini yakalayıp onu kullanılabilir enerjiye dönüştürecek tesisler

dünyanın ancak bazı bölgelerinde en verimli sonucu veriyor. 30 derece ile 60 derece enlemleri arasındaki bölgenin bu iş için en uygun yerler olduğu belirtiliyor. Amerika kıtasında Oregon sahilleri, İskoçya ve Portekiz kıyıları dalga enerjisinden en pratik ve verimli biçimde yararlanabilen yerler. Portekiz'de Pelamis aygıtları kullanılarak dünyanın ilk dalga çiftliği kurulmuş. İngiltere, İrlanda, Norveç gibi ülkelerde de dalga enerjisinin önemini anlaşılmış, santraller kurulmuş, devlet desteğiyle pilot çalışmalar başlatılmış ya da konu, enerji planlamalarında yakın hedef olarak yer almış. Norveç'in kuzey sahillerinde, Endonezya-Avustralya arasında dalga enerjisi ile çalışan santraller de halen hizmet etmektedir.

Dalga enerjisi üreten sistemlerden seyrelticilerin en iyi bilinen örneklerinden biri, Portekiz'deki Pelamis adlı aygıttır (Şekil 3.17.) Bu yöntemde, birbirlerine menteşe ile tutturulmuş ve deniz dibine de demirle sabitlenmiş bir dizi uzun silindirik yüzer aygıttan yararlanır. Silindirik parçalar, dalganın salınışıyla oynadıkça eklem yerlerindeki hidrolik serenleri hareket ettirilir, bu hareket de elektrik jeneratörünü çalıştırır. Aygıtın ürettiği elektrik, kablolarla deniz dibinden kıyıya taşınır (<http://www.bilisimgelisim.com/bilim-teknik/21-dalga-enerjisi.html>).



**Şekil 3.17. Portekiz' de kullanılan Pelamis Aygıtı (www.enerjikaynaklari.net)**

### C. Biyokütle Enerjisi

Biyoyakıt, içeriklerinin hacim olarak en az %80'i son on yıl içerisinde toplanmış canlı organizmalardan elde edilmiş her türlü yakıt olarak tanımlanır. Biyodizel, biyoetanol, biyogaz ve biyokütle olarak değerlendirilmektedir.

Şekil 3.18.' de görüldüğü gibi biyodizel, kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlardan veya hayvansal yağlardan üretilen bir yakıt türüdür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir. Biyodizel petrol içermez; fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir.



**Şekil 3.18. Biyoyakıt Kaynaklarından Örnekler (www.geleceginenerjisi.com)**

Biyodizel, tarımsal bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, fotosentez yolu ile CO<sub>2</sub>' i dönüştürüp karbon döngüsünü sağladığı için, sera etkisini arttırıcı yönde etki göstermez.

Ülkemizde de biyodizel çok soğuk bölgelerimizin dışında dizelin kullanıldığı her alanda kullanılabilir bir yakıttır. Biyodizel ulaştırma sektöründe dizel yakıtı yerine kullanıldığı gibi, konut ve sanayi sektörlerinde de fuel oil yerine kullanılabilir bir yakıttır.

**Tablo 3.4. 2020 Yılı İçin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bazında Yapılmış Bir Öngörü (Çağal,2009)**

	2020 yılında minimum		2020 yılında maximum	
	MTEP	Toplamın %' si	MTEP	Toplamın %' si
Modern Biyokütle	243	45	561	42
Güneş	109	20	355	26
Rüzgâr	85	15	215	16
Jeotermal	40	7	91	7
Küçük Hidrolik	48	9	69	5
Deniz Enerjisi	14	4	54	4
<b>Toplam</b>	<b>539</b>	<b>100</b>	<b>1345</b>	<b>100</b>
Genel Enerji Talebinin %' si		3-4		8-12

Yukarıdaki tablo da bize dünya genelinde biyokütle enerjisinin çok hızlı bir şekilde yükseleceğini göstermektedir.

#### **D. Hidrojen Enerjisi**

Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. Öyle ki, 1 kg hidrojen 2,1 kg doğal gaz veya 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir. Şekil 3.19' da görüldüğü gibi hidrojen enerjisini hareket enerjisine çeviren motor düzeneği yer almaktadır.

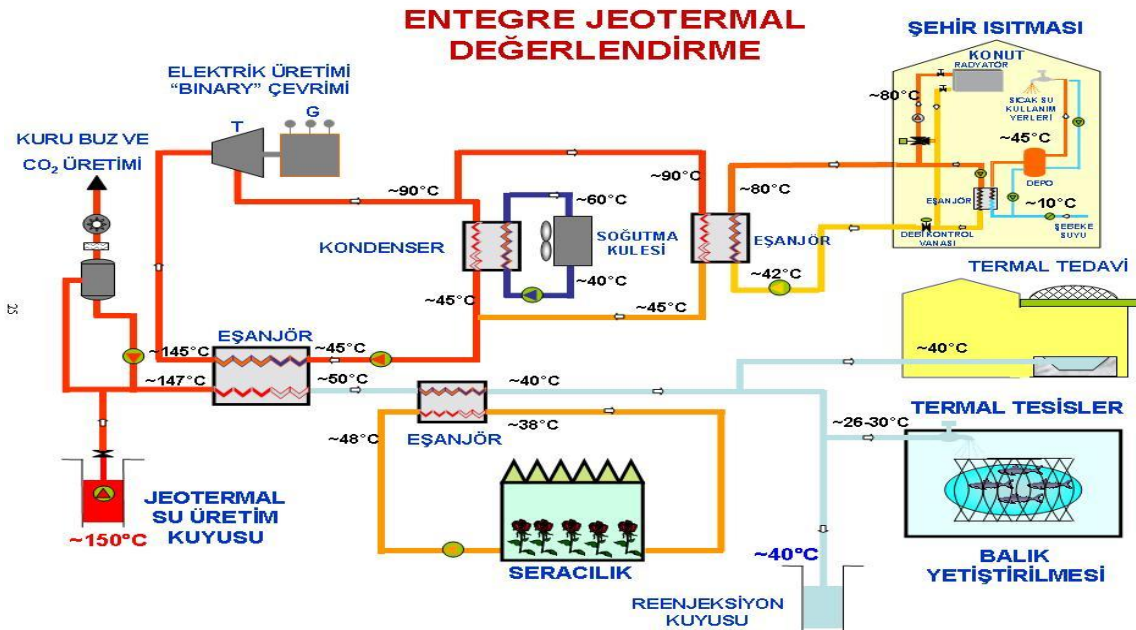


**Şekil 3.19. Hidrojen Enerjisi ile Çalışan Bir Motor (www.electricvehicle.com)**

Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama %33 daha verimli bir yakıttır. Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Araştırmalar, mevcut koşullarda hidrojenin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kat pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir (Veziroğlu, 2007).

### E. Jeotermal Enerji

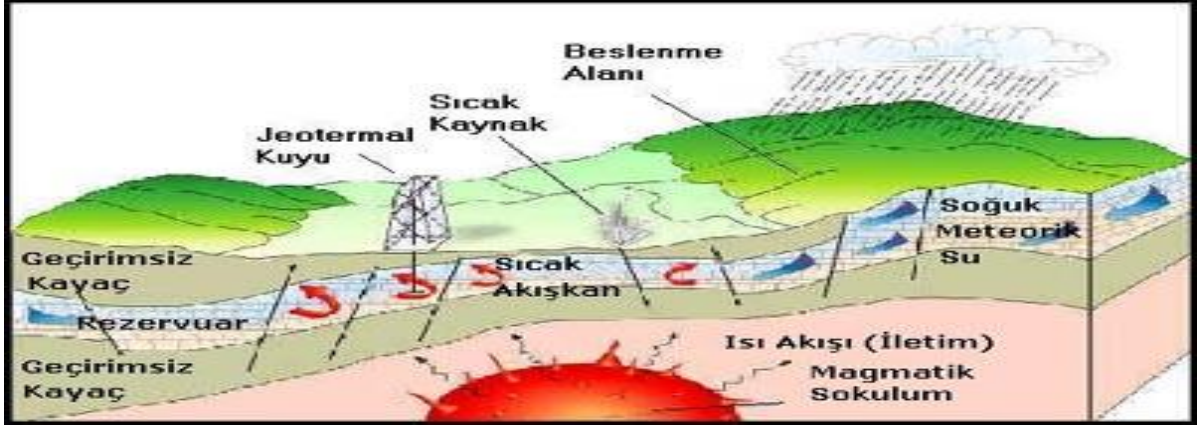
Yerin derinliklerinde ısınarak yüzeye çıkan sıcak su ve su buharından elde edilen enerjiye jeotermal enerji denir. Türkiye jeotermal enerji potansiyeli bakımından dünyanın zengin ülkeleri arasında yer alır. Ülkemizde jeotermal enerji ısıtma ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Denizli-Sarayköy ve Aydın-Germencik'te enerji üretimi yapılmaktadır. Üretilen enerji miktarı kapasitenin çok altında kalmaktadır.



Şekil 3.20. Jeotermal Enerjinin Entegre Kullanımı (Peker,2005)

Yağmur, kar, deniz ve magmatik suların yeraltındaki gözenekli ve çatlaklı kayaç kütlelerini besleyerek oluşturdukları jeotermal rezervuarlar, yeraltı ve reenjeksiyon koşulları devam ettiği müddetçe yenilenebilir ve sürdürülebilir özelliklerini korurlar. Kısa süreli atmosferik koşullardan etkilenmezler. Ancak, jeotermal rezervuarlardan yapılan sondajlı üretimlerde jeotermal akışkanın çevreye atılmaması ve rezervuarı beslemesi bakımından, işlevi

tamamlandıktan sonra tekrar yeraltına gönderilmesi (reenjeksiyon) zorunludur. Reenjeksiyon birçok ülkede yasalarla zorunlu hale getirilmiştir. Şekil 3.21’ de gösterildiği gibi bir doğal döngü varsa da yine de reenjeksiyon döngünün sağlanması mutlaka gereklidir.



Şekil 3.21. Jeotermal Sistem Döngüsü (www.jeotermal.com)

Jeotermal Enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir.

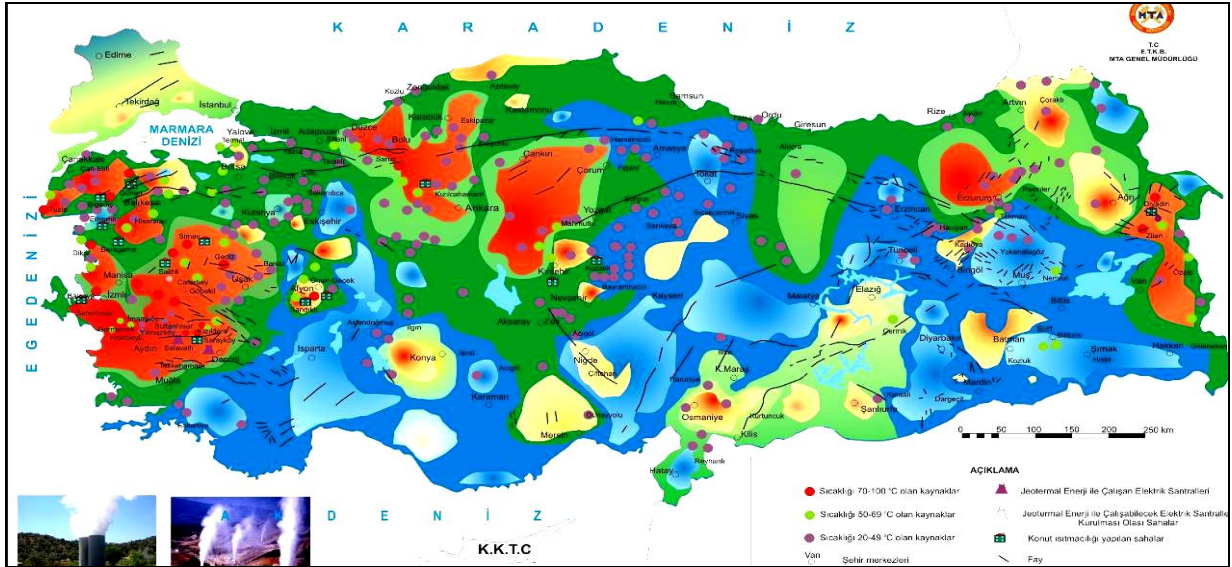
Düşük (20-70°C), orta (70-150°C) ve yüksek (150°C’den yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek entalpili akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkandan ise ısıtmada yararlanılmaktadır. Şekil 3.22’ de kullanım alanlarına göre jeotermal alanlar verilmiştir. Bunların yanı sıra jeotermal akışkanlardan, kimyasal madde üretimi, kültür balıkçılığı gibi çok değişik amaçlarla da yararlanılabilmektedir.



Şekil 3.22. Jeotermal Alanların Kullanımlarına Göre Dağılımı (www.bilgiustam.com.)

Jeotermal akışkandan elektrik üretimi dünyada ilk olarak 1904 yılında İtalya’da gerçekleştirilmiştir. Bugün İtalya, Amerika, Japonya, Filipinler ve Yeni Zelanda başta olmak üzere toplam 18 ülkede jeotermal enerjiden elektrik üretimi yapılmaktadır. Halen dünyadaki jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesi 6275,3 MW düzeyindedir. Şekil 3.23’ de ise Türkiye’ de yer alan Jeotermal Kaynaklar Haritası yer almaktadır.

Günümüzde dünya’da, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hidrolik enerji ve fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak gelecekte, fosil yakıtların giderek tükenmesi ve yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir. Jeotermal enerji, fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları arasında en önemlilerden birisi durumundadır.



**Şekil 3.23. Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası (MTA Genel Müdürlüğü)**

Jeotermal enerji üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına oranla oldukça düşüktür. Söz konusu maliyet entegre kullanımlar söz konusu olduğunda, daha da düşmektedir. 110 MW kapasiteli bir santralin birim maliyeti 4,5 Cent/KWh düzeyindedir.

Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunan ve genç tektonik etkinlikler sonucu gelişen grabenlerin, yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermal aliterasyon ve sıcaklıkları yer yer 102°C ye ulaşan 900'ün üzerindeki sıcak su kaynağının varlığı, Türkiye'nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (DPT – Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu, 1996). Şekil 3.24’ te jeotermal akışkanın sıcaklığına göre kullanım alanları verilmiştir.



Sıcaklık C°	Kullanım Alanı	
170	Ağır su (D <sub>2</sub> O) ve hidrojen sülfür eldesi, Diyatomitlerin kurutulması	
160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması	
150	Bayer's yoluyla alüminyum ve diğer kimyasal maddeler eldesi	
140	Konservecilikte	
130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi	←
120	Saf su eldesi, tuzluluk oranının artırılması	←
110	Kerestecilik, çimento kurutma (yosun, et, sebze)	
90	Balık kurutma	
80	Ev ve sera ısıtılması	
70	Soğutma (alt sıcaklık sınırı)	
60	Sera, kümes ve ahır ısıtma	
50	Mantar yetiştirme, balneolojik banyolar	
40	Toprak ısıtma, kent ısıtılması (alt sınır)	kaplıca (sağlık
30	Yüzme havuzları, fermentasyon, damıtım	ve termal turizm tesisleri ←
20	Balık çiftlikleri	

**Şekil 3.24. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları (www.jeotermal.net)**

- **Türkiye’ de Elektrik Üretimine Uygun Jeotermal Sahalar**

Ülke genelinde yaygın olan bu enerji kaynağına yönelik günümüze kadar yapılan çalışmalar sonucunda, Dünya standartlarına uygun olarak düşük (20-70°C), orta(70-150°C) ve yüksek(>150°C) sıcaklıklı olmak üzere 173 adet jeotermal saha keşfedilmiştir.

Bu sahalardan ;

- Denizli-Kızıldere Sahası (242 °C),
- Aydın - Germencik -Ömerbeyli Sahası (232 °C),
- Manisa-Alaşehir-Kurudere Sahası (184 °C),
- Manisa-Salihli-Göbekli Sahası(182°C),
- Çanakkale- Tuzla Sahası ( 174 °C),

- Aydın-Salavatlı Sahası (171 °C),
- Kütahya-Simav Sahası (162 °C),
- İzmir- Seferihisar Sahası (153 °C),
- Manisa- Salihli-Caferbey Sahası (150 °C),
- Aydın-Yılmazköy Sahası (142 °C),
- Aydın-Sultanhisar (145 °C),
- İzmir-Balçova (136 °C) ve
- İzmir-Dikili Sahası (130 °C) içerdiği akışkan sıcaklığına göre elektrik üretimine uygundur.

- **Türkiye’ de Konut Isıtımıcılığına Uygun Jeotermal Sahalar**

Türkiye’deki jeotermal sahaların % 55’i gibi önemli bir bölümü konut ısıtımıcılığına uygun sıcaklıkta jeotermal akışkan içermektedir. 50°C alt sınırına göre konut ısıtımıcılığına uygun 92 adet saha bulunmaktadır. Bu sahalardan;

- Gönen (Balıkesir),
- Simav (Kütahya),
- Kızılcahamam (Ankara),
- Narlıdere+Balçova (İzmir),
- Sandıklı (Afyon),
- Kırşehir (Afyon),
- Kozaklı (Nevşehir),
- Sarayköy (Denizli),
- Salihli (Manisa),
- Edremit (Balıkesir),
- Bigadiç (Balıkesir) ve
- Diyadin (Ağrı) de konut ısıtımıcılığı yapılmaktadır.

Bunun yanında; Balçova (İzmir) termal tesisleri ile tedavi merkezi ve Üniversite kampüsü, Simav-Eynal’da kaplıca tesisleri, Kızılcahamam’da Kaplıca tesis ve otelleri, Afyon-Ömer’de kaplıca tesisleri, otel ve moteller, bazı turistik tesisler, Gediz’de kaplıca tesisleri, Havza’da kaplıca tesisleri ve otelleri, Salihli Kaplıca motelleri, Ayder’ de kaplıca tesisleri jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır.

Bu sistemlerin dışında ülkemizin birçok yöresinde küçük çaplı bina ve sera ısıtmaları da yapılmaktadır. Güncel uygulamalarda jeotermal kaynakların ısıtmada kullanımı 103.000 konut eşdeğerine ulaşmıştır (Peker, 2005).

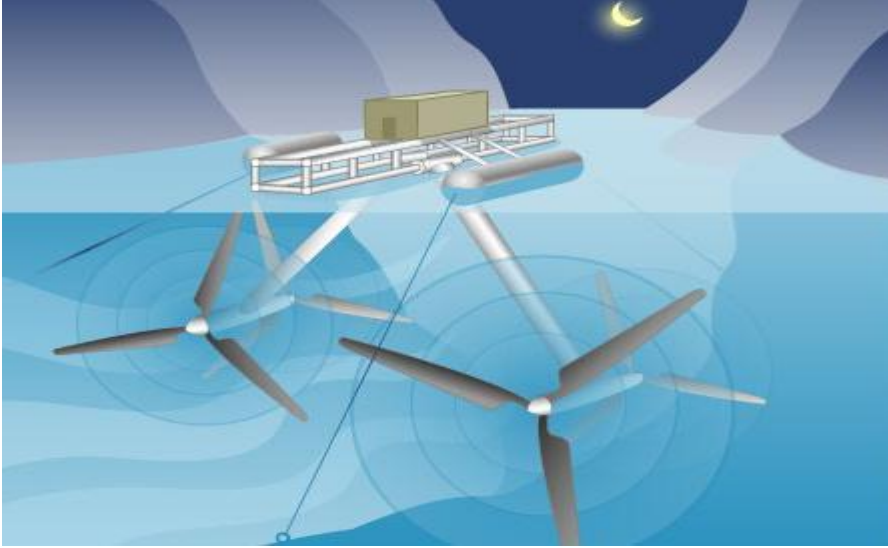
## **F. Nükleer Enerji**

Nükleer enerji nükleer reaktörlerde atom çekirdeğinin parçalanması veya çekirdek kaynaşması esnasında açığa çıkan enerjidir. Nükleer yakıtlar ise uranyum ve toryumdur. Bu maddelerden çok yüksek oranlarda elektrik enerjisi üretilmektedir. Örneğin bir gram uranyumdan elde edilen enerji dört ton maden kömüründen elde edilen enerjiye denktir. Nükleer enerjide en büyük sorun radyasyon tehlikesidir. Günümüzde dünyada 31 ülkede 437 ünite ile elektrik üretimi nükleer santrallerden sağlanmaktadır. Nükleer enerji ilk olarak II. Dünya Savaşı'ndan sonra İngiltere 'de kullanılmıştır. 80 milyon nüfusa sahip olan Fransa'da 59 tane nükleer reaktör bulunmakta ve tüketilen elektriğin %73'ü nükleer enerjiden sağlanmaktadır. Nükleer enerji, elektrik elde etmenin yanında tıpta ve sanayide kullanılan izotopların üretilmesinde, gemi ve denizaltının hareket ettirilmesinde kullanılmaktadır.

## **G. Gel-Git Enerjisi**

Güneş'in çekim gücüne bağlı olarak okyanuslardaki su seviyesinde meydana gelen yükselme ve alçalmalara gel-git ya da med-cezir denir. Ay Güneş'e göre Dünya'ya daha yakın olduğu için Ay'ın çekim gücü daha fazladır. İşte ayın bu çekim özelliğine bağlı olarak, suyun yükselmesine med veya gel, alçalmasına ise cezir veya git denilmektedir (www.bilgiustam.com).

Med-cezir olayı, her gün iki defa kabarma, iki defa çekilme şeklinde olur. Gel-git her gün, bir önceki güne göre 50 dakika gecikir. Bu gecikme gel-git' in oluşunu düzenleyen Ay günü (24 saat 50 dakika) ile Güneş günü (24 saat) arasındaki farktan ileri gelir. Şekil 3.25.' te gel git enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren bir yapı yer almaktadır. Gel-git nedeniyle, deniz seviyesinde görülen alçalma ve yükselme arasındaki seviye farkına gel-git genliği denir. Okyanuslarda ve denizlerde bu çok farklıdır.



**Şekil 3.25. Gel-Git Enerjisi Simülasyonu (Ünlü,2009)**

Okyanus ortasında, 60-80 cm, kenar denizlerde 8-10 m hatta 20 m, iç denizlerde ise 20-30 cm kadardır. Kuvvetli med-cezir' in görüldüğü kıyılarda dalga ve akıntılar akarsuların getirdiği maddeleri açıklara doğru taşırlar, nehirlerin ağızları bu şekilde tortullardan temizlenir. Bu yüzden, bu kıyılardaki akarsu ağızları haliç şeklini alır.

Bazı haliçler büyük gemilerin sokulmasına elverecek kadar derindir. Dünya'nın birçok önemli limanı (Hamburg, Londra vb.) bu gibi haliçlerin sonunda, kıyıdan 100 kilometre daha içeride kurulmuştur. Ülkemizdeki Haliç gel-git sonucunda oluşmamıştır. Oluşum bakımından Ria tipi bir kıyıdır.

Gel-git enerjisi tesisi ilk olarak 1966 yılında Fransa'nın kuzeybatısında Rance Nehri'nin ağız kısmındaki haliçte inşa edilmiştir. Bu tesisten 240MWh elektrik üretilmektedir. Rusya'da 400, Çin'de 10, Kanada'da 18 MWh enerji üreten tesisler kurulmuştur. Hindistan'da ise proje aşamasında olan tesisler vardır.

## **H. Rüzgâr Enerjisi**

Havanın bir akışkan olduğunu hayal etmek oldukça zor. Çünkü hava görünmez. Sıvılardan farklı olarak hava daha çabuk hareket eder ve bulunduğu ortamın her yerini kaplar. Havanın hızlı yer değiştirmesi ile içindeki parçacıkların hareketi de hızlı olur. Havanın bu özelliğini kinetik enerjiye dönüştürme işlemine Rüzgâr Enerjisi adı verilir (Karadağ,2009).



**Şekil 3.26. Rüzgâr Türbinleri (Karadağ,2009)**

Aynı mantıkla su gibi sıvı maddelerin yer değiştirme özelliğini kullanarak enerji elde etmeye de hidroelektrik adı verilmektedir ve üretilen merkeze Hidroelektrik Santrali denilir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üreten merkezlere de Rüzgâr Santrali denilmektedir (Karataş,2009).

Rüzgâr Santralleri kurulduktan sonra pervaneler rüzgârın (havanın) hareketiyle bağlı oldukları şaftı döndürür. Uygun bir jeneratör ile de bu hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür.

Rüzgâr enerjisi güneşin doğmasıyla başlar. Gece oluşan soğuk hava tabakasının yere yakın bölümleri, güneşin ışınlarıyla hemen ısınmaya başlar. Fizik derslerinden de hatırlayacağımız üzere ısınan hava genişler ve yükselir. Bu anda atmosferdeki soğuk hava tabakası yere doğru iner. Sıcak ve soğuk havanın yer değiştirmesiyle de rüzgâr oluşur.

Rüzgâr Türbini en basit anlamda 3 bölümden oluşur.

**a) Pervane Kanatları:**

Rüzgâr estiği zaman pervanenin kanatlarına çarparak onu döndürmeye başlar. Bu sayede rüzgâr enerjisi ile kinetik (hareket) enerjisi elde edilmiş olur. Pervaneler rüzgâr estiğinde aynı yönde dönecek şekilde tasarlanmışlardır.

**b) Şaft:**

Pervanelerin dönmesiyle ona bağlı olan şaft da dönmeye başlar. Şaftın dönmesiyle de motor içinde hareket oluşur ve motorun çıkışında elektrik enerji sağlanmış olur.

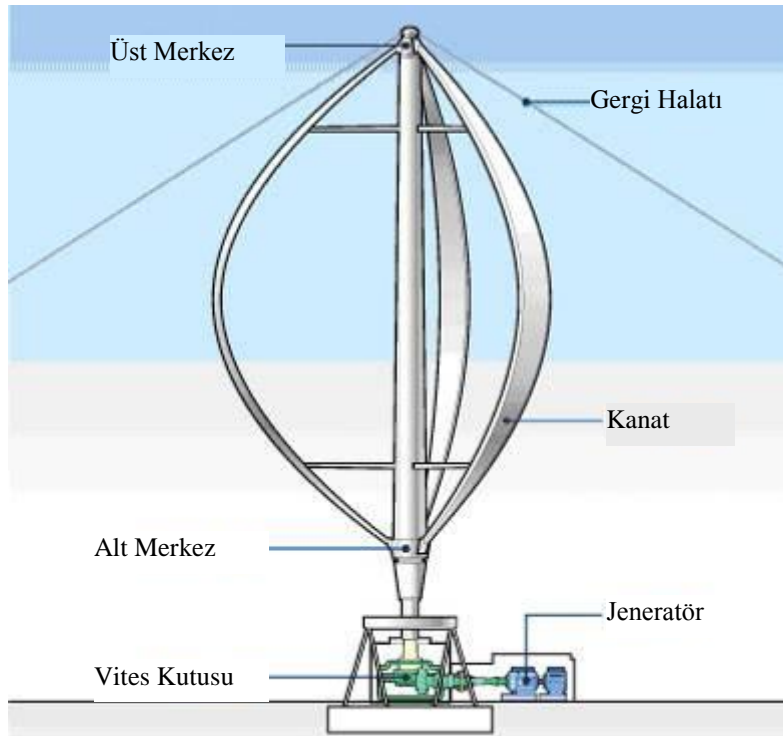
### c) Jeneratör(Üreteç):

Oldukça basit bir çalışma yöntemi vardır. Elektromanyetik indüksiyon ile elektrik enerjisi üretilmiş olur. Küçük oyuncak arabalardaki elektrik motoruna benzer bir sistemdir. İçinde mıknatıslar bulunur. Bu mıknatısların ortasında da ince tellerle sarılmış bir bölüm bulunur. Pervane shaftı döndürdüğü zaman motor içindeki bu sarım bölgesi, etrafındaki mıknatısların ortasında dönmeye başlar. Bunun sonucunda da alternatif akım (AC) oluşur.

Günümüzde kullanılan rüzgâr türbinleri, tarlalarda kullanılan yel değirmenlerinden daha karmaşık bir yapıdadır. Ülkemizde yel değirmenleri pek yaygın kullanılmaz. Şimdi modern rüzgâr türbinlerini tanımaya devam edelim.

- **Modern Rüzgâr Türbin Teknolojisi**

Rüzgâr Türbinleri günümüzde iki farklı tasarımla karşımıza çıkıyor. Bunlardan birincisi alttaki Şekil 3.27’ de gördüğümüz gibi dikey eksen etrafında dönebilen tasarımıdır.

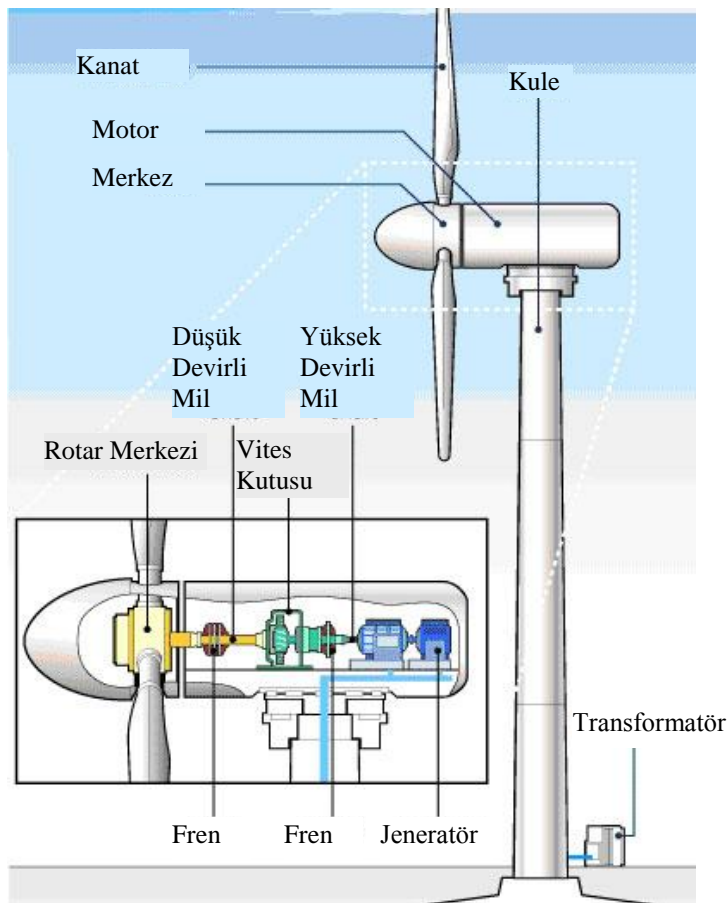


**Şekil 3.27. Dikey Rüzgâr Türbini (www.enerji2023.org)**

VAWT yani “Vertical Axis Wind Turbine” (Düşey Eksenli Rüzgâr Türbini) olarak adlandırılır. Düşey eksenini yere dik olacak şekilde tasarlanmıştır. Daima rüzgârın geleceği yöne göre ayarlanır. Yatay ekseninin rüzgâra göre ayarlanmasına gerek yoktur. Genelde ilk

hareket olarak elektrik motoruna ihtiyaç duymaktadır. Türbin yardımcı tellerle ekseninden sabitlenmiştir. Deniz seviyesine yakın yerlerde daha az rüzgâr aldığından cihazın verimi düşük olmaktadır. Ancak tüm gerekli donanımlar yer seviyesinde olması bir avantaj olsa da, tarım arazileri için olumsuz etkisi fazla olmaktadır.

Diğer önemli tasarım ise Düşey Eksenli Rüzgâr Türbini (HAWT) “Horizontal Axis Wind Turbine” olarak adlandırılır. Dönme eksenini yere paralel olarak tasarlanmıştır. Bir elektrik motoru yardımıyla rüzgâr yönüne göre pervanenin yönü ayarlanabiliyor. Yapısal olarak bir elektrik motorundan farklı değildir. Verimli olarak çalışabilmesi için deniz seviyesinden yaklaşık 80 metre yüksekte olması gereklidir.



**Şekil 3.28. Düşey Rüzgâr Türbini (www.enerji2023.org)**

Rotor Blades (Pervane kanatları) : Rüzgâr enerjisini dönme hareketine çevirmeye yarar.

Shaft (Şaft) : Dönme hareketini üretece iletir.

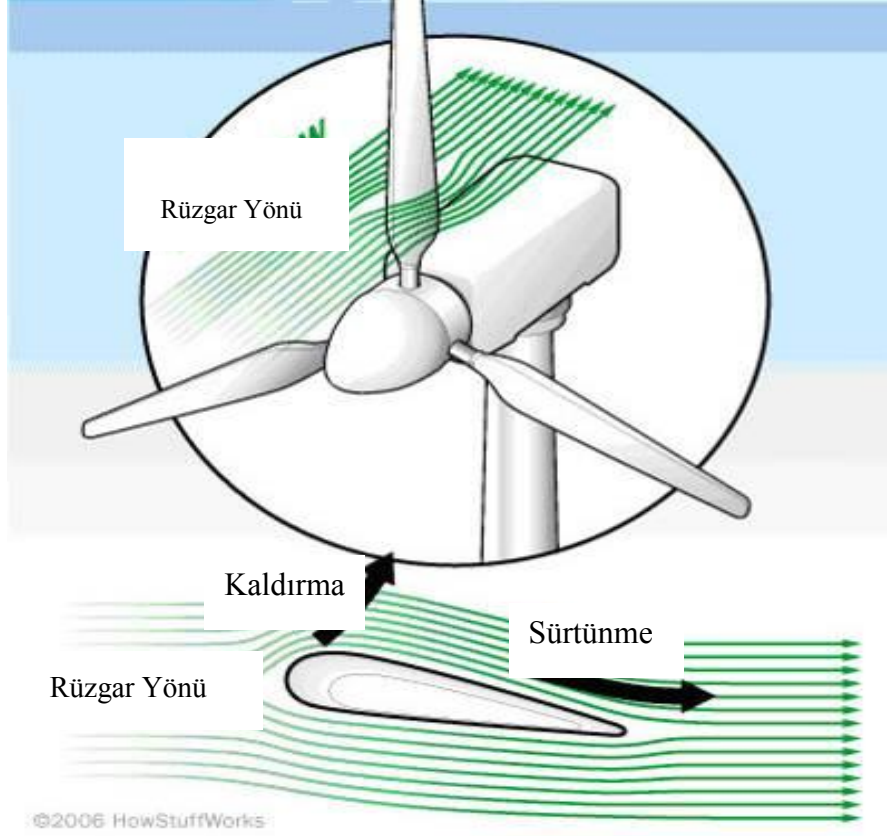
Gear Box (Dişli Kutusu): Pervaneyle şaftın aralarındaki hızı arttırıp, üretece daha hızlı bir hareket iletilmesine yardımcı olur.

Generator (Üreteç) : Dönme hareketinden elektrik enerjisi üreten bölüm.

Breaks (Frenler) : Aşırı yüklenme ve bir sorun olduğunda pervaneyi durdurmaya yarar.

Tower (Kule) : Pervane ve motor bölümünü yerden güvenli bir yükseklikte çalışmasını sağlar.

Electrical Equipment (Elektrik Donanımı) : Üretilen elektrik enerjisini ilgili merkezlere iletilmesini sağlar.



Şekil 3.29. Düşey Rüzgâr Tribünü Çalışma Şeması (www.enerji2023.org)

- **Üretilen Enerjinin Hesaplanması**

Bir rüzgâr türbininin ürettiği enerjinin hesaplanması için rüzgârın hızına ve pervane çapına ihtiyaç vardır. Çoğunlukla büyük rüzgâr türbinleri saniyede 15 metre hızla dönmektedir. Üretilen enerjinin artması için pervane çapının artması gerekmektedir. Bu da rüzgâr türbininin yüksekliğinin de artması anlamına gelir. Bu sayede daha fazla rüzgâr alıp daha hızlı bir dönme hareketi sağlanır.

Rüzgâr hızının yer yüzeyine yaklaştıkça azaldığı söylenebilir. Bunun sebebi yeryüzü pürüzlülükleri ve engellerdir. Genel olarak denilebilir ki, yeryüzünden itibaren yüksekliğin artması, sürtünme kuvvetinin azalmasına ve rüzgâr hızının artmasına neden olmaktadır.

Rüzgâr hızının yükseklikle olan ilişkisini tahmin etmekte kullanılan pek çok yöntem vardır. Bu yöntemler istatistiksel yöntemlerdir. Ancak bugün dünyada büyük ölçüde kabul gören yöntem aşağıdaki eşitliktir:



$$v(h) = \frac{u^*}{k} \cdot \ln \frac{h}{z_0}$$

Bu eşitlikte;

$v$  : h yüksekliğindeki rüzgâr hızı (m/s),

$h$  : Rüzgâr hızının ölçüldüğü yükseklik (m),

$u^*$  : Rüzgâr hızı - yükseklik faktörü,

$k$  : Von Karman sabiti (0,4) ve

$z_0$  : Yer yüzeyindeki engellerden kaynaklanan pürüzlülük uzunluğudur (m).

**Tablo 3.5. Rüzgâr Türbini Yükseklik ve Çıkış Gücü (www.enerji2023.org)**

<b>Rotor Yüksekliği</b>	<b>Maximum Çıkış Gücü</b>
10	25
17	100
27	225
33	300
40	500
44	600
48	750
54	1000
64	1500
72	2000
80	2500

Eşitlikten de görüldüğü gibi yeryüzü şekilleri ve yeryüzündeki engeller yükseklik ile rüzgâr hızı arasındaki ilişkide önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle de özellikle rüzgâr türbini kurulacak noktalar açısından pürüzlülük haritalarının ortaya konulması önem taşımaktadır.

Rüzgâr türbini kurulmak istenen noktada pürüzlülük uzunluğunu ( $Z_0$ ) ortaya koymak gözleme dayalı olarak yapılmaktadır. Ancak uzun çalışmalar sonucunda aşağıdaki Tablo 3.6 ortaya konulmuştur.

**Tablo 3.6. Pürüzlülük Sınıfı ve Pürüzlülük Uzunluğu (Vardar ve ark, 2005)**

Pürüzlülük Sınıfı	Pürüzlülük uzunluğu (m)	Enerji göstergesi (%)	Yüzey şekli
0	0,0002	100	Su yüzeyleri
0,5	0,0024	73	Açık araziler (Beton, uçaklar için iniş alanı, otopan, biçilmiş çim vb.)
1	0,03	52	Uzak aralıklı yapılara sahip çitsiz ve engelsiz açık tarımsal araziler. (Çok hafif engebeli)
1,5	0,055	45	Birkaç binalı ve 1250 m mesafeli 8 m yüksekliğinde çitlere sahip tarımsal araziler.
2	0,1	39	Birkaç binalı ve 500 m mesafeli 8 m yüksekliğinde çitlere sahip tarımsal araziler.
2,5	0,2	31	Pek çok bina, çalı ve bitkiye sahip, ya da 250 m mesafeli 8 m yüksekliğinde çitlere sahip tarımsal araziler.
3	0,4	24	Köyler, küçük şehirler, çok ya da yüksek çitli tarımsal araziler, ormanlar, çok yoğun ve pürüzlü bölgeler.
3,5	0,8	18	Yüksek yapılara sahip büyük şehirler
4	1,6	13	Yüksek binalara ve gökdelenlere sahip büyük şehirler

Trakya yöresindeki yerleşim yerlerinin yapısal özellikleri göz önüne alınarak ve Tablo 3.6. verileri doğrultusunda yerleşim yerlerinin pürüzlülük sınıfları ortaya konulmuştur.

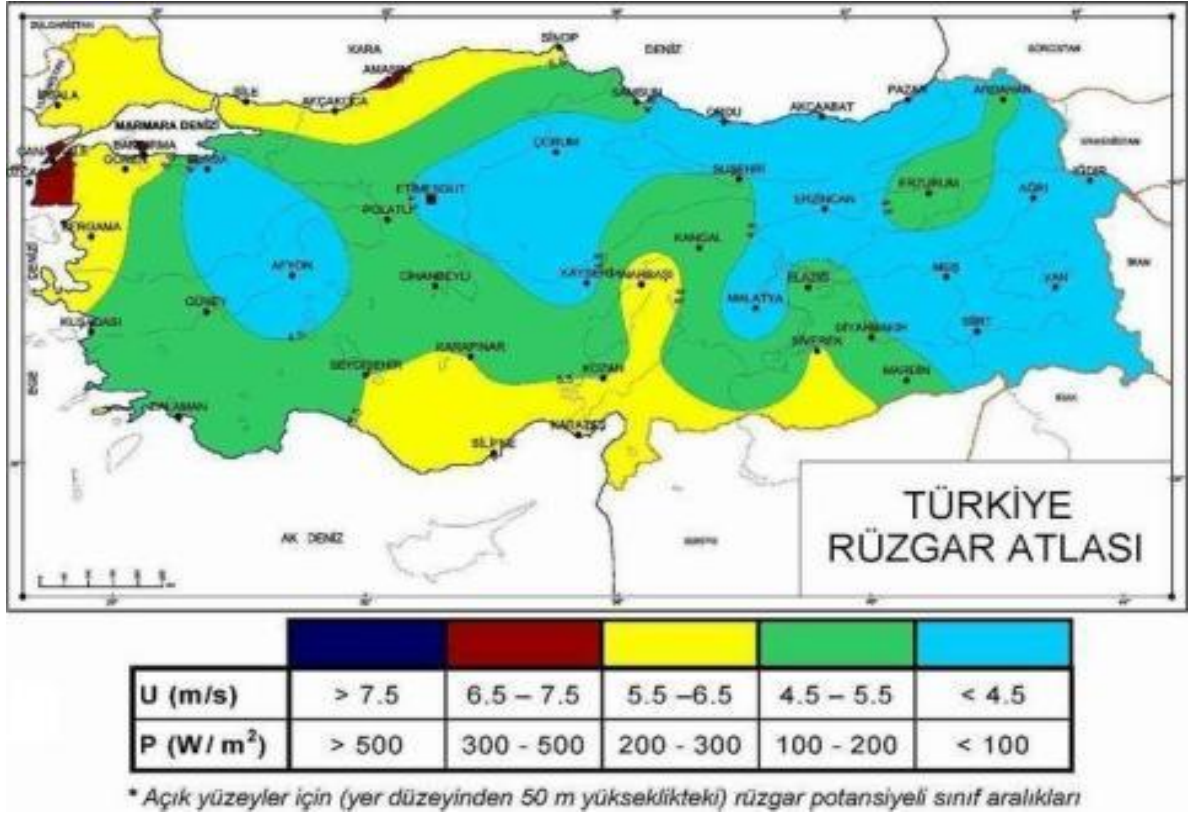
- **Rüzgâr Enerjisi Kaynakları ve Ekonomisi**

Tipik büyük bir rüzgâr türbini yıllık 5.2 milyon KWh elektrik enerjisi üretir. Yaklaşık 600 hanenin elektrik ihtiyacını karşılayabilir. Günümüzde kömür ve nükleer santraller, rüzgâr santrallerinden daha ucuza enerji üretebilmektedirler.

Ülkemizde ise Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK)' nun verdiği bilgilere göre; rüzgâr enerjisinden elektrik üretmek amacı ile EPDK' ya yapılan lisans başvurularından bugün itibariyle 3.553 MW' lık kısmı lisans alımı bulunmaktadır. Rüzgâr santrallerinde toplam 912

MW kurulu güç işletmeye geçmiş durumdadır. Bunun 772 MW yani %85' i son 4 yıl içerisinde 438 MW' lık %48' lik kısmı sadece 2009 yılında işletmeye geçmiştir.

EPDK tarafından lisans verilmiş özel sektör tesislerinden 2010 yılı sonuna kadar geçici kabulü yapılarak 431 MW' lık rüzgâr kapasitesinin işletmeye alınacağı düşünüldüğünde artış eğiliminin devam ettiği açıkça görülmektedir (EPDK, 2010).



**Şekil 3.30. Türkiye Rüzgâr Haritası (Karataş, 2009)**

Trakya yöresi coğrafi olarak ülkemizin diğer bölgelerine göre daha düşük bir yüzey pürüzlülüğüne sahiptir. Hâkim rüzgâr yönlerine baktığımızda ise yer yer kuzey ve güney, yer yer kuzey-doğu ve yer yer kuzey-batı, kuzey-doğu ve güneyden esen rüzgârların baskın olduğunu görüyoruz. Ancak kuzeyindeki Istranca dağları, kuzey ve kuzey-doğudan esen rüzgârların hızını kesen önemli bir etkeni oluşturmaktadır.

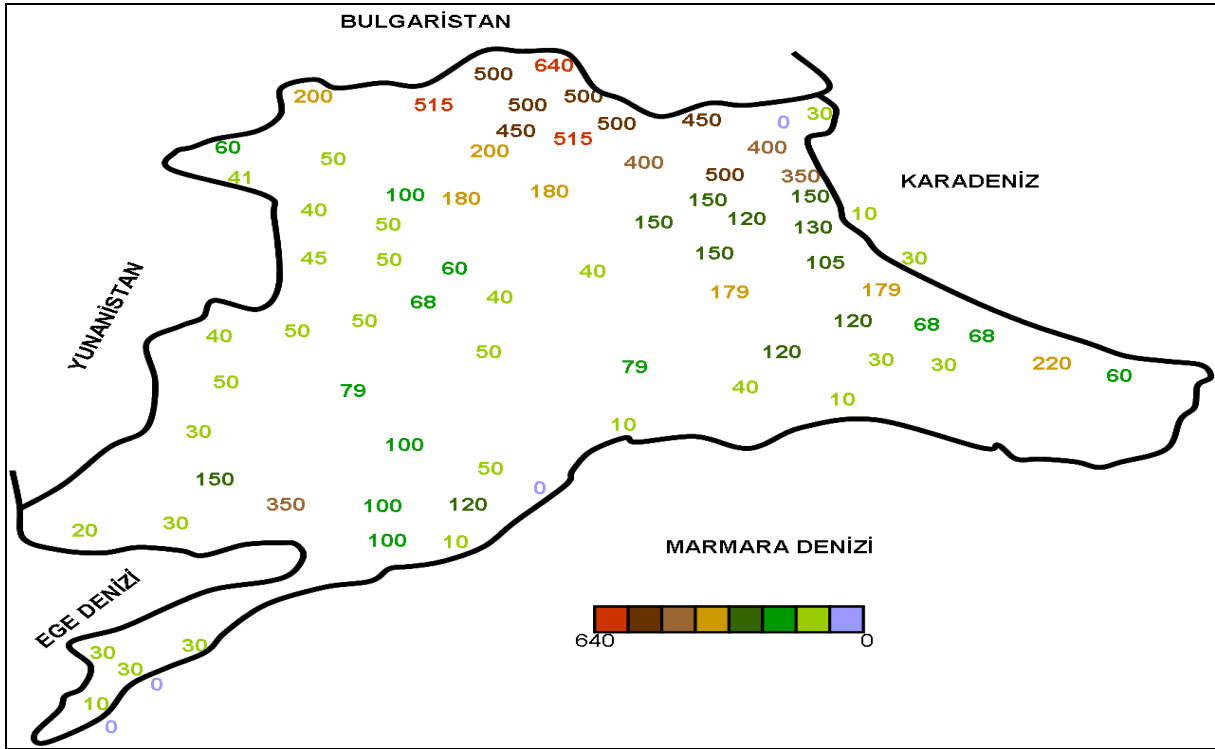
Trakya yöresi pürüzlülük sınıfları haritasına göre genel olarak, Trakya yöresinde özellikle yerleşim yerleri dışında kalan alanların rüzgâr türbinleri için son derece uygun olduğu görülmektedir. Bu alanların rüzgâr potansiyeli değerleri göz önüne alınarak değerlendirilmesi uygun olur. Istranca dağlarının güney etekleri ise rüzgâr türbini kurulumu için elverişli alanlar değildir. Ancak gerek Istranca dağlarında gerekse Şarköy yakınlarındaki Işıklar

dağında ve gerekse Korudağ'da yüksek noktalarındaki rüzgâr potansiyeli incelenerek değerlendirilebilir.

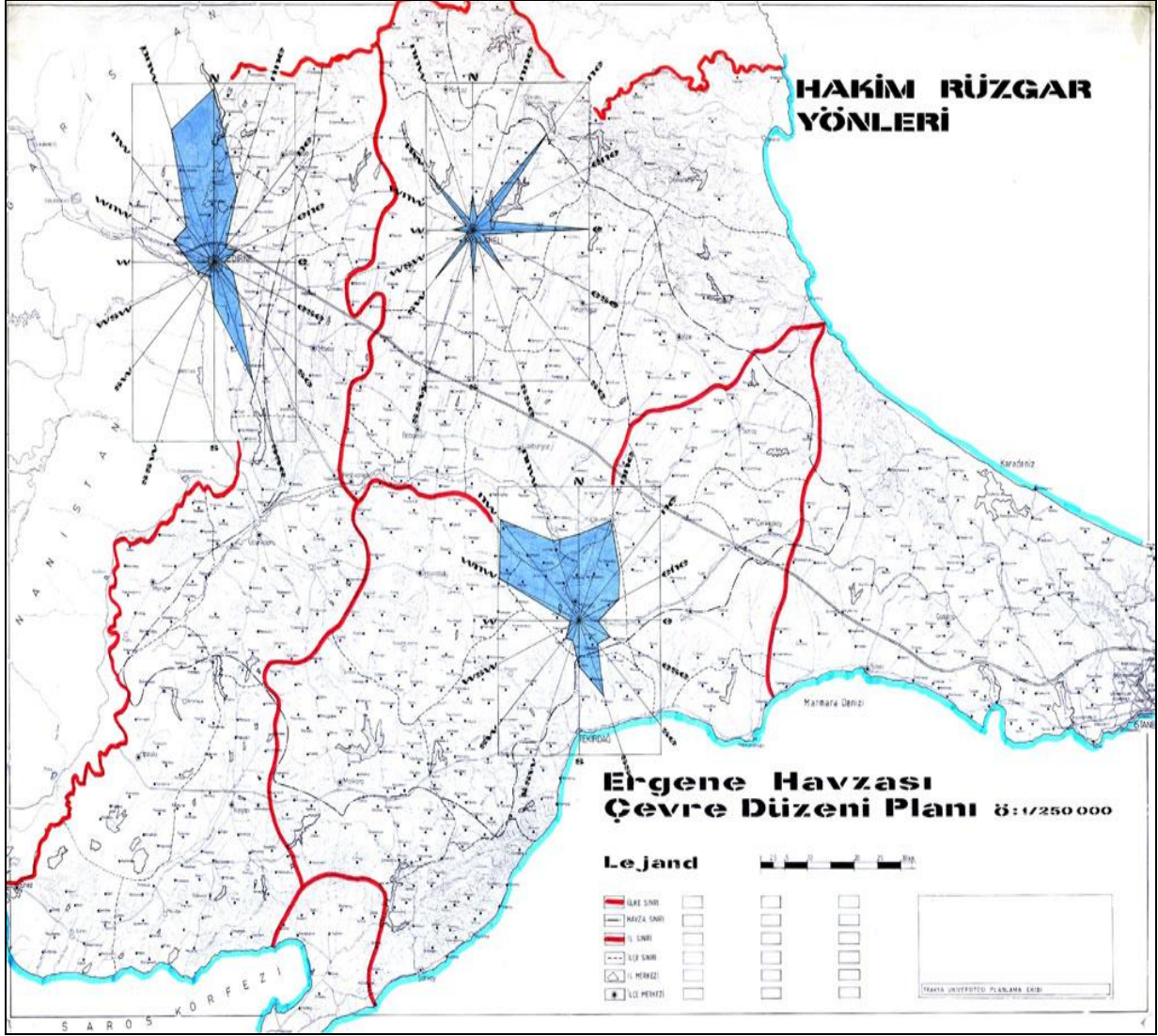
Istiranca dağlarının doğusunda, yani Vize ve Saray ilçelerinin bulunduğu alanda dağlık yapı azalmakta ve rüzgâra hızını arttıracak şekilde etki etmektedir. Özellikle Çorlu, Çerkezköy ve bunların batısındaki alan rüzgâr türbini kurulumu için uygun görülmektedir.

Tekirdağ ili ile İstanbul arasındaki sahil kesimi tamamen evsel yapılarla dolu olduğundan rüzgâr türbini kurmaya elverişli olmasa da bu şeridin kuzeyinde ve şeride paralel olan alan rüzgâr türbini kurulumu için uygundur. İstiranca dağlarının doğuda son bulunduğu yer ile İstanbul'un şehirselleşmesinin yoğunlaştığı noktaya kadar olan alan da rüzgâr türbini kurulumu için son derece uygun alanlardır.

Trakya'nın güney-batı kısmında yer alan Gelibolu, Eceabat ve çevresi de rüzgâr enerjisinden faydalanılabilecek alanlardır. Ancak "Trakya yöresi pürüzlülük sınıfları haritası" na göre yapılan bu değerlendirmelerin bu yörelerdeki rüzgâr potansiyelleri de göz önüne alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu alanlarda rüzgâr potansiyelinin de uygun olması durumunda rüzgâr enerjisinden faydalanmak mümkündür.



Şekil 3.31. Trakya Bölgesi Rakım Değerleri (Vardar ve ark. 2005)



Şekil 3.32. Trakya Bölgesi Hâkim Rüzgâr Yönleri (Vardar ve ark., 2005)

- **Rüzgâr Enerjisi Güvenlik Önlemleri**

Genellikle rüzgâr türbinleri saatte 33 mil hızla döndüklerinde tam kapasite olarak çalışmaktadırlar. Saatte 45 mil (20 metre / saniye) hızına çıktıklarında ise otomatik olarak sistem durmaktadır. Türbinin fazla hızlanması halinde sistemi durduracak birçok kontrol bulunmaktadır. En genel sistem fren sistemidir. Pervane 45 mil/saat hızına ulaştığında dönme işlemini durdurur. Bundan başka diğer güvenlik elemanları da şunlardır

**a) Açı Kontrolü :** Pervane yüksek hızlara çıktığında, üretilen enerji de çok fazla olmakta. Bu gibi durumlarda pervanelerin açılarını değiştirip daha yavaş bir dönme hareketi elde etmek için kullanılır.

**b) Pasif Yavaşlatıcı:** Genellikle pervaneler ve motor bloğu sabit bir açıyla ayarlanmışlardır. Ancak rüzgâr çok hızlı estiği zamanlarda pervanenin tepe taklak olmasını engellemek için geliştirilmiş bir sistemdir. Aerodinamik olarak rüzgârın tersi yönde pervanenin açısını değiştirip hızın azaltılmasına çalışılır.

**c) Aktif Yavaşlatıcı:** Açı kontrol sistemine benzer bir sistemdir. Üretilen gücün fazla olması durumunda pervane ve motor bloğunun açısını değiştirmeye yarayan sistemdir.

## **İ. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisinden istifade edebilmek için insanların yaptığı çalışmalar çok eski tarihlere dayanmaktadır. Kaynaklara göre ilk defa Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney yönüne fazla pencere konularak güneş ışınımının içeri alınmasını belirtmiştir. Archimedes (M.Ö. 250) içbükey aynalarla güneş ışınımını odaklayarak Sirakuza' yı kuşatan gemileri yakmıştır. Çalışmalar 1600'lü yıllarda Galile' nin merceği bulmasıyla gelişme göstermiştir. İlk olarak 1725 yılında Belidor tarafından güneş enerjisi ile çalışan bir su pompası geliştirilmiştir (Özbalta, 2008).

Fransız bilim adamı Mohuchok 1860'da parabolik aynalar yardımı ile güneş ışınımını odaklayarak küçük bir buhar makinesi üzerinde çalışmış, güneş pompaları ve güneş ocakları üzerinde deney yapmıştır.

Güneş enerjisinin verimli kullanılması için pek çok yol vardır. Güneş enerjisi teknolojileri güneş ışınlarından gelen enerjiyi ya doğrudan kullanılabilir elektriğe ya da ısıya dönüştürür. Güneş enerjisi teknolojileri genelde 'Isıl Teknolojiler' ve 'Fotovoltaik Sistemler' olarak 2 başlık halinde incelenebilir.

Güneş enerjisi uygulamaları ısıtma/soğutma, elektrik üretimi ve kimyasal prosesler olarak da sınıflandırılabilirler. Isıl Uygulamalar, sıcak su ısıtıcıları ve havuz ısıtma teknolojileri, güneş ışınımının herhangi bir şekilde odaklanarak yoğunlaştırılması işleminin yer aldığı orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları ile ısıtma ve havalandırmaya yönelik pasif güneş sistemi uygulamalarını içerir. Fotovoltaik sistemler ise güneş enerjisinden doğrudan elektrik üreten sistemler olarak tanımlanmaktadır. Bu tür sistemlerin ana elemanı fotovoltaik (güneş) hücrelerdir. Güneş panellerinin çalışma ilkesi de fotovoltaik etki ilkesine dayanır. Çok sayıda materyal fotovoltaik etkiye sahip olmasına rağmen elektrik üretecek kapasiteye sahip olan grup, yarı iletken grubudur. Dünyada güneş enerjisinin en geniş kullanım alanları, su ısıtma ve ısınmada güneş enerjisinden doğrudan faydalanma şeklindedir.

Termal hava sistemleri ile iklimlendirme yöntemlerinde güneş ısısından yararlanmak da yaygınlaşmaktadır. Yoğunlaştırıcı güneş kolektörleri yüksek sıcaklıkta ve yüksek ışınım şiddetlerinde kızgın proses buharı üretir. Bu buhar, soğutma ve konvansiyonel yöntemlerle türbin çevrimli elektrik üretimi uygulamaları için kullanılır. Fotovoltaik (PV) hücreler yukarıda da bahsedildiği üzere yarı iletken teknolojisini kullanarak ışık enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çevirir. Bu elektrik enerjisi hemen kullanılabilirdiği gibi bir aküde depolanıp sonradan da kullanılabilir.

Güneş panelleri, çok yönlü olmaları, binalara ve diğer yapılara kolaylıkla monte edilebilmeleri sayesinde günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneş panelleri, elektriğin yerini alabilen, temiz ve yenilenebilir enerji sağlar. Bu paneller, ana enerji şebekesinden uzak olan yerlerde (elektrik dağıtım altyapısı olmayan yerleşim merkezleri, acil durum telefonları, telekomünikasyon istasyonları gibi) elektrik ihtiyacını karşılarlar.

Türkiye'nin güneş enerjisi gücü ilk kez 1970 yılında, bir bilimsel araştırma kapsamında yapılmıştır. Belirlenen olgulara göre Türkiye'nin yıllık güneşlenme süresi 2608.8 saat olup, maksimum değer 361.8 saat ile temmuz ayında ve minimum değer 97.8 saat ile aralık ayında görülmektedir. Güneşlenme süresi yönünden en zengin bölge yılda 3015,8 ile Güneydoğu Anadolu'dur (EİE Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi Yayını, 1998).

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 KWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 KWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Tablo 3.7' de verilmiştir ([www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)).

**Tablo 3.7. Türkiye' nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli (Özgöçmen,2007)**

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ
	Kcal/cm <sup>2</sup> .ay	KWh/m <sup>2</sup> .ay	Saat/ay
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 Kcal/cm <sup>2</sup> .gün	3,6 KWh/m <sup>2</sup> .gün	7,2 Saat/gün

Tablo 3.7' ye göre Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı da Tablo 3.8'de verilmiştir. Ancak, bu değerlerin Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. Bu durumun nedenleri arasında, öncelikle DMİ' nin güneş enerjisi ölçümlerini, enerji amaçlı değil tarımsal klimatoloji amaçlı ölçmüş olması, kullanılan cihazların hassasiyetinin düşük olması ve zamanla istasyonların şehir içinde kalması yer almaktadır (www.eie.gov.tr).



**Tablo 3.8. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı (EİE Genel Müdürlüğü, 2010)**

<b>BÖLGE</b>	<b>TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (KWh/m<sup>2</sup>.yıl)</b>	<b>GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)</b>
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

Buna göre genel olarak Türkiye'nin en çok ve en az güneş enerjisi üretilecek ayları sırası ile Haziran ve Aralık olmaktadır. Bölgeler arasında ise öncelikle Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz sahilleri gelmektedir. Güneş enerjisi üretiminin yok denecek kadar az olduğu Karadeniz bölgesi dışında yılda birim metre kareden 1.100 KWh' lik enerji üretilebilir ve toplam güneşli saat miktarı ise 2.640 saattir. Buna göre Türkiye'de toplam olarak yıllık alınan enerji miktarı ise yaklaşık 1015 KW saat kadardır.

Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMİ, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. EİE' nin ölçü yaptığı 8 istasyondan alınan yeni ölçümler ve DMİ verileri yardımı ile 57 ile ait güneş enerjisi ve güneşlenme süreleri değerleri hesaplanarak bir kitapçık halinde basılmış ve EİE' in internet sitesinde satışa sunulmuştur.

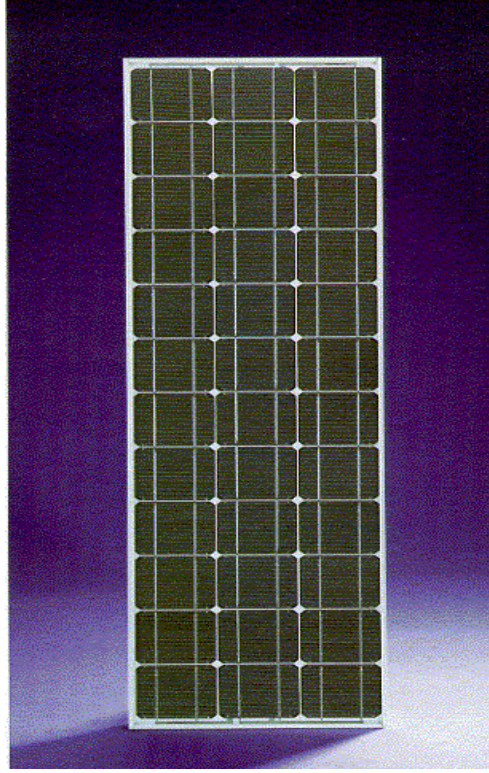
- **Güneş Pilleri**

Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm<sup>2</sup> civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır (Kıyak, 2007).

Güneş pilleri 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 oluşturulur.



**Şekil 3.33. Güneş Pili**

Güneş pilleri pek çok farklı maddeden yararlanarak üretilebilir. Günümüzde en çok kullanılan maddeler şunlardır:

**Kristal Silisyum:** Önce büyütülüp daha sonra 200 mikron kalınlıkta ince tabakalar halinde dilimlenen Tekkristal Silisyum bloklardan üretilen güneş pillerinde laboratuvar şartlarında %24, ticari modüllerde ise %15'in üzerinde verim elde edilmektedir. Dökme silisyum bloklardan dilimlenerek elde edilen Çokkristal Silisyum güneş pilleri ise daha ucuza üretilmekte, ancak verim de daha düşük olmaktadır. Verim, laboratuvar şartlarında %18, ticari modüllerde ise %14 civarındadır.

**Galyum Arsenit (GaAs):** Bu malzemeyle laboratuvar şartlarında %25 ve %28 (optik yoğunlaştırıcı) verim elde edilmektedir. Diğer yarıiletkenlerle birlikte oluşturulan çok eklemlerli GaAs pillerde %30 verim elde edilmiştir. GaAs güneş pilleri uzay uygulamalarında ve optik yoğunlaştırıcı sistemlerde kullanılmaktadır.

**Amorf Silisyum:** Kristal yapı özelliği göstermeyen bu Si pillerden elde edilen verim %10 dolayında, ticari modüllerde ise %5-7 mertebesindedir. Günümüzde daha çok küçük elektronik cihazların güç kaynağı olarak kullanılan amorf silisyum güneş pilinin bir başka önemli uygulama sahasının, binalara entegre yarısaydam cam yüzeyler olarak, bina dış koruyucusu ve enerji üretici olarak kullanılabilceği tahmin edilmektedir.

**Kadmiyum Tellürid (CdTe):** Çokkristal yapıda bir malzeme olan CdTe ile güneş pili maliyetinin çok aşağılara çekileceği tahmin edilmektedir. Laboratuvar tipi küçük hücrelerde %16, ticari tip modüllerde ise %7 civarında verim elde edilmektedir.

**Bakır İndiyum Diselenid (CuInSe<sub>2</sub>):** Bu çokkristal pilde laboratuvar şartlarında %17,7 ve enerji üretimi amaçlı geliştirilmiş olan prototip bir modülde ise %10,2 verim elde edilmiştir.

**Optik Yoğunlaştırıcılı Hücreler:** Gelen ışığı 10-500 kat oranlarda yoğunlaştıran mercekli veya yansıtıcı araçlarla modül verimi %17'nin, pil verimi ise %30'un üzerine çıkılabilmektedir. Yoğunlaştırıcılar basit ve ucuz plastik malzemeden yapılmaktadır (Kıyak, 2007).

- **Son Yıllarda Üzerinde Çalışılan Güneş Pilleri:**

Ticari ortama girmiş olan geleneksel Si güneş pillerinin yerini alabilecek verimleri aynı ama üretim teknolojileri daha kolay ve daha ucuz olan güneş pilleri üzerinde de son yıllarda çalışmalar yoğunlaştırılmıştır.

Bunlar; foto elektrokimyasal çok kristalli Titanyum Dioksit piller, polimer yapılı Plastik piller ve güneş spektrumunun çeşitli dalga boylarına uyum sağlayacak şekilde üretilebilen enerji bant aralığına sahip Kuantum güneş pilleri gibi yeni teknolojilerdir.

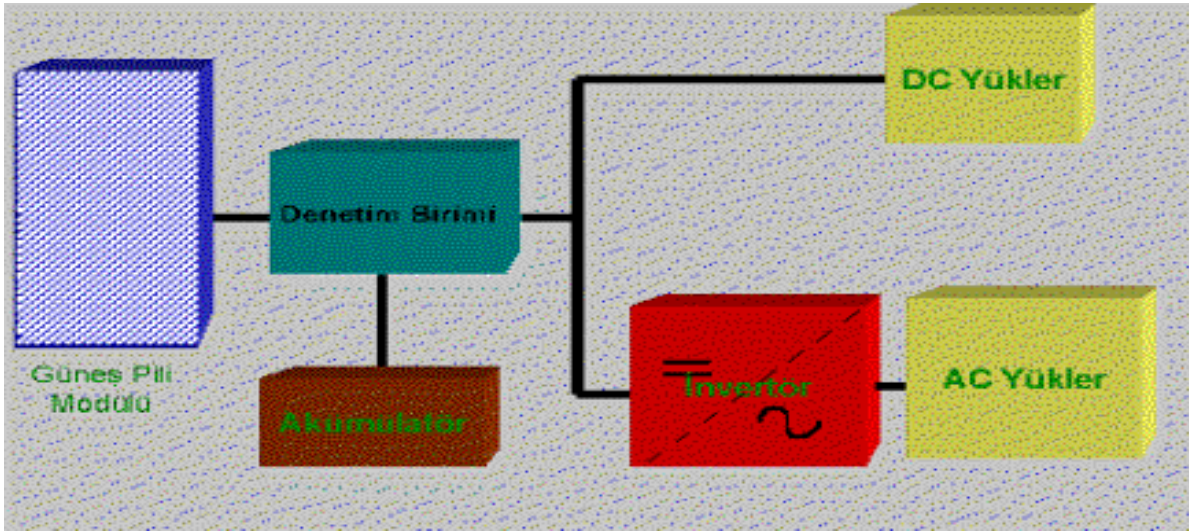
- **Güneş Pili Sistemleri**

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 (fotovoltaik sistem) oluştururlar. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımının 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 üretirken 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.



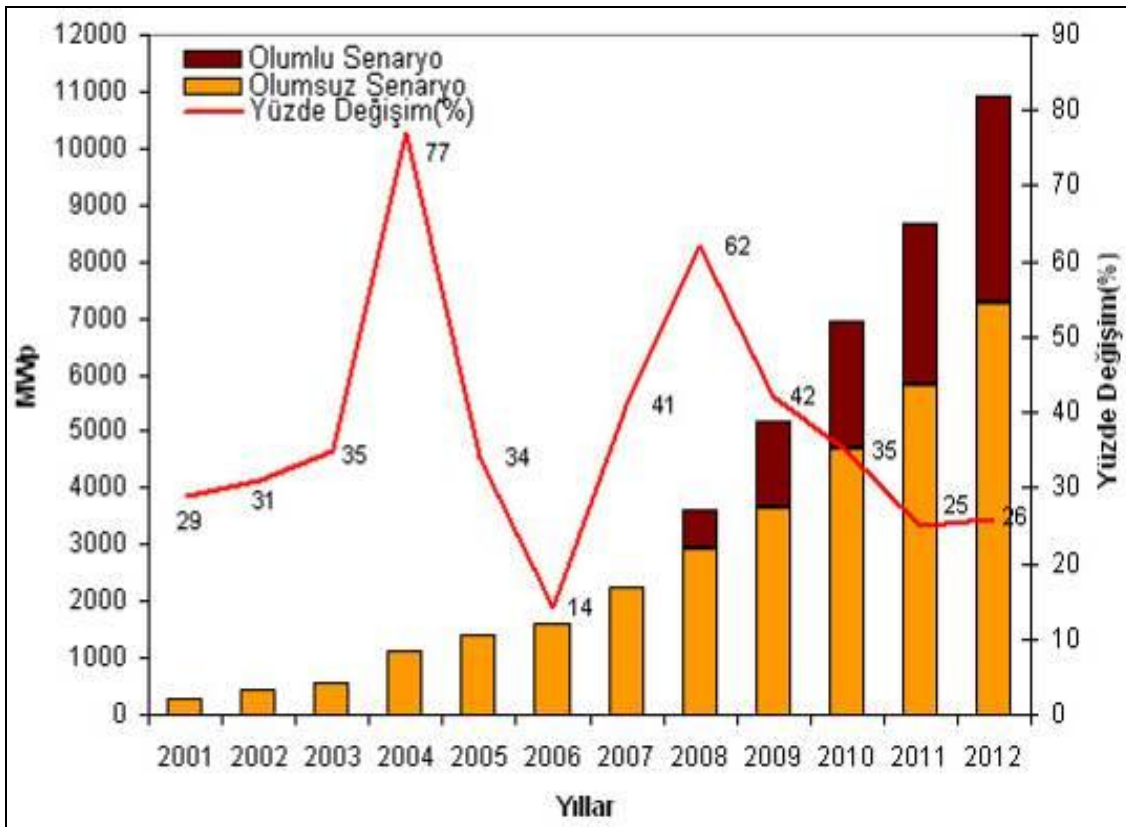
**Şekil 3.34. Güneş Pili Çalışma Sistemi (EİE Genel Müdürlüğü)**

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.

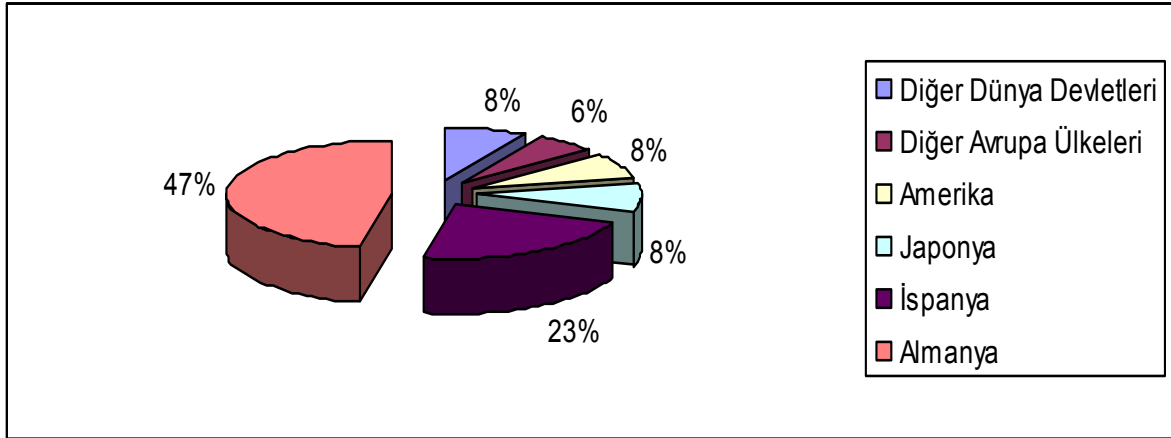
- Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri
- Petrol boru hatlarının katodik koruması
- Metal yapıların (köprüler, kuleler vb) korozyondan koruması
- Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları
- Bina içi ya da dışı aydınlatma
- Dağ evleri ya da yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması
- Tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı, orman gözetleme kuleleri, deniz fenerleri, ilkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri, deprem ve hava gözlem istasyonları

**Tablo 3.9. 2012 Yılına Kadar Dünya Genelinde PV Kurulu Gücü Değişim Öngörüsü (EPIA (Avrupa PV Endüstrisi Birliği), www.epia.org)**



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

**Tablo 3.10 2007 Yılı Dünya PV Pazarı (Kartal,2009)**



- **PV Pillerde Düşük Sıcaklık Sistemleri**

**Düzlemsel Güneş Kolektörleri:** Güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerdeki aygıtlardır. En çok evlerde sıcak su ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ulaştıkları sıcaklık 70°C civarındadır. Düzlemsel güneş kolektörleri, üstten alta doğru, camdan yapılan üst örtü, cam ile absorban plaka arasında yeterince boşluk, metal veya plastik absorban plaka, arka ve yan yalıtım ve bu bölümleri içine alan bir kasadan oluşmuştur. Absorban plakanın yüzeyi genellikle koyu renkte olup bazen seçiciliği artıran bir madde ile kaplanır. Kolektörler, yörenin enlemine bağlı olarak güneşi maksimum alacak şekilde, sabit bir açıyla yerleştirilirler. Güneş kolektörlü sistemler tabii dolaşım ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılır. Bu sistemler evlerin yanında, yüzme havuzları ve sanayi tesisleri için de sıcak su sağlanmasında kullanılır. Bu konudaki Ar-Ge çalışmaları sürmekle birlikte, bu sistemler tamamen ticari ortama girmiş durumdadırlar. Dünya genelinde kurulu bulunan güneş kolektörü alanı 30 milyon m<sup>2</sup>'nin üzerindedir. En fazla güneş kolektörü bulunan ülkeler arasında ABD, Japonya, Avustralya, İsrail ve Yunanistan yer almaktadır. Türkiye, 7,5 milyon m<sup>2</sup> kurulu kolektör alanı ile dünyanın önde gelen ülkelerinden biri konumundadır.



**Şekil 3.35. Güneş Kolektörleri (Dikmen,2009)**

**Vakumlu Güneş Kolektörleri:** Bu sistemlerde, vakumlu cam borular ve gerekirse absorban yüzeyine gelen enerjiyi artırmak için metal ya da cam yansıtıcılar kullanılır. Bunların çıkışları daha yüksek sıcaklıkta olduğu için (100-120°C), düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı yerlerde ve ayrıca yiyecek dondurma, bina soğutma gibi daha geniş bir yelpazede kullanılabilirler.

**Güneş Havuzları:** Yaklaşık 5-6 metre derinlikteki suyla kaplı havuzun siyah renkli zemini, güneş ışınımını yakalayarak 90°C sıcaklıkta sıcak su eldesinde kullanılır. Havuzdaki ısının dağılımı suya eklenen tuz konsantrasyonu ile düzenlenir, tuz konsantrasyonu en üstten alta doğru artar. Böylece en üstte soğuk su yüzeyi bulursa bile havuzun alt kısmında doymuş tuz konsantrasyonu bulunan bölgede sıcaklık yüksek olur.

Bu sıcak su bir eşanjöre pompalanarak ısı olarak yararlanılabileceği gibi Rankin çevrimi ile elektrik üretiminde de kullanılabilir. Güneş havuzları konusunda en fazla İsrail'de çalışma ve uygulama yapılmıştır. Bu ülkede 150 KW gücünde 5 MW gücünde iki sistemin yanında Avustralya'da 15 KW ve ABD'de 400 KW gücünde güneş havuzları bulunmaktadır.

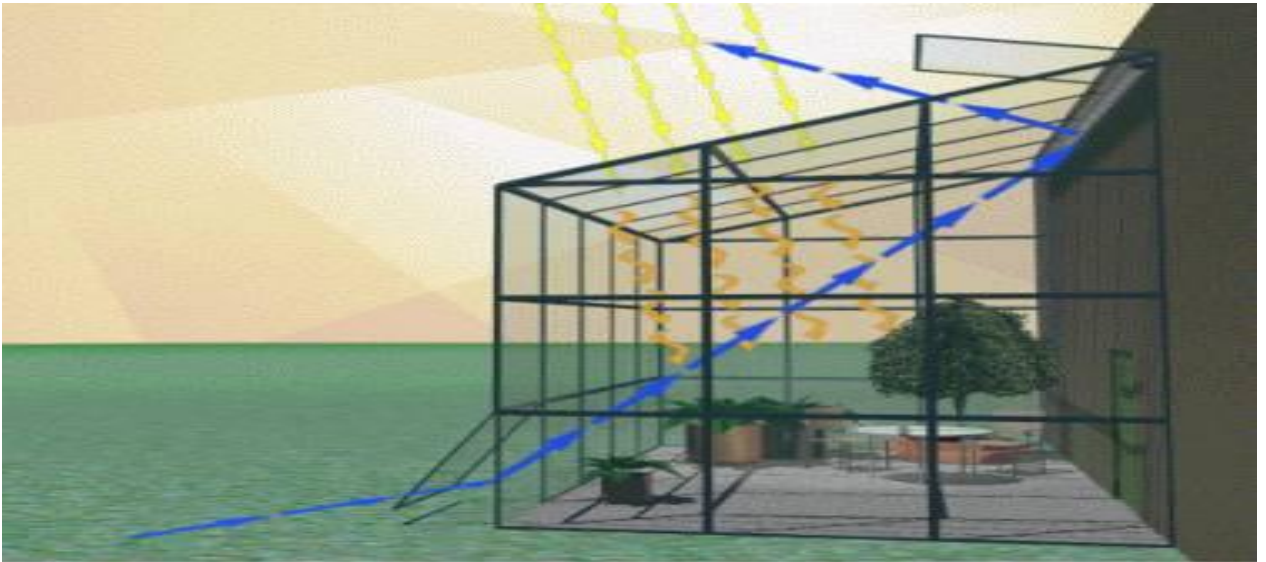
**Güneş Bacaları:** Bu yöntemde güneşin ısı etkisinden dolayı oluşan hava hareketinden yararlanılarak elektrik üretilir. Güneşe maruz bırakılan şeffaf malzemeyle kaplı bir yapının içindeki toprak ve hava, çevre sıcaklığından daha çok ısınacaktır. Isınan hava yükseleceği için, çatı eğimli yapıp, hava akışı çok yüksek bir bacaya yönlendirilirse baca içinde 15 m/sn

hızda hava akışı-rüzgâr oluşacaktır. Baca girişine yerleştirilecek yatay rüzgâr türbini bu rüzgârı elektriğe çevirecektir. Bir tesisin gücü 30-100 MW arasında olabilir. Deneysel bir kaç sistem dışında uygulaması yoktur.

**Su Arıtma Sistemleri:** Bu sistemler esas olarak sıg bir havuzdan ibarettir. Havuzun üzerine eğimli şeffaf-cam yüzeyler kapatılır. Havuzda buharlaşan su bu kapaklar üzerinde yoğunlaşarak toplanır. Bu tür sistemler, temiz su kaynağının bulunmadığı bazı yerleşim yerlerinde yıllardır kullanılmaktadır. Su arıtma havuzları üzerinde yapılan Ar-Ge çalışmaları ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin azaltılmasına ve verimin artırılmasına yöneliktir.

**Güneş Mimarisi:** Bina yapı ve tasarımında yapılan değişikliklerle ısıtma, aydınlatma ve soğutma gerçekleştirilir. Pasif olarak doğal ısı transfer mekanizmasıyla güneş enerjisi toplanır, depolanır ve dağıtılır. Ayrıca güneş kolektörleri, güneş pilleri vb. aktif ekipmanlar da yararlanılabilir.

**Ürün Kurutma ve Seralar:** Güneş enerjisinin tarım alanındaki uygulamalarıdır. Bu tür sistemler ilkel pasif yapıda olabileceği gibi, hava hareketini sağlayan aktif bileşenler de içerebilir. Bu sistemler dünyada kırsal yörelerde sınırlı bir biçimde kullanılmaktadırlar.



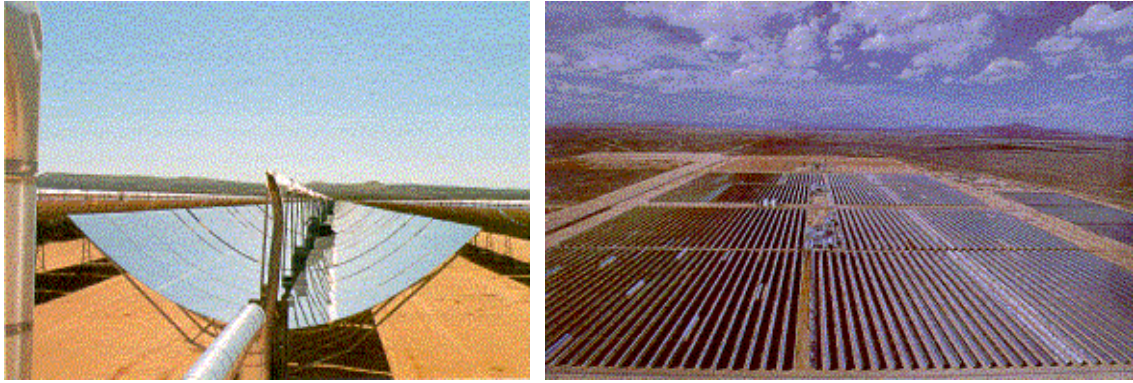
**Şekil 3.36. Seraların Çalışma Prensibi (www.eie.gov.tr)**

**Güneş Ocakları:** Çanak şeklinde ya da kutu şeklinde, içi yansıtıcı maddelerle kaplanmış güneş ocaklarında odakta ısı toplanarak yemek pişirmede kullanılır. Bu yöntem, Hindistan, Çin gibi bir kaç ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır.



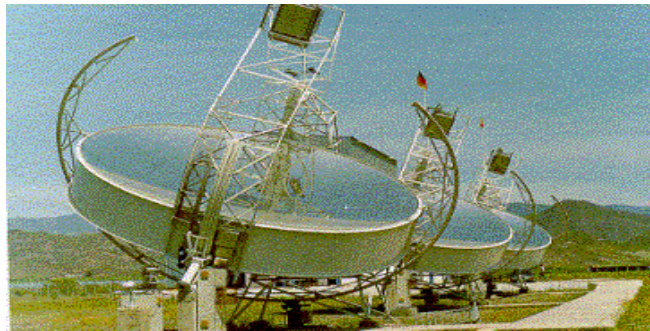
- **PV Pillerde Yoğunlaştırıcı Sistemler**

**Parabolik Oluk kolektörler:** Doğrusal yoğunlaştırıcı termal sistemlerin en yaygınıdır. Kolektörler, kesiti parabolik olan yoğunlaştırıcı dizilerden oluşur. Kolektörün iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş enerjisini, kolektörün odağında yer alan ve boydan boya uzanan siyah bir absorban boruya odaklarlar. Kolektörler genellikle, güneşin doğudan batıya hareketini izleyen tek eksenli bir izleme sistemi üzerine yerleştirilirler. Enerjiyi toplamak için absorban boruda bir sıvı dolaştırılır. Toplanan ısı, elektrik üretimi için enerji santraline gönderilir. Bu sistemler yoğunlaştırma yaptıkları için daha yüksek sıcaklığa ulaşabilirler (350-400°C).



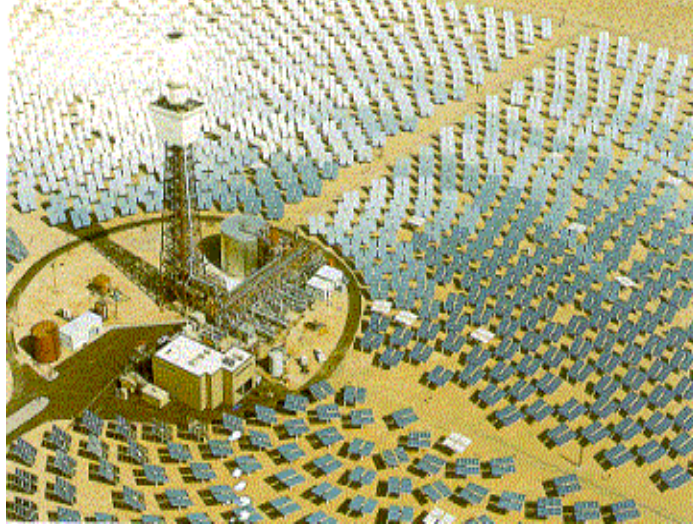
**Şekil 3.37 350 MW Gücünde Parabolik Oluk Güneş Santrali-Kaliforniya (Bayındır,2010)**

**Parabolik Çanak Sistemler:** İki eksende güneşi takip ederek, sürekli olarak güneşi odaklama bölgesine yoğunlaştırırlar. Termal enerji, odaklama bölgesinden uygun bir çalışma sıvısı ile alınarak, termodinamik bir dolaşıma gönderilebilir ya da odak bölgesine monte edilen bir Stirling makine yardımı ile elektrik enerjisine çevrilebilir. Çanak-Stirling bileşimiyle güneş enerjisinin elektriğe dönüştürülmesinde % 30 civarında verim elde edilmiştir.



**Şekil 3.38. Parabolik Çanak Güneş Isıl Elektrik Santrali (İspanya) (Bayındır, 2010)**

**Merkezi Alıcı Sistemler:** Tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen aynalardan oluşan bir alan, güneş enerjisini, alıcı denen bir kule üzerine monte edilmiş ısı eşanjörüne yansıtır ve yoğunlaştırır. Alıcıda bulunan ve içinden akışkan geçen boru yumağı, güneş enerjisini üç boyutta hacimsel olarak absorbe eder. Bu sıvı, Rankine makineye pompalanarak elektrik üretilir. Bu sistemlerde ısı aktarım akışkanı olarak hava da kullanılabilir, bu durumda sıcaklık 800°C'ye çıkar. Heliostatlar bilgisayar tarafından sürekli kontrol edilerek, alıcının sürekli güneş alması sağlanır.



**Şekil 3.39. Solar I Merkezi Alıcı Güneş Isıl Elektrik Santrali - İspanya (Bayındır,2010)**

#### 4. ÖRNEK BİNA TASARIMI VE HESAPLAMALAR

Çorlu' da Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi yerleşkesinde öğrenci ve öğretim görevlilerinin kullanımına sunulmak üzere bir kafeterya ihtiyacı tespit edilmiş ve bu ihtiyacı karşılayacak, aynı zamanda enerji verimliliğini ön plana alan bir tasarım ile binanın ısıtma ihtiyacı hariç, diğer tüm elektrik ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından kullanılmasını sağlayacak aşağıdaki proje tasarlanmıştır (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Proje tasarımında önceki bölümlerde açıklanan Pasif Önlemlerden aşağıda yer alan konular göz önünde bulundurulmuştur.

- Güneş Pencereleri: Toplam 257,29 m<sup>2</sup> pencere alanının 123,54 m<sup>2</sup>' si güney cephede tasarlanmasıyla enerji kazancı esas alınmıştır.
- Güneş Duvarları: Projenin Güney cephesine yönlendirilen trombe duvarı ile güneş ışınlarının absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülmesi ve duvarın alt ve üst kısmında bırakılması tasarlanan menfezler ile sistem etkinliğinin % 20 -30 oranında artırılması düşünülmüştür.
- Kış Bahçesi: Güney Cepheye yönlendirilen camın yoğun olarak kullanıldığı mekan ile kış bahçesi tasarlanmış ve kış aylarında sıcak havanın bu mekanda toplanarak ısıtılan hacimlere kazandırılması ile binanın yıllık ısıtma enerjisinde tasarruf yoluna gidilmiştir.
- Bina Yalıtımı: Dolgu duvarlar için 30 cm kalınlığında gazbeton kullanımı öngörülmüş ve tüm cepheye mineral lifli ısı yalıtım malzemesi ile yalıtım sağlanmıştır. Çatı arasında ve temel ısı yalıtımında da yine aynı yalıtım malzemesinin kullanılması öngörülmüştür. Binada Low-e cam kullanılması öngörülmüştür. Bu sayede çift cam sistemi ile  $U= 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  olan birim ısı transferi değeri  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  değerine kadar düşürülmüş olacaktır.
- Mekanik Tesisat Yalıtımı: Uygulama aşamasında tüm mekanik tesisat yalıtımlarının yapılması proje teknik şartnamesine eklenmesi ile bu husus göz önünde bulundurulacaktır.
- Isıtma Sistemlerinde Önlemler: Yapı alanı 1.000 m<sup>2</sup> nin altında olmasına rağmen tek bağımsız bölümden oluşması nedeniyle merkezi ısıtma sistemi kullanılacak veya

kombi sistemi ile ısıtma tercih edilirse yoğuşmalı kombi tercihi işletme için şart koşulacaktır.

- Soğutma Sistemlerinde Önlemler: Projenin işletilmesi esnasında 3 adet salon tipi klimanın kullanılması öngörülmüş olup yine işletmeye verilemeden önce hazırlanan sözleşmeye klimaların ve diğer tüm elektrikli cihazların A veya A++ enerji verimli olması şartı getirilecektir.
- Aydınlatma Sistemleri Önlemler: Aydınlatmada normal Flamanlı ampul yerine floresan kullanılması ile enerji verimliliği aydınlatmada da üst seviyede tutulacaktır.

Görüldüğü gibi bir önceki bölümde 11 başlık altında açıklanan pasif önlemlerden 7 adedini bu projemizde kullanmak mümkündür.

Binaların ısı yalıtım değerlerinin zamana bağlı olarak olumsuz etkilenmemesi için dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da yoğuşmadır. Yoğuşma olan malzemenin ısı geçirgenliği artacağı için gazbeton üzerine Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı ( $\mu$ ) 3 olan ısı yalıtım malzemesi tercih edilmiştir. Duvar haricindeki diğer yapı elemanlarında da tasarım aşamasında bu konuya önem verilmiştir.

TS825' e göre TGÜB (Türkiye Gazbeton Üreticiler Birliği) tarafından hazırlanan bilgisayar programı ile bu projeye ait Isı Yalıtım Projesi hazırlanarak ekte verilmiştir. Isı Yalıtım Projesi için başka kurum ve kuruluşlarca da hazırlanan bilgisayar programlarını kullanmak da mümkündür.

Tablo 4.1.' de de görüldüğü gibi, tasarımda özenle seçilen malzemelere göre hazırlanan ısı yalıtım projesinde ise ısı ihtiyacı kimlik belgesinde A sınıfı yani "SÜPER ENERJİ VERİMLİ BİNA" sonucunu vermiştir. Kış bahçesi ve trombe duvarının ısı yalıtımına direkt olan katkısı TS825 bu konuda hesap yöntemini vermediği için ısı yalıtım projesinde hesaplanamamıştır.

Ancak, TS EN 832 Standardı kullanılarak trombe duvarlarının ve kış bahçesinin ısı yalıtımına katkısı hesaplanabilir. Bu yapı elemanlarının da ısı yalıtım hesabına katılması ile bu proje için Isı Yalıtım Değeri çok daha yüksek olacak ve dolayısıyla Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı çok daha azalacaktır.

Aynı zamanda TS 825 içerisinde Isı Köprüleri konusu net olmadığı ve kullanılan programda da bu hesaplama yer almadığı için, Isı Yalıtım Projesi hesaplanırken Isı Köprüleri hesaba

katılmamıştır. Ancak, Isı Köprülerinin hesaplanması ile ilgili çeşitli çalışmalar söz konusudur. Konuyla ilgili Akgün G, Dilmaç Ş (2005) “Isı köprüsü problemlerinde kullanılan matematik modellerin karşılaştırılması” ve Kalpak Ö (2006) “Isı köprüleri için önerilen ısı kaybı hesap metotlarının Ülkemiz iklim şartları yapı konstrüksiyonları açısından değerlendirilmesi” çalışmalardan faydalanılarak hesaplama yapmak mümkündür.

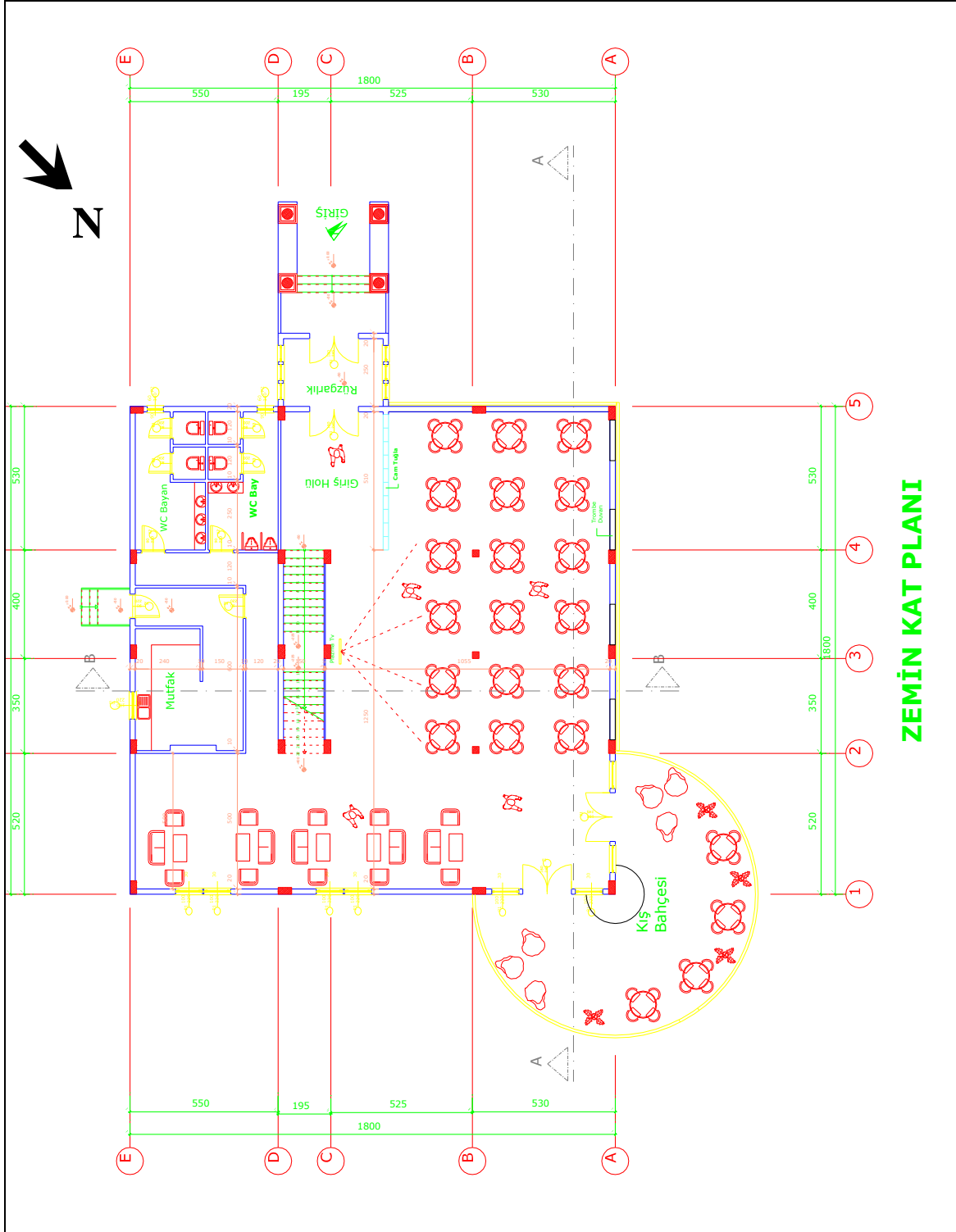
300 kişilik olarak tasarlanan kafeterya projesinde giriş kapısı “Rüzgârlık” ve “Giriş Kapısı” olarak iki parçalı planlanmıştır. Bu da enerji kayıplarını en aza indirmek amaçlı ve içerideki konforun devamlılığı için düşünülmüştür.

Kış bahçesi bölümü ısıtılmayan hacim içerisinde değerlendirilerek iki kapı ve pencereler ile ısıtılan bölümden ayrılmıştır. Kış bahçesinin dış ortama bakan cam yüzeylerinin açılır kapanır olması ile yazın bu mekan aynı zamanda bahçe terası olarak da değerlendirilebilecektir. Kış bahçesinin çatısı da saydam çatı elemanları ile teşkil edilecektir. Ancak, yazın bu saydam malzeme konfor konusunda olumsuz etki göstereceğinden, bu saydam çatı tabakasını hemen altında yer alacak ve manuel ve/veya otomatik olarak kumanda edilerek açılıp kapanacak bir gölgeleme perdesi kullanılacaktır.

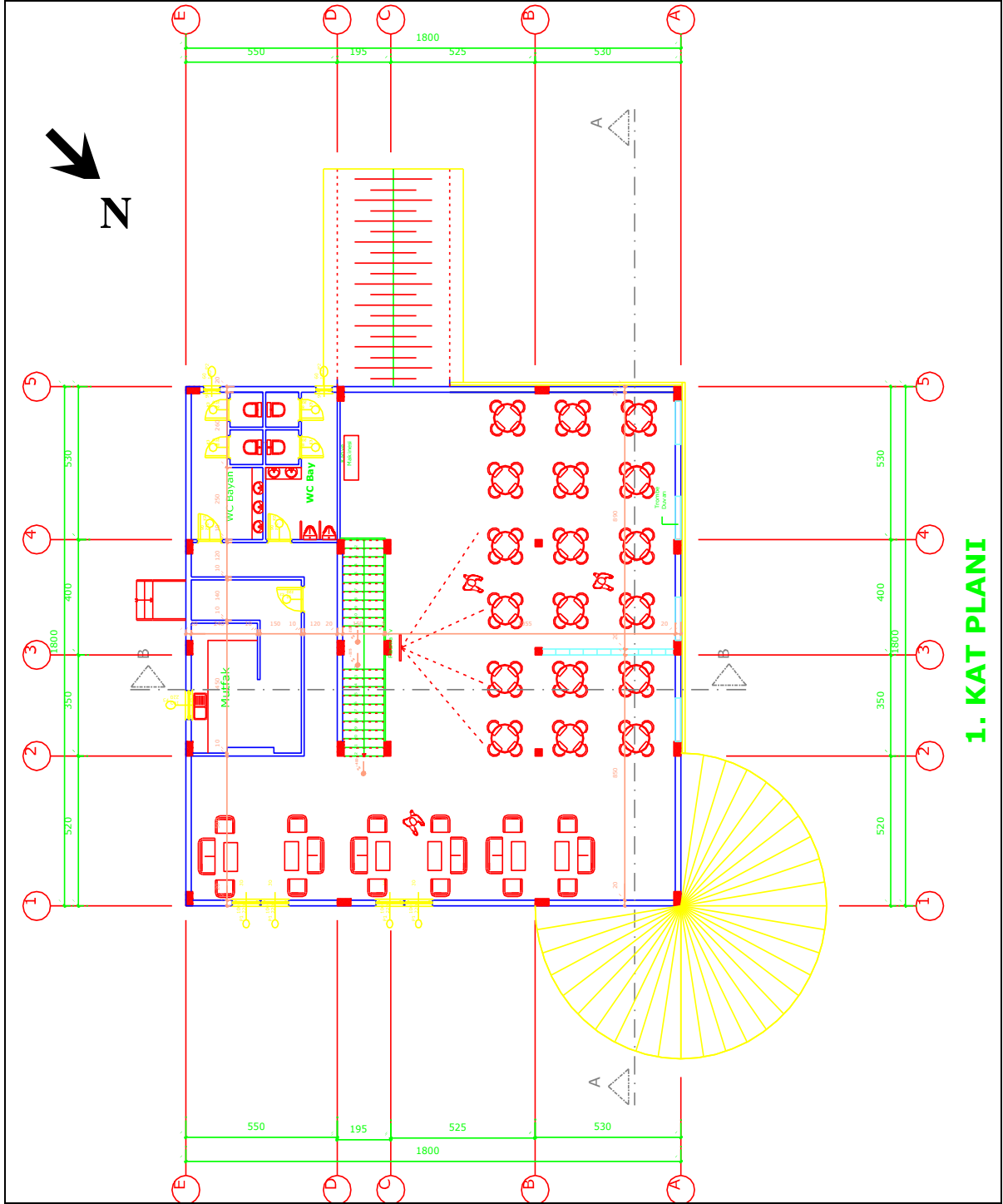
Tasarımda ıslak hacimler kuzey cepheye yönlendirilmiş ve kuzey yönün olumsuz etkileri de bu şekilde önüne geçilmiştir. Servis ve mutfak bölümleri de mümkün olduğunca doğal aydınlatmadan yararlanacak şekilde tasarlanmış ve aydınlatma enerjisi giderlerinin azaltılması hedeflenmiştir.

Projede çelik konstrüksiyon merdiven ve yalıtım gibi kesitler uygulamada bırakılarak ziyaretçilerin yapılan uygulamaları net olarak görmesi de göz önüne alınmıştır. Ayrıca, rüzgâr ve güneş enerjisi elde edilmesi bir simülasyon ile gösterilecek ve sistemin çalışma prensibi ziyaretçilere net bir şekilde gösterilebilecektir. Bu simülasyonun amacı ise; yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının çok da zor olmadığını göstermek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşmasının sağlamaktır.

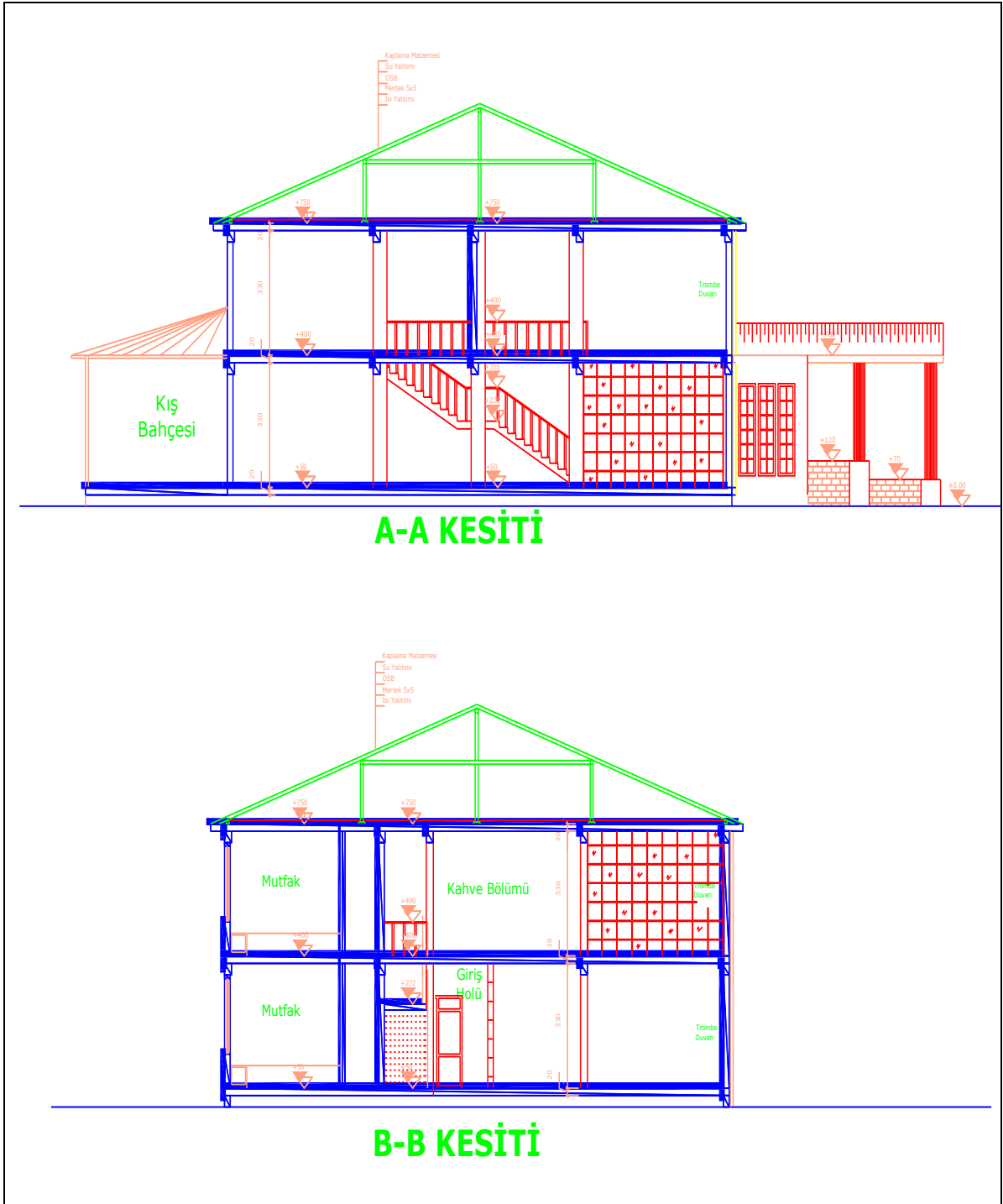
Sistem verimlilikleri ve maliyetleri konusunda da, uygulamaya geçildikten sonra bir çalışma yapılmalı ve sonuçların değerlendirilmesi gerekmektedir. Aynı şekilde simülasyona bu sonuçlar eklenerek sistemin detaylı olarak incelenmesi sağlanmalıdır.



Şekil 4.1. Kafeterya Binası Zemin Kat Planı

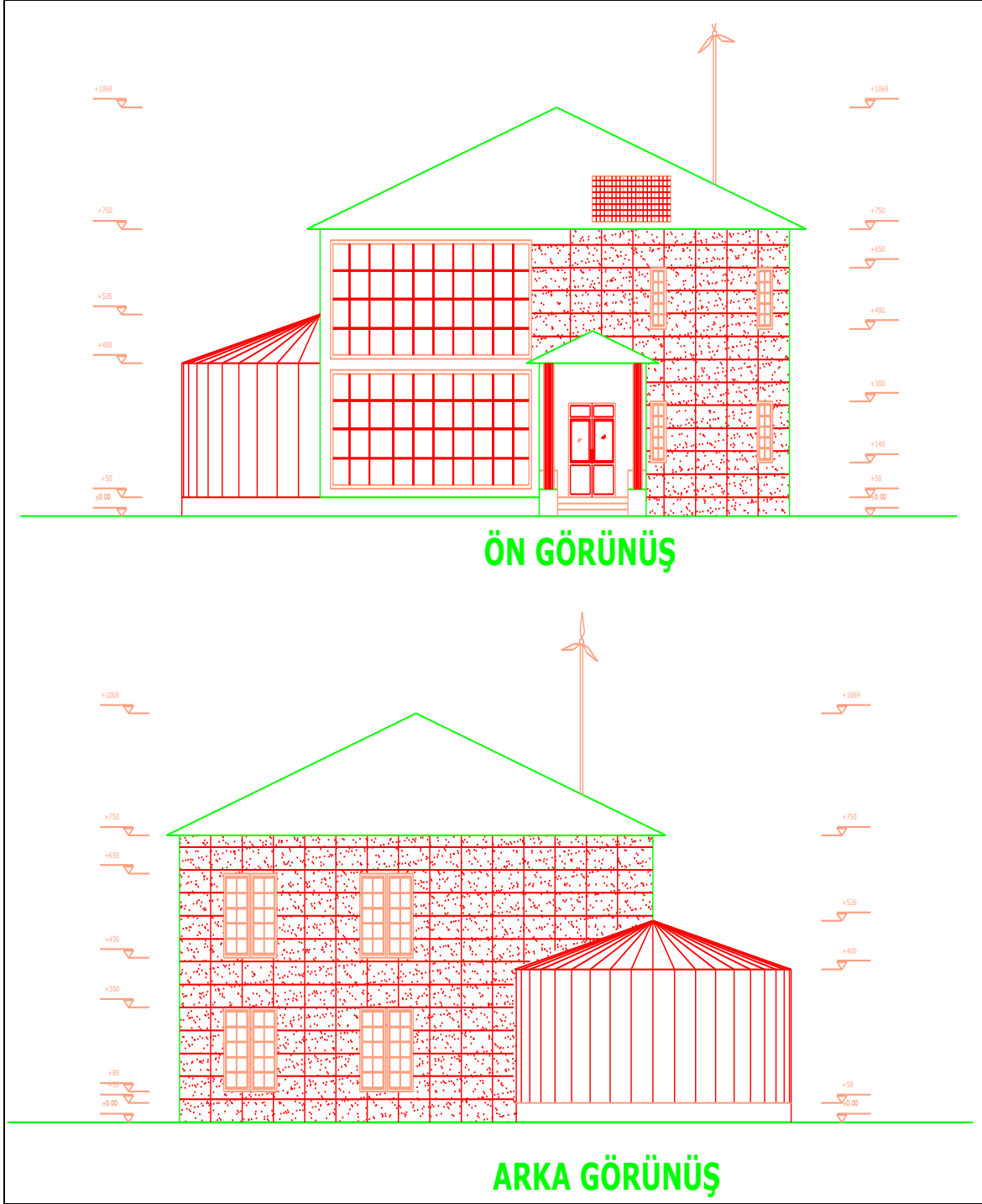


Şekil 4.2. Kafeterya Binası Normal Kat Planı



Şekil 4.3. Kafeterya Projesi Kesitleri





Şekil 4.4. Kafeterya Projesi Görünüşleri

**Tablo 4.1. Namık Kemal Üniversitesi Kafeterya Binasına ait Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi**

<b>ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ</b>		
<b>Ada/Parsel</b>	:	
<b>Binanın Tanımı</b>	:	<b>Kafeterya</b>
<b>Cadde ve Bina Numarası</b>	:	<b>Mühendislik Fakültesi Yerleşkesi</b>
<b>Semt/İlçe/İl</b>	:	<b>Çorlu, TEKİRDAĞ</b>
<b>Kullanılacak Yakıt Türü</b>	:	<b>Doğalgaz</b>
	Müsaade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
$A_{top} = 1070,3 \text{ m}^2$	$Q' = 16,98 \text{ kWh/m}^3$	$Q_{yıl} = 9,91 \text{ kWh/m}^3$
$V_{brüt} = 2610,3 \text{ m}^3$		
$A/V = 0,41 \text{ m}^{-1}$	$Q' = \text{----} \text{ kWh/m}^2$	$Q_{yıl} = \text{----} \text{ kWh/m}^2$
$A_n = 835,3 \text{ m}^2$		
Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı [kg. m <sup>3</sup> ] $860 \times Q_{yıl} / ( \text{Yakıtın Kalorifik Değeri} \times \text{Sistem Verimi} ) [\text{Kcal} / \text{kg.m}^3] = 1,16 [\text{kg.m}^3]$ yakıt		
Önemli Not : Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS 825'teki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.		
$A_{top}$ : Dış duvar, tavan, taban/döşeme, pencere, kapı. Dış ölçülere göre bulunur $V_{brüt}$ : Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hesaplanan hacmidir. Birimi "m <sup>3</sup> "tür. $A/V$ : Isı kaybeden toplam yüzeyin ( $A_{top}$ ) ısıtılmış yapı hacmine ( $V_{brüt}$ ) oranıdır. Birimi "m-1" dir $Q'$ : $A/V$ oranına bağlı olarak müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi "kWh/m <sup>2</sup> , kWh/m <sup>3</sup> " tür $Q_{yıl}$ :Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi "kWh/m <sup>3</sup> " tür. $A_n$ :Binanın net kullanım alanıdır ( $A_n = 0.32 V_{brüt}$ formülü ile hesaplanır. )		
<b>Binanın Enerji Verimliliği Endeksi</b>		
<b>C Tipi Bina</b> <input type="checkbox"/>	<b>B Tipi Bina</b> <input type="checkbox"/>	<b>A Tipi Bina</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Normal Enerji Verimli Bina</b>	<b>İyi Enerji Verimli Bina</b>	<b>Süper Enerji Verimli Bina</b>
Not : $Q_{yıl}/Q' < 0,99$ veya $\geq 0,90$ ise C tipi bina $Q_{yıl}/Q' < 0,90$ veya $\geq 0,80$ ise B tipi bina $Q_{yıl}/Q' < 0,80$ ise A tipi bina		

Yukarıdaki Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi incelendiğinde İzin Verilen Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının 16,98 kWh/m<sup>3</sup> olduğunu ancak yapılan tasarım ile bu binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının 9,91 kWh/m<sup>3</sup> olduğunu görmekteyiz. Bu sonuç ise, yapılan tasarımın ve imalatta kullanılacak malzemelerin doğru belirlenmesiyle, çok yüksek oranda enerji verimli bir bina elde edildiğini göstermektedir.

**Tablo 4.2. Namık Kemal Üniversitesi Kafeterya Binası Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı**

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası	Isı Kaybı			Isı Kazançları			Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam		
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	$F_i$	$F_g$	$F_T=F_i+F_g$		
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)		
Ocak	1106	16,1	17.801	4.176	6.852	11.028	0,801	23.246.042
Şubat	1106	14,6	16.143	4.176	8.430	12.607	0,722	18.246.090
Mart	1106	11,7	12.936	4.176	10.314	14.491	0,59	11.353.147
Nisan	1106	6,2	6.855	4.176	10.448	14.624	0,374	3.583.447
Mayıs	1106	1	1.106	4.176	12.407	16.583	(-)	
Haziran	1106	Td yüksek	(-)	4.176	13.056	17.233	(-)	
Temmuz	1106	Td yüksek	(-)	4.176	12.702	16.878	(-)	
Ağustos	1106	Td yüksek	(-)	4.176	11.973	16.150	(-)	
Eylül	1106	Td yüksek	(-)	4.176	10.226	14.402	(-)	
Ekim	1106	4,9	5.418	4.176	8.451	12.627	0,349	2.624.243
Kasım	1106	10,5	11.609	4.176	6.458	10.635	0,664	11.779.192
Aralık	1106	15,2	16.806	4.176	6.013	10.189	0,808	22.225.919

Aynı durum Tablo 4.4. şekil 4.5. içinde geçerli.

Namık Kemal Üniversitesi Kafeterya binası için hazırlanan Isı Yalıtım Projesinin tamamını;

### Bina Hakkında Genel Bilgiler

### Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

### Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

### Pencere ve Kapı Listesi

### Kesitli Yapı Elemanları Listesi

### Havalandırma Raporu

### Yapı Elemanlarının Termofiziksel Özellikleri

### Yapı Elemanlarında Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgeleri

### Yapı Elemanlarında Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Çizelgeleri

Yapı Elemanlarında Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı Grafikleri, başlıklarıyla ekte yer almaktadır.

**Tablo 4.3. Fuel Yakıtların CO<sub>2</sub> Salınım Miktarları (Üçgül ve ark, 2010)**

Yakıt Kaynağı	Salınım faktörü kg CO <sub>2</sub> / kWh
Taş kömürü	0.97–0.98
Linyit	0.98–1.14
Fuel oil	0.85–0.91
Doğalgaz	0.46–0.56

Tablo 4.3. incelendiğinde ve Tablo 4.1.' e göre ısıtma enerjisi nedeniyle kullanılacak doğalgaz kaynaklı Sera Gazı Salınımı hesaplaması yapıldığında;

Binanın C sınıfı enerji verimli olması ve Isıtmada Taş Kömürü Seçilseydi

$$16,98 \text{ KWh/m}^3 \times 2.610,3 \text{ m}^3 = 44.323 \text{ kWh}$$

$$44.323 \text{ KWh} \times 0,97 \text{ kg CO}_2/ \text{KWh} = \mathbf{42.993 \text{ kgCO}_2}$$

Binanın A sınıfı enerji verimli olması ve Isıtmada Doğalgaz Kullanıldığı durumunda

$$9,91 \text{ KWh/m}^3 \times 2.610,3 \text{ m}^3 = 25.868 \text{ kWh}$$

$$25.868 \text{ KWh} \times 0,50 \text{ kg CO}_2/ \text{KWh} = \mathbf{12.934 \text{ kgCO}_2}$$

Bir ağacın yılda ortalama 15.000 kg CO<sub>2</sub> emdiği kabul edilirse; (**Atık Isı Geri Dönüşümü haberleri [http://whrhaber.blogspot.com/2010\\_01\\_01\\_archive.html](http://whrhaber.blogspot.com/2010_01_01_archive.html)**) tasarım aşamasında alınan önlemlerle A sınıfı Enerji Verimli bina elde edilmesi ve bu binada doğalgaz kullanılması ile bina ömrü boyunca ortalama her yıl 2 ağaç çevreye hediye edecektir. Sonuç bölümünde ise; bu binanın tüm elektrik ihtiyacının Yenilenebilir Enerji ile karşılanması ile Sera Gazı Salınımından elde edilen tasarruf yer alacaktır.

Aynı bina için işletme gücü hesabı yapılmış ve aydınlatma için 12 W/m<sup>2</sup> güç ihtiyacı olacak şekilde aşağıdaki hesap yapılmıştır (Elek. Müh. A. Z. Emeç).

**Tablo 4.4. Kafeterya Kurulu Güç Hesabı**

ADET	GÜÇ (Watt)	Toplam Güç (Watt)	Açıklama
20	300	6.000	20 adet priz
1	2500	2.500	bulaşık makinesi
1	2000	2.000	elektrikli fırın
3	3000	9.000	3 adet salon tipi klima
225	32	7.200	225 adet 32 w gücünde tasarruf ampulü
<b>KURULU GÜÇ</b>		<b>26.700</b>	

8000 Watt üzeri kurulu güçler için talep gücü hesaplanırken 8000 Watt'ın üzerinin %40'ı ile 8000 Watt'ın %60'ı toplanır. Buna göre;

$$26.700 - 8.000 = 18.700 \text{ Watt}$$

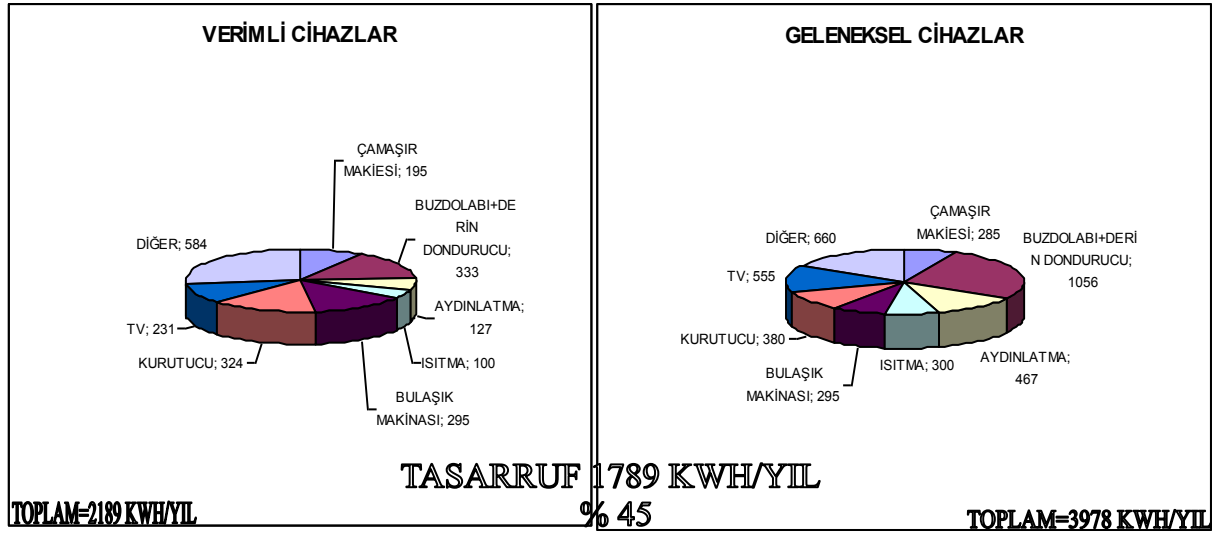
$$18.700 \times 0,40 = 7.480 \text{ Watt}$$

$$8.000 \times 0,60 = 4.800 \text{ Watt}$$

$$7.480 + 4.800 = 12.280 \text{ Watt (Talep Gücü)}$$

Bu hesaba göre bu işletme için Elektrik Enerjisi ihtiyacı 12.280 Watt olmalıdır. İleride ilave olacak güçler düşünülerek bu değerin üzerinde bir güç seçilebilir (Örneğin; 13.000 Watt).

Bu elektrik enerjisi ihtiyacının da 3.000 Watt'lık kısmının Rüzgâr Enerjisinden, 18.000 Watt'lık bölümünün Güneş Enerjisinden karşılanması düşünülmektedir. Toplam 24.000 Watt güç seçiminin nedeni ise; kafeteryada ilave yüklerin çok fazla olması ihtimali ve ısıtma enerjisinin belli dönemlerde yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik enerjisinden karşılanması ihtimalidir.

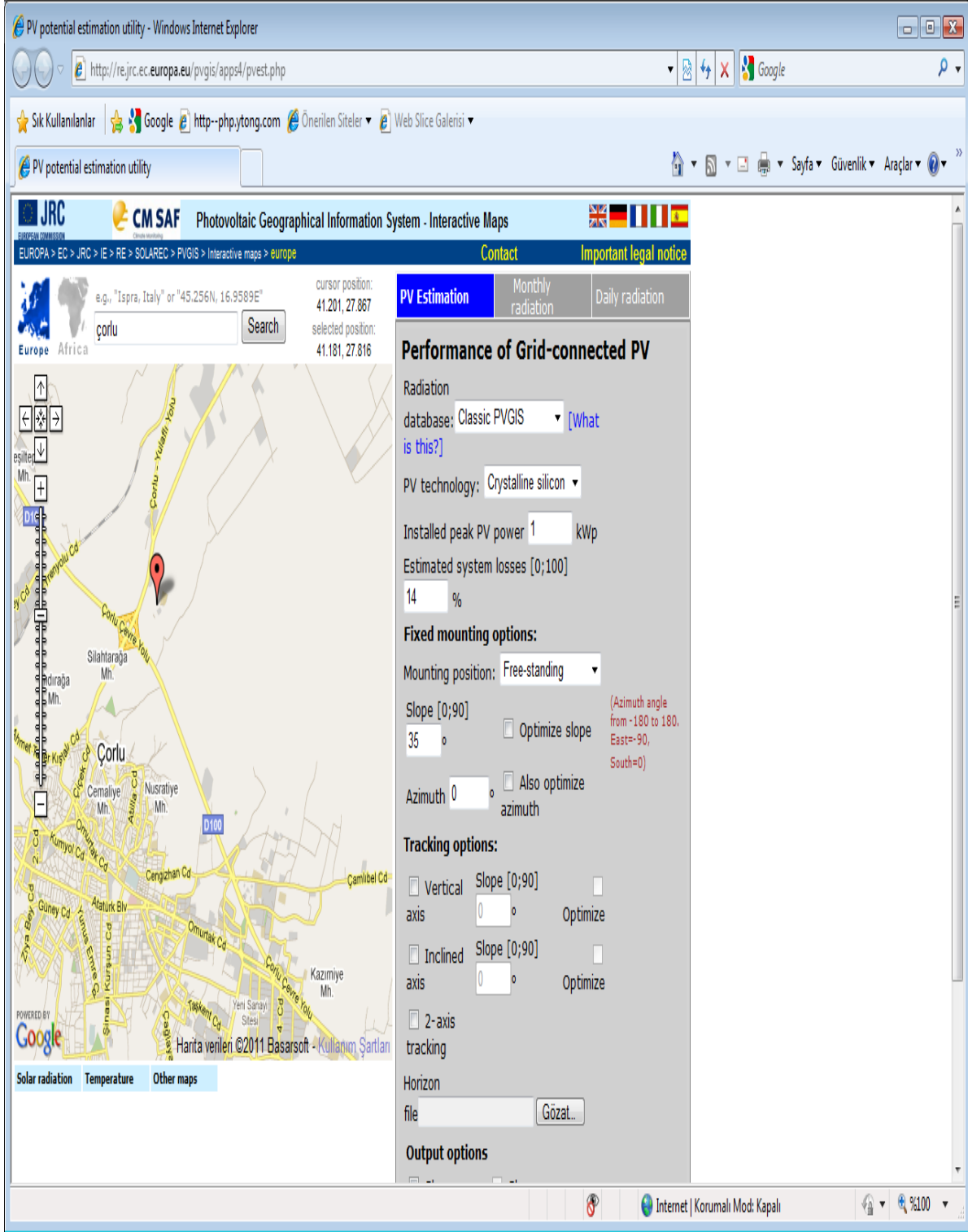


**Şekil 4.5. A Sınıfı Elektrikli Ev Aletleri Kullanılması Durumunda Tasarruf (Büyükşehir Aydınlatma ve Enerji Müdürlüğü Sunumu, 2008)**

İşletmede kullanılacak tüm elektrikli malzemelerin A sınıfı veya mümkünse A++ sınıfı olması şartı işletmeye verilmeden önce sözleşmeye bağlanması gerekmektedir. Aksi takdirde hesaplamalar ile yapılan çalışmaların sonuçları gerçekleşen sarfiyatlarla aynı olamayacak ve aynı zamanda enerji verimliliği bilincinin tüketicide oluşturulması adımı da atlanmış olacaktır.

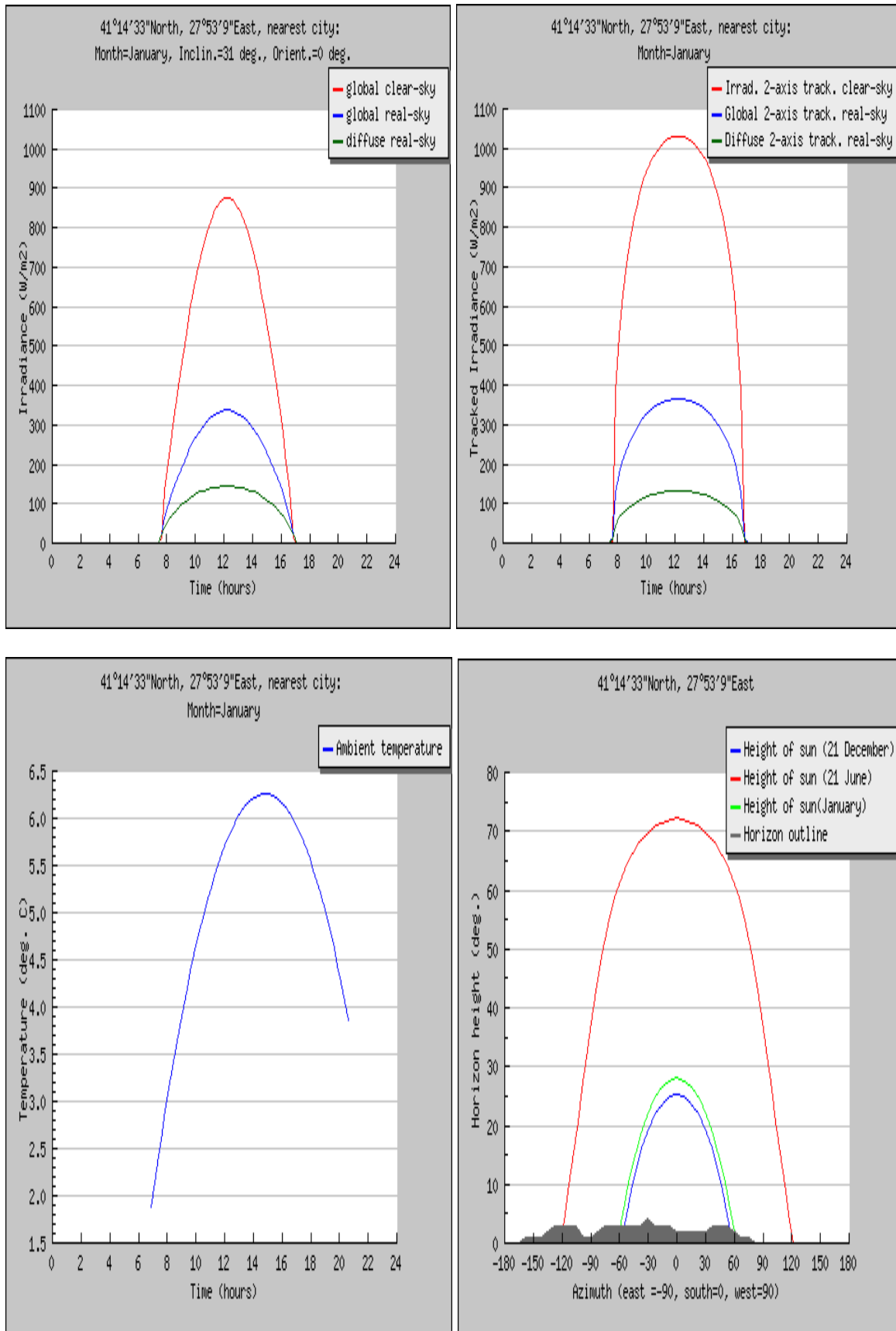
Prof. Dr. Olcay KINCAY'ın "Güneş Enerjisi Ders Notları"nın II. Bölümünde güneş enerjisi hesaplama yöntemleri ve PV için optimum açısı hesaplama yöntemleri verilmektedir. "İdeal konumdan 15° sapma halinde enerji kayıp oranı %6'dır. Mimari ve diğer etkenler nedeni ile ideal açı uygulanamazsa enerji kayıpları büyük olmayacaktır" sonucuna ulaşıldığı açıklanmaktadır.(Olcay,2009) Bu hesaplama yöntemlerinin içerdiği program Çorlu Mühendislik Fakültesi yerleşkesinde yapımı planlanan kafeterya binası için koordinatlar <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php> internet sitesinde yayınlanmaktadır. Bu internet sitesinde Çorlu Mühendislik Fakültesi Yerleşkesi için 41°14'33" Kuzey, 27°53'9"

Doğu, Rakım: 131 m olarak koordinatlar verilmektedir. Yine aynı internet sitesinde girilen verilere göre program içerisinde yapılan hesapla “Aylık Güneş Işıma Değerleri” “Ortalama Günlük Güneş Işınımı” ve “Off Grid PV Performansı” gibi tablolar ve grafikler alınabilmektedir.



Şekil 4.6. İnternet Üzerinden Güneş Enerjisi Hesaplama Programı

**Tablo 4.5. Ortalama Günlük Işınım Grafikleri**



**Tablo 4.6. Ortalama Günlük Işınm Değerleri**

Saat	G	G <sub>d</sub>	G <sub>c</sub>	A	A <sub>d</sub>	A <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>
06:52	0	0	0	0	0	0	1.9
07:07	0	0	0	0	0	0	2.1
07:22	0	0	0	0	0	0	2.4
07:37	23	22	13	11	9	6	2.7
07:52	66	40	131	126	42	383	2.9
08:07	96	55	203	177	66	530	3.1
08:22	126	70	279	210	75	629	3.4
08:37	152	81	347	237	84	708	3.6
08:52	176	91	412	260	91	771	3.8
09:07	199	100	474	278	98	822	4.0
09:22	220	107	533	295	104	864	4.2
09:37	240	114	588	308	109	899	4.4
09:52	258	120	638	320	114	928	4.6
10:07	274	125	685	330	118	952	4.7
10:22	288	130	726	338	121	971	4.9
10:37	300	134	763	345	124	988	5.0
10:52	311	137	795	351	127	1000	5.2
11:07	320	139	822	356	129	1010	5.3
11:22	327	141	843	360	131	1020	5.4
11:37	332	143	860	362	132	1030	5.5
11:52	336	144	871	364	133	1030	5.7
12:07	337	144	876	365	133	1030	5.8
12:22	337	144	876	365	133	1030	5.8
12:37	336	144	871	364	133	1030	5.9
12:52	332	143	860	362	132	1030	6.0
13:07	327	141	843	360	131	1020	6.1
13:22	320	139	822	356	129	1010	6.1
13:37	311	137	795	351	127	1000	6.2

Saat	G	G <sub>d</sub>	G <sub>c</sub>	A	A <sub>d</sub>	A <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>
13:52	300	134	763	345	124	988	6.2
14:07	288	130	726	338	121	971	6.2
14:22	274	125	685	330	118	952	6.2
14:37	258	120	638	320	114	928	6.3
14:52	240	114	588	308	109	899	6.3
15:07	220	107	533	295	104	864	6.3
15:22	199	100	474	278	98	822	6.2
15:37	176	91	412	260	91	771	6.2
15:52	152	81	347	237	84	708	6.2
16:07	126	70	279	210	75	629	6.1
16:22	96	55	203	177	66	530	6.1
16:37	66	40	131	126	42	383	6.0
16:52	23	22	13	11	9	6	6.0
17:07	0	0	0	0	0	0	5.9
17:22	0	0	0	0	0	0	5.8
17:37	0	0	0	0	0	0	5.7
17:52	0	0	0	0	0	0	5.6
18:07	0	0	0	0	0	0	5.5
18:22	0	0	0	0	0	0	5.4
18:37	0	0	0	0	0	0	5.2
18:52	0	0	0	0	0	0	5.1
19:07	0	0	0	0	0	0	4.9
19:22	0	0	0	0	0	0	4.8
19:37	0	0	0	0	0	0	4.6
19:52	0	0	0	0	0	0	4.4
20:07	0	0	0	0	0	0	4.3
20:22	0	0	0	0	0	0	4.1
20:37	0	0	0	0	0	0	3.9

Gösterildiği Zaman: Ocak Ayı Yerel Güneş Zamanıdır  
G<sub>d</sub>: Sabit Bir Düzlem Üzerinde Difüzyon Işıması (W/m<sup>2</sup>)  
A<sub>d</sub>: 2 eksenli Difüzyon Işıması (W/m<sup>2</sup>)  
T<sub>d</sub>: Ortalama Gündüz Sıcaklığı (°C)  
G<sub>c</sub>: Sabit Bir Düzlem Üzerinde Global Berrak Gökyüzü Işıması (W/m<sup>2</sup>)

G: Sabit Bir Düzlemde Küresel Işıma (W/m<sup>2</sup>)  
A: 2 Yönlü Küresel Işıma (W/m<sup>2</sup>)  
A<sub>c</sub>: 2 eksenli Küresel Berrak Gökyüzü Işıması



**Tablo 4.7. Aylık Güneş Işıma**

Yer: 41 ° 14'33 "Kuzey, 27 ° 53'9" Doğu, Yükseklik: 131 m  
Kullanılan güneş radyasyonu veritabanı: PVGIS-klasik  
Panel Montaj Eğimi: 31 derece.

Ay	$H_h$	$H_{opt}$	$H(31)$	$I_{opt}$	$T_L$	$D/G$	$T_D$	$T_{24h}$	$N_{DD}$
Ocak	1510	2190	2190	59	2.6	0.62	4.9	4.7	411
Şubat	2050	2660	2660	50	4.0	0.60	5.7	5.4	345
Mart	3100	3650	3650	39	5.1	0.56	8.1	7.6	297
Nisam	4340	4640	4640	26	4.8	0.51	12.9	11.8	116
Mayıs	5370	5310	5310	14	5.0	0.49	18.5	17.0	13
Haziran	5850	5560	5560	7	4.5	0.47	23.3	21.5	3
Temmuz	5780	5630	5630	11	5.8	0.46	26.1	24.3	3
Ağustos	5290	5510	5510	22	4.4	0.45	25.7	24.3	4
Eylül	4190	4910	4910	37	3.8	0.44	21.2	20.0	18
Ekim	2770	3630	3630	49	3.8	0.51	16.2	15.5	136
Kasım	1680	2390	2390	57	3.6	0.59	11.0	10.6	282
Aralık	1240	1810	1810	60	3.3	0.65	6.7	6.5	373
<b>Yıllık Ortalama</b>	3600	4000	4000	31	4.2	0.50	15.0	14.1	2001

$H_h$ : Yatay Düzlemde Işıma (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$I_{opt}$ : Optimum Eğim (deg.)

$D/G$ : Difüzyonun Yerel Işımaya Oranı (-)

$T_{24h}$ : 24 saatlik Sıcaklık Ortalaması (°C)

$H(31)$ : Panel Montaj Eğiminde Işıma (31 derece). (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$H_{opt}$ : Eğik Düzlemle Optimum Işıma (Wh/m<sup>2</sup>/day)

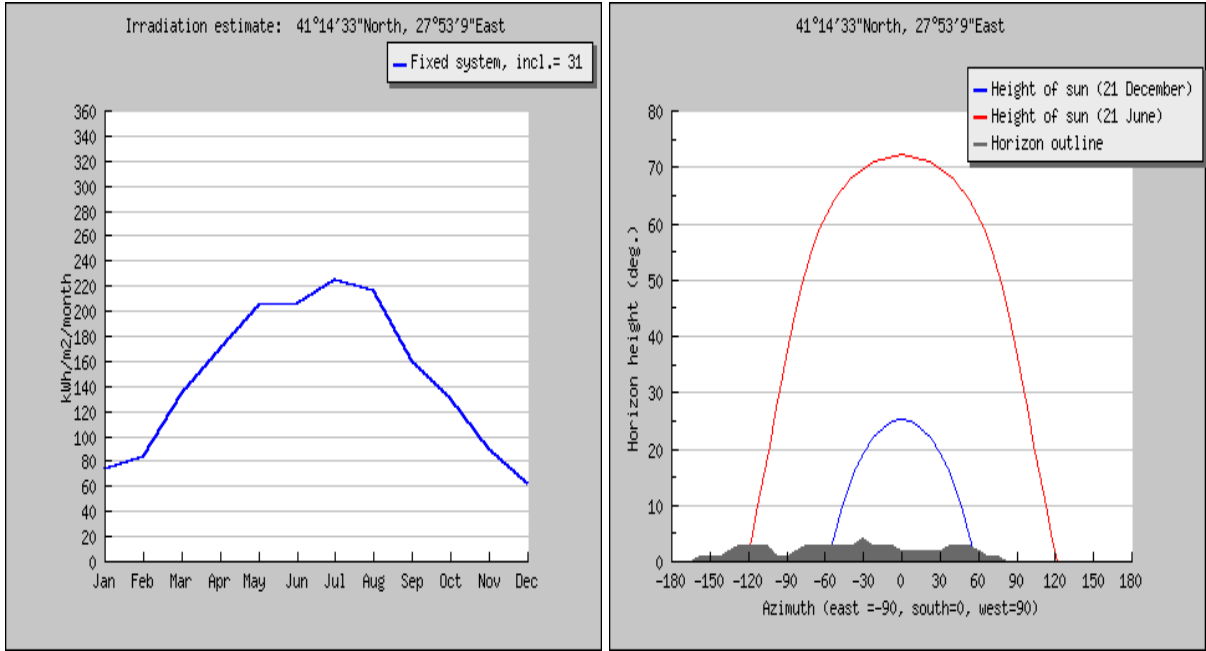
$T_L$ : Gölgeleme (-)

$T_D$ : Gündüz Sıcaklık Ortalaması (°C)

$N_{DD}$ : Derece – Gün (-)

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü gibi; Çorlu bölgesi için optimum eğim açısı 31 ° ve bu optimum eğim açısına göre 1 günde 1 m<sup>2</sup>' ye düşen ortalama ışıma miktarı 4.000 Wh ve 1 yıllık periyot içerisindeki 24 saatlik sıcaklık ortalaması 14.1 °C' dir. Dolayısıyla panel güneş sistemlerinin verimli olarak çalışması için de uygundur.

**Tablo 4.8. Off Grid PV Performansı Grafiği**



PV sistem Nominal güç: 70,0 KW (kristal silikon)

Tahmini kayıplar (sıcaklıklar nedeniyle):% 9.4 (yerel ortam sıcaklığı kullanarak)

Tahmin edilen kayıp (açısal yansıma etkisi nedeniyle):% 2.6

Diğer kayıplar (kablolar, invertör vb):% 50.0

Toplam PV Sistem Kayıpları: 55.9%

Kabulleri yapılarak elde edilen PV performans tablosu aşağıda verilmektedir.

**Tablo 4.9. Off Grid PV Performansı Tablosu**

PV Montaj Açıcı=31°				
Ay	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Ocak	78.20	2420	2.37	73.3
Şubat	98.10	2750	2.98	83.4
Mart	141.00	4360	4.34	134
Nisan	178.00	5330	5.66	170
Mayıs	201.00	6250	6.60	205
Haziran	204.00	6120	6.86	206
Temmuz	215.00	6650	7.26	225
Ağustos	204.00	6330	6.95	215
Eylül	160.00	4810	5.34	160
Ekim	130.00	4030	4.17	129
Kasım	97.20	2910	3.00	90.0
Aralık	66.50	2060	2.01	62.2
<b>Yıllık Ortalama</b>	<b>148</b>	<b>4500</b>	<b>4.80</b>	<b>146</b>
<b>Yıllık Toplam</b>	<b>54000</b>	<b>1750</b>		

$E_d$ : Sistemin Ortalama Günlük Elektrik Üretimi (KWh)

$E_m$ : Sistemin Ortalama Aylık Elektrik Üretimi (KWh)

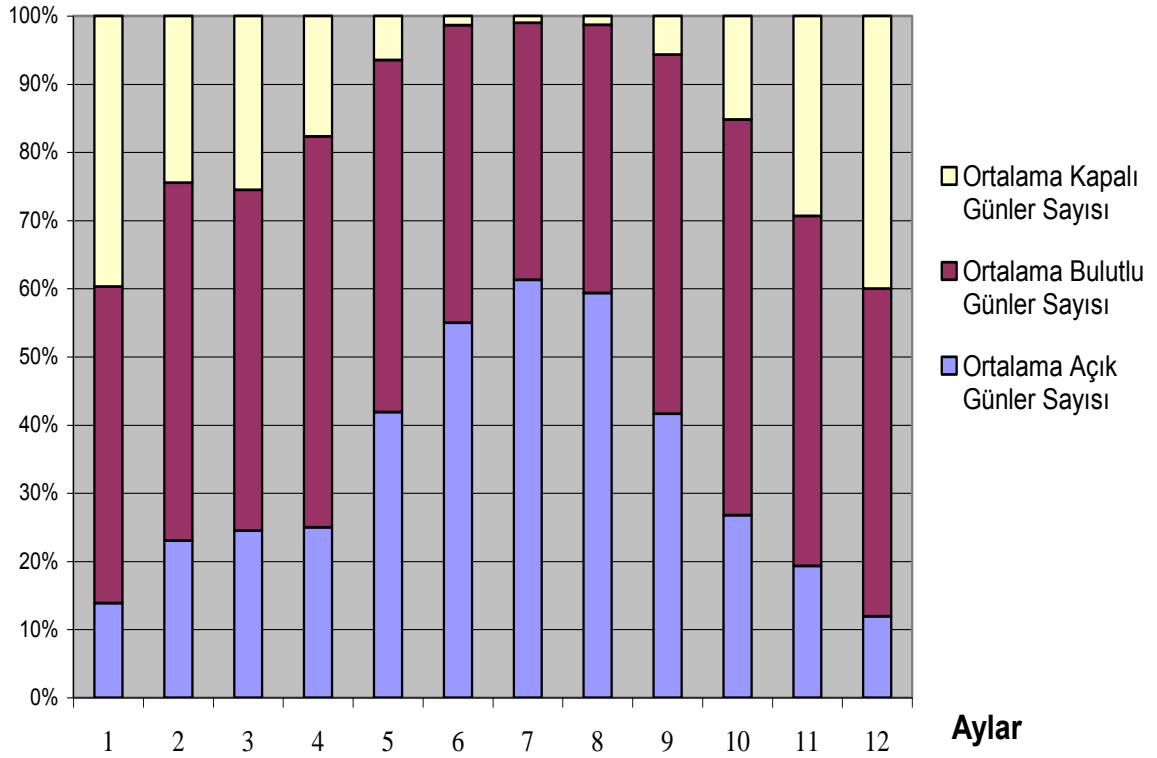
$H_d$ : m<sup>2</sup> Bazında Günlük Ortalama Elektrik Üretimi(KWh/m<sup>2</sup>)

$H_m$ : m<sup>2</sup> Bazında Aylık Ortalama Elektrik Üretimi (KWh/m<sup>2</sup>)

Tablo 4.10. 4.11. ve 4.12.' de ise Çorlu Meteoroloji Müdürlüğünden son 10 yılın verileri olarak alınan bulutlu gün sayıları ve rüzgâr yönü, şiddetleri ile ilgili grafik ve tablolar yer almaktadır. Bu veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nün Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı bünyesinde hazırlanan istatistiki bilgilerdir.

**Tablo 4.10 Çorlu için Ortalama Aylık Kapalı – Açık – Bulutlu Gün Sayıları ve Grafiği (Çorlu Meteoroloji Müdürlüğü, 2010)**

	Ortalama Açık Günler Sayısı	Ortalama Bulutlu Günler Sayısı	Ortalama Kapalı Günler Sayısı
<b>Ocak</b>	4,3	14,4	12,3
<b>Şubat</b>	6,5	14,8	6,9
<b>Mart</b>	7,6	15,5	7,9
<b>Nisan</b>	7,5	17,2	5,3
<b>Mayıs</b>	13,0	16,0	2,0
<b>Haziran</b>	16,5	13,1	0,4
<b>Temmuz</b>	19,0	11,7	0,4
<b>Ağustos</b>	18,4	12,2	0,4
<b>Eylül</b>	12,5	15,8	1,7
<b>Ekim</b>	8,3	18,0	4,7
<b>Kasım</b>	5,8	15,4	8,8
<b>Aralık</b>	3,7	14,9	12,4
<b>YILLIK</b>	<b>123,1</b>	<b>179,1</b>	<b>63,1</b>

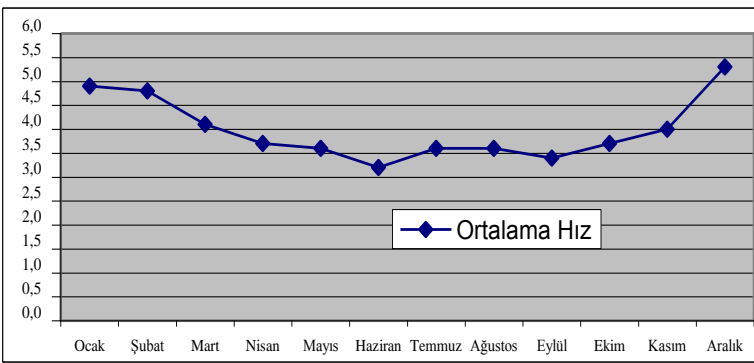
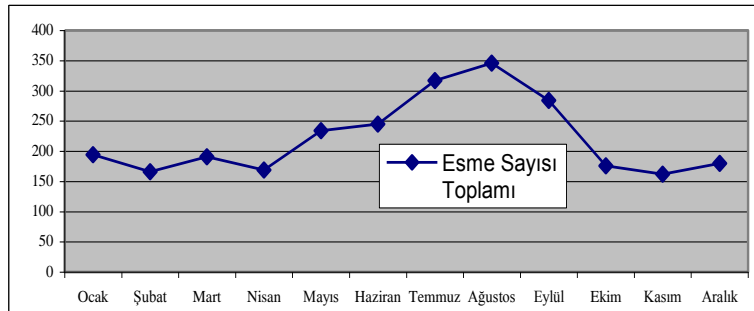


**Tablo 4.11. Çorlu İçin En Hızlı Esen Rüzgâr Yönü ve Hızı (m/s) (Çorlu Meteoroloji Müdürlüğü, 2010)**

Aylar	En Hızlı Esen Rüzgar Yönü	En Hızlı Esen Rüzgar Hızı
Ocak	N	23,8
Şubat	N	23,1
Mart	N	22,0
Nisan	NNE	17,8
Mayıs	N	18,9
Haziran	N	20,8
Temmuz	N	23,8
Ağustos	NNE	17,4
Eylül	NNE	16,4
Ekim	N	23,8
Kasım	NNW	18,9
Aralık	NNE	25,5
<b>YILLIK</b>	<b>NNE</b>	<b>25,5</b>

**Tablo 4.12. Çorlu İçin Rüzgâr Esme Sayıları Toplamı ve Ortalama Hızı (m/s) (Çorlu Meteoroloji Müdürlüğü, 2010)**

Aylar	Esme Sayısı Toplamı	Ortalama Hız
Ocak	194	4,9
Şubat	166	4,8
Mart	191	4,1
Nisan	169	3,7
Mayıs	234	3,6
Haziran	245	3,2
Temmuz	317	3,6
Ağustos	346	3,6
Eylül	284	3,4
Ekim	176	3,7
Kasım	162	4,0
Aralık	180	5,3
<b>YILLIK</b>	<b>2664</b>	<b>3,9</b>



“İstranca dağlarının doğusunda, yani Vize ve Saray ilçelerinin bulunduğu alanda dağlık yapı azalmakta ve rüzgâra hızını arttıracak şekilde etki etmektedir. Özellikle Çorlu, Çerkezköy ve bunların batısındaki alan rüzgâr türbini kurulumu için uygun görülmektedir (Vardar ve ark,2005).” ve Çorlu Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınan verilere göre bu projemizde

Rüzgâr Enerjisinden faydalanmak ve rüzgâr santralini de Kuzey-Kuzey Doğu istikametine yönlendirmek doğru adım olacaktır.

Bu durumda bu proje için Aktif Önlemlerden Güneş Enerjisi ve Rüzgâr Enerjisini kullanmak ve coğrafik şartlar açısından hem de proje özellikleri açısından kullanmak mümkündür.

Kafeterya projesi ile ilgili olarak, rüzgâr ve güneş enerji sistemleri konusunda faaliyet gösteren yerel bir firma ile yapılan görüşmeler ve hazırlanan mimari proje ile elektrik yükleri hesabının verilmesi sonucunda ilgili firma tarafından bir proje hazırlanmıştır. Ancak, hazırlanan projelerin sistemin satın alma aşamasında verileceği, firma yetkilileri tarafından bildirilmiştir. İlgili firma tarafından hazırlanan sistem detayları ise aşağıda yer almaktadır.

### **TW18000 GES ONGRID Sistem Detayları (şebeke bağlantılı güneş enerjisi)**

80 ADT MAGE POWERTECH PLUS 220/6 PH220 Polycrystalline Ixwxh:163x99,2x45  
1 ADT Sunny Tripower STP 17000TL 3 Faz  
1 ADT Sistem Kontrol Panosu,  
Sigorta,  
Konektörler,  
Solar Kablo,  
Çatı montaj aparatları ve parçaları alüminyum olarak kullanılacaktır,  
Solar Dağıtım Panoları,  
Topraklama Elemanları,  
İnverterler Arası Bağlantı Elemanları,  
İç Kablolama

### **TW3000 Rüzgâr Enerji Sistemi**

1 ADT TW3000W 48V TURKWATT Rüzgâr enerji sistemi,  
1 ADT Kontrol Panosu,  
1 ADT Şarj Regülâtörü,  
1 ADT 3kW OnGrid İnverter,  
12 ADT 100Ah Kuru Tip Akü,(opsiyonel)  
Sigorta,  
İç Kablolama,  
Sistemin devreye alınması, inşaat ve montaj(montaj yapılacak yer için bilgi veriniz kayalık vb), Projelendirme hizmeti.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çorlu Mühendislik Fakültesi yerleşkesi içerisinde yapımı planlanan kafeterya projesi için enerji verimliliğini ön planda tutacak tasarım kriterleri açıklanmıştır. Bu kriterlere göre hazırlanan ısı yalıtım programı ile de yapılan tasarımın etkinliği incelenmiştir.

TS825' e göre TGÜB (Türkiye Gazbeton Üreticiler Birliği) tarafından hazırlanan bilgisayar programı ile bu projeye ait Isı Yalıtım Projesi hazırlanarak ekte verilmiştir. Isı Yalıtım Projesi için başka kurum ve kuruluşlarca da hazırlanan bilgisayar programlarını kullanmak da mümkündür.

Tablo 4.1.' de de görüldüğü gibi, tasarımda özenle seçilen malzemelere göre hazırlanan ısı yalıtım projesinde ise ısı ihtiyacı kimlik belgesinde A sınıfı yani "SÜPER ENERJİ VERİMLİ BİNA" sonucunu vermiştir. Kış bahçesi ve trombe duvarının ısı yalıtımına direkt olan katkısı TS825 bu konuda hesap yöntemini vermediği için ısı yalıtım projesinde hesaplanamamıştır.

Ancak, TS EN 832 Standardı kullanılarak trombe duvarlarının ve kış bahçesinin ısı yalıtımına katkısı hesaplanabilir. Bu yapı elemanlarının da ısı yalıtım hesabına katılması ile bu proje için Isı Yalıtım Değeri çok daha yüksek olacak ve dolayısıyla Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı çok daha azalacaktır.

Aynı zamanda TS 825 içerisinde Isı Köprüleri konusu net olmadığı ve kullanılan programda da bu hesaplama yer almadığı için, Isı Yalıtım Projesi hesaplanırken Isı Köprüleri hesaba katılmamıştır. Ancak, Isı Köprülerinin hesaplanması ile ilgili çeşitli çalışmalar söz konusudur. Konuyla ilgili Akgün G, Dilmaç Ş (2005) "Isı köprüsü problemlerinde kullanılan matematik modellerin karşılaştırılması" ve Kalpak Ö (2006) "Isı köprüleri için önerilen ısı kaybı hesap metotlarının Ülkemiz iklim şartları yapı konstrüksiyonları açısından değerlendirilmesi" çalışmalardan faydalanılarak hesaplama yapmak mümkündür.

Enerji Verimliliği için Güneş Pencereleri, Güneş Duvarları, Kış Bahçesi, Bina Yalıtımı, Mekanik Tesisat Yalıtımı, Isıtma Sistemlerinde Alınması Gereken Önlemler ve Aydınlatma Sistemlerinde Alınması Gereken Önlemler başlıklarında açıklanan uygulama ve tasarım kriterleri ile Çorlu Mühendislik Fakültesi yerleşkesinde yapımı planlanan ve toplam kullanım alanı yaklaşık 700 m<sup>2</sup> olan bir kafeterya binası için enerjiyi verimli kullanmak üzere tasarım yapmak suretiyle, A Sınıfı Enerji Verimli bir bina elde edilerek, sadece ısı enerjisi ihtiyacı dikkate alındığında, 30.000 kg sera gazının salınımının önüne geçilmiş olunacaktır (1 KWh

enerji kullanımı sırasında kullanılan enerji sınıfına göre açığa çıkan sera gazı miktarı Tablo 4.3.' te verilmiştir.).

Tablo 4.3. incelendiğinde ve Tablo 4.1.' e göre ısıtma enerjisi nedeniyle kullanılacak doğalgaz kaynaklı Sera Gazı Salınımı hesaplaması yapıldığında;

Binanın C sınıfı enerji verimli olması ve Isıtmada Taş Kömürü Seçilseydi

$$16,98 \text{ KWh/m}^3 \times 2.610,3 \text{ m}^3 = 44.323 \text{ kWh}$$

$$44.323 \text{ KWh} \times 0,97 \text{ kg CO}_2/ \text{KWh} = \mathbf{42.993 \text{ kgCO}_2}$$

Binanın A sınıfı enerji verimli olması ve Isıtmada Doğalgaz Kullanıldığı durumunda

$$9,91 \text{ KWh/m}^3 \times 2.610,3 \text{ m}^3 = 25.868 \text{ kWh}$$

$$25.868 \text{ KWh} \times 0,50 \text{ kg CO}_2/ \text{KWh} = \mathbf{12.934 \text{ kgCO}_2}$$

Elektrik Enerjisi İhtiyacı için ise, A veya A++ elektrik enerjili ürünler seçilerek enerji verimliliği % 45 oranında sağlanmış, aynı zamanda ihtiyaç olan 13.000 W elektrik enerjisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması sonucunda ise, 45.000 kg sera gazı salınımının önüne geçilmiş olmaktadır.

Bir ağacın ortalama 1 yıl içerisinde 15.000 kg sera gazı emmesi durumuna göre; alınan tedbirler ile bu kafeterya binası yapı ömrü boyunca her yıl 5 ağacı dünyaya hediye edecek ve sürdürülebilir bir yaşama katkıda bulunmuş olacaktır. Türkiye ve Dünya üzerindeki yapıların sayısı ve büyüklükleri düşünüldüğünde, aynı hassasiyet yaklaşımı ile “Sürdürülebilir Yaşam” için öncelik taşıyan “Küresel Isınma” problemi tamamıyla ortadan kalkacaktır.

Dünya’ da tüketilen enerjinin en büyük bölümünün binalarda olduğu düşüncesi ile inşaat sektörü içerisinde yer alan tüm disiplinlerin (mimar ile son tüketici de dâhil olmak üzere aradaki tüm disiplinler) enerjinin verimli kullanılmasına ve verimli kullanılan enerjinin de mümkün olduğunca yenilenebilir kaynaklardan karşılanmasına özen göstermelidir.

Konunun önemine binaen, konuyla ilgili gerekli bilgilendirme eğitimlerinin yerel olarak tüm Trakya’ da ilgili birimler tarafından planlanması ve katılımın üst seviyede olması için gerekli tedbirlerin alınması önerilir.

Trakya Bölgesinde tasarımı ve uygulaması yapılacak tüm binalar için binaların birtakım özelliklerine göre değişmekle birlikte Pasif Önlemlerin tamamını veya tamamına yakınına kullanmak mümkündür. Aktif Önlemler olarak bahsedilen yenilenebilir enerji kaynaklarının Trakya Bölgesindeki binalarda kullanılması Güneş Enerjisi ve Rüzgâr Enerjisi sistemleri ile mümkündür. Hidroelektrik enerjisi, nükleer enerji, biyokütle enerjisi, dalga enerjisi, nükleer enerji, gel-git enerjisi gibi diğer pasif önlemler başlığında yer alan yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulması ve işletilmesi ulusal planlama ve ulusal enerji politikası kapsamına girmektedir. Dolayısıyla bu konuda planlamaların yapılması ilgili birimlerce sağlanmalıdır. Jeotermal kaynaklar Trakya Bölgesinde yer almadığı için bu enerji kaynağını kullanmak mümkün görülmemektedir.

Nitekim 05.12.2008 tarihinde yayınlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” nde “Yeni yapılacak binalarda yenilenebilir enerji sistemleri için sunulan raporda tespit edilen ilk yatırım maliyeti enerji ekonomisi göz önünde bulundurulmak suretiyle, inşaat alanı 20.000 m<sup>2</sup>’ye kadar olan binalarda 10 yıl, inşaat alanı 20.000 m<sup>2</sup> ve daha büyük binalarda 15 yılda geri dönüşüm kazanılması durumunda bu sistemlerin yapılması zorunludur.” ibaresi yer almaktadır.



## 6. KAYNAKLAR

2 Mayıs 2007 Tarih ve 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu

Akgün G, Dilmaç Ş (2005). Isı Köprüsü Problemlerinde Kullanılan Matematik Modeller, İtü Dergisi, Cilt 4, Sayı 5, Ekim 2005 Sayısı

Akpınar A, Kömürcü M.İ, Filiz M.H (2008). Türkiye' nin Enerji Kaynakları ve Çevre, Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Enerji Kaynakları, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul

Aksoy M.A, Keçeciler A, Onural A.Ş (2001). Konutlara Isı Yalıtımı Yöntemlerinde Ekonomik Uygulama, TMMOB Yalıtım Kongresi, Eskişehir

Akşit T (1995). Nükleer Santrallerin Çevreye Olan Etkileri ve Bunların İrdelenmesi (Meteoroloji Mühendisliği Dergisi – 1995/1

Albay, A. O (1993). Fakir Karışimli Benzin Motorlarında Hidrojen veya Doğal Gazın Ek Yakıt Olarak Kullanılması, İTÜ Fen Bilimleri Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Arıkan Y (2003). İklim Değişikliği ve Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi, Ankara

Arıkan Y (2007). İklim Değişikliği Çalışma Grubu 3. Çalıştayı, Ankara

Arıman S (2008). Binalarda Enerji Verimliliği, 27. Enerji Verimliliği Konferansı, Ankara

Arısoy A, Çetegen E (2008). Yalıtım ve Isıtma Sistemlerinin Optimizasyonu, Dizayn Konstrüksiyon Dergisi, Sayı 274

Ataman A. R (2007). Türkiye' de Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Bayındır M. S (2010). Yenilenebilir Enerji Kaynakları AB ve Türkiye Uygulamaları, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Bektaş B, Aksoy A.T (2005). Soğuk İklimlerdeki Binalarda Pencere Sistemlerinin Enerji Performansı, Fırat Üniversitesi ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (3), 499-508, Elazığ

Berberoğlu U (2009). Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışı Çerçevesinde Enerji Verimi Kavramının Güncel Konumu ve Yeni Yaklaşımlar, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Binalarda Isı Yalıtım Proje Hazırlama Esasları (2000), Yayın No: MMO/ 247/ 2000, Makine Mühendisleri Odası

Bozdoğan B (2003). Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Bozkurt A. U (2007). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir

- Buyruk B.H (2008). Türkiye'deki Binaların Genel Enerji Durumu, Tasarruf Potansiyeli ve Gelişmeler, Turkish – American Clean Energy Technologies Conference, İstanbul
- Cebeci M (2002). Küçük Güçlü Hidroelektrik Santrallerde Düşü, Debi, Yük ve Verim İlişkileri, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Elazığ
- Cerit B, Yılmaz B (2008). Isı Yalıtımlı Düşük Enerjili Binalar ve Çevre Kirliliğine Etkileri, Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Yüksek Lisans Tezi, Antalya
- Coşkun C, Oktay Z, Sarpdağ Ö, Coşkunyürek A.H, Evciman M (2008). Yeşil Enerji Etkin Akıllı Villalara Yönelik Özgün Bir Tasarım, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir
- Çağal F. E (2009). Biyokütle Enerji Potansiyelinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Çoban K. O (2010). Aydınlatma Elemanlarının Verimliliği ve Enerji Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Dağsöz A.K, Işıkel K, Bayraktar K.G (2005). Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtımı ile Çözümü ve Enerji Tasarrufu, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İstanbul
- Dız T (2004). İklim Değişikliği ve Isı Yalıtım, İklim Değişikliği Konferansı, Ankara
- Dikmen A. Ç (2009). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye' nin Geleceğindeki Yeri, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara
- Dilmaç Ş (2009). Isı Yalıtım Sistemlerinin Karşılaştırmaları, Isı Yalıtım Semineri, Polistiren Üreticileri Derneği, İstanbul
- DPT Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu, Yayın No: DPT 2441 – ÖİK 497, 1996
- Emeç A. Z (2010). Kafeterya Binasının Elektrik Enerjisi İhtiyacı, Elektrik Mühendisi, Çorlu (Görüşme Tarihi, 10.01.2011)
- Ertaş K (2005). TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Hesap Metodunun Bilgisayar Programı Vasıtasıyla Uygulanması, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İstanbul
- Ertokat N (2008). Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği Eğitimi, Türk Ytong San. A.Ş., İstanbul
- Etemoğlu A.B, Sman M.K (2004). Enerji Kullanımının Teknik Ve Ekonomik Analizi, Mühendis ve Makine, Şubat 2004 - Sayı 529
- Fevziye A, Üstün B, Çakır Ö (2001). Binalarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna ve Çevre Kirliliğine Etkileri, Yalıtım 2001 Kongresi, Eskişehir
- İşbilir D (2009). Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya

Kalp k   (2006). Isı Köprüleri İçin  nerilen Isı Kaybı Hesap Metotlarının  lkemiz İklim Şartları Yapı Konstrüksiyonları Açısından Değerlendirilmesi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Edirne

Karadağ H. İ (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Rüzgâr Enerjisinin  nemi ve Rüzgâr Türbini Tasarımı, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Karataş S (2009). Türkiye’ de Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Rüzgâr ve Güneş Enerjilerinin Yeri, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Kartal S (2009). Güneş Mimarisi Elemanlarının Isıl Verimlerinin Türkiye İklim Şartları ve Yapı Konstrüksiyonları için Hesaplanması, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Edirne

Keleş C.   (2008). Türkiye’ de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Keleşoğlu  , Akarsu E. E (2008). Betonarme Bir Binada Yıllık Isı Kaybı ve Enerji İhtiyacının Yapay Sınır Ağları ile Belirlenmesi, e-Journal of New World Sciences Academy 2008, Volume: 3, Number: 2, Article Number: A0079

Kılıç N (2006). Bir Zırh = Yalıtım, İzmir Ticaret Odası Araştırma ve Geliştirme Müdürlüğü, İzmir

Kıncay O (2009). Sürdürülebilir Yeşil Binalar, Yıldız Teknik Üniversitesi Doktora Tezi, İstanbul

Kıyak A (2007). Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları ve Enerji Verimliliğinin İncelenmesi; Muğla İli Toplu Konut Yerleşkesi  rneęi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Muğla

Kopuz A (2010). Güneş Mimarisi Ders Notları

Kulaksızoğlu Z (2008). Isı Yalıtım Sektör Araştırması, İstanbul Ticaret Odası, İstatistik Şubesi

K  k zdemir G (2005). Cephe Kimliğine Mimari Tasarımın Bir Parçası Olarak Güneşin Etkisi, Maltepe Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Künar A (2008). Binalarda Enerji Verimliliği, EİE Sunumu

Moltay   (2009). Yeşil Yapılar. Ekoloji Teknik, 8

Müjde A (2006). Binaların Enerji İhtiyacının Fotovoltaik (PV) Bileşenli Cepheler ile Azaltılması, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir

 zbalta G (2008). Farklı Derece-Gün Bölgelerinde Saydam Yalıtım ile Oluşan Enerji Kazancı Hesabı, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

- Özenç S (2007). Aydınlatma Sistemlerinde Kalite, Enerji Verimliliği ve Modelleme, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Özgöçmen A (2007). Güneş Pilleri Kullanarak Elektrik Üretimi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Pehlevan A (2006). TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardının Yoğuşma ve Buharlaşma Süreleri Açısından Değerlendirilmesi, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İstanbul
- Peker Z (2005). Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Planlama Yaklaşımı ile Kentlere Entegrasyonu: İzmir İli Jeotermal ve Rüzgâr Enerjisi Potansiyelleri Örneği, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir
- Pırasacı T (2009). Isıtma Tesisatı (Yapılarda Isı Yalıtımı) Ders Notları, Gazi Üniversitesi
- Rüksan T (2009). Binalarda Enerji Verimliliği Paneli, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- Savaş S (2000). TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları ve Uygulama Sorunları, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Ekim-Aralık 2000
- Savaşır K, Begeç H (2005). Giydirme Cephelelerde Kullanılan Camların Isı Yalıtım ve Malzeme Açısından Performanslarının Karşılaştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İzmir
- Sezer F.Ş (2005). Türkiye’ de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi Cilt 10 Sayı2, Bursa
- Şengül D, Sayın B, Kaplan S. A (2005). Su ve Isı Yalıtımının Yapılarda Uygulanmasının Gerekliliği ve Yalıtımdaki Uygulamaların Emniyet ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, İstanbul
- Şentürk M (2009). Türkiye’ nin Enerji Ekonomisi: Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye Enerji Politikalarının Yapısal Uyum Sorunları, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep
- Şerefhanoglu Sözen, M (2004) “Mimari Mekan Oluşumu ve Aydınlatma”, Arredamento Mimarlık Dergisi, Eylül 2004, Sayı 172, İstanbul
- Tağmat T. S (2006). Binalarda Enerji Performansı Direktifi 2002/91/EC Çevirisi, TMMOB Mimarlar Odası
- Tamay T, Buyruk E, Pınarbaşı A, Temel Ü. N (2007). Binalarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisinin Termal Kamera ile Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas
- Topal O (2009). Binalarda Enerji Verimliliği, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Üçgül A, Akgül G (2010). İklimlendirme İçin Güneş Enerjili Ejektörlü Soğutma Sistemi Uygulamasının Termodinamik, Çevresel ve Ekonomik Analizi,

Ünlü E (2009). Deniz Yüzey Dalgalarından Elektrik Enerjisi Üretilmesini Sağlayacak Bir Sistem Tasarımı ve Performansının Değerlendirilmesi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Mersin

Vardar A, Eker B, Durgut M. R (2005). Trakya Bölgesinde Rüzgâr Türbinleri için Uygun Yerlerin Saptanması, Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, Tekirdağ

Veziroğlu N (2007). Hidrojen Enerjisi, Bursa Ekonomi, Bursa Sanayi ve Ticaret Odası, Sayı 231 Bursa

Yaylalı B (2008). Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile bölgesel ölçekte sera gazı emisyonu azaltımı için örnek bir çalışma, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya

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

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

[www.bilgiustam.com](http://www.bilgiustam.com)

[www.cografyatutkudur.com](http://www.cografyatutkudur.com)

[www.electricvehicle.com](http://www.electricvehicle.com)

[www.elektroteknoloji.com](http://www.elektroteknoloji.com)

[www.enerji2023.com](http://www.enerji2023.com)

[www.enerjikaynaklari.net](http://www.enerjikaynaklari.net)

[www.fizikkulubu.net](http://www.fizikkulubu.net)

[www.geleceginenerjisi.com](http://www.geleceginenerjisi.com)

[www.izolasyondunyasi.com](http://www.izolasyondunyasi.com)

[www.jeotermal.com](http://www.jeotermal.com)

[www.kuresel-isinma.org](http://www.kuresel-isinma.org)

[www.turksan.com](http://www.turksan.com)

[www.bilisingelisim.com/bilim-teknik/21-dalga-enerjisi.html](http://www.bilisingelisim.com/bilim-teknik/21-dalga-enerjisi.html)

# EK:

Namık Kemal Üniversitesi Çorlu  
Mühendislik Fakültesi Kafeterya Binası  
Isı Yalıtım Projesi

## BİNA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

### Bina Bilgileri

Projenin Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası  
Binanın Adı : Kafeterya  
Ada/Parsel :  
Sokak-No : Mühendislik Fakültesi Yerleşkesi  
Semt :  
İlçe / İl : Çorlu/TEKİRDAĞ

### Dizayn Bilgileri:

Brüt Hacim : 2610,3  
Net Kullanım Alanı : 835,3  
Tavan Yüksekliği : > 2.6 m  
İç Sıcaklık : 19  
Kat Adedi : 2  
Bina Tipi : İş veya Hizmet binası  
Yakıt Türü : Doğalgaz  
Bölgesi : TEKİRDAĞ - 2  
Havalandırma : Doğal  
Pencere Alanı Oranı : %60'tan az

### Proje Sorumlusu Bilgileri:

Adı Soyadı : Bülent BALOĞLU  
Mesleği : İnşaat Mühendisi  
Sicil No : 338  
Kuruluşu : Türk YTONG San. A. Ş.  
Adresi : Fevzi Çakmak Mah. Cemal Gürsel Cad.  
No:102 Kaynarca - Pendik / İSTANBUL  
Telefon : 0216 3966600  
Faks : 0216 3968294  
E-Posta : bbaloglu@ytong.com.tr  
Web Adresi : www.ytong.com.tr

<b>ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ</b>		
<b>Ada/Parsel</b>	:	
<b>Binanın Tanımı</b>	:	<b>Kafeterya</b>
<b>Cadde ve Bina Numarası</b>	:	<b>Mühendislik Fakültesi Yerleşkesi</b>
<b>Semt/İlçe/İl</b>	:	<b>Çorlu, TEKİRDAĞ</b>
<b>Kullanılacak Yakıt Türü</b>	:	<b>Doğalgaz</b>
	Müsaade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
$A_{top} = 1070,3 \text{ m}^2$	$Q' = 16,98 \text{ kWh/m}^3$	$Q_{yıl} = 9,91 \text{ kWh/m}^3$
$V_{brut} = 2610,3 \text{ m}^3$		
$A/V = 0,41 \text{ m}^{-1}$	$Q' = \text{----} \text{ kWh/m}^2$	$Q_{yıl} = \text{----} \text{ kWh/m}^2$
$A_n = 835,3 \text{ m}^2$		
<p>Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı [kg. m<sup>3</sup>]  <math>860 \times Q_{yıl} / ( \text{Yakıtın Kalorifik Değeri} \times \text{Sistem Verimi} ) [\text{Kcal} / \text{kg.m}^3] = 1,16 [\text{kg.m}^3]</math> yakıt</p> <p>Önemli Not : Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS 825'teki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.</p>		
<p><math>A_{top}</math> : Dış duvar, tavan, taban/döşeme, pencere, kapı. Dış ölçülere göre bulunur  <math>V_{brüt}</math> : Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hesaplanan hacmidir. Birimi "m<sup>3</sup>"tür.  <math>A/V</math> : Isı kaybeden toplam yüzeyin (<math>A_{top}</math>) ısıtılmış yapı hacmine (<math>V_{brüt}</math>) oranıdır. Birimi "m<sup>-1</sup>" dir  <math>Q'</math> : <math>A/V</math> oranına bağlı olarak müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi "kWh/m<sup>2</sup>, kWh/m<sup>3</sup>" tür  <math>Q_{yıl}</math> : Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi "kWh/m<sup>2</sup>, kWh/m<sup>3</sup>" tür.  <math>A_n</math> : Binanın net kullanım alanıdır ( <math>A_n = 0.32 V_{brüt}</math> formülü ile hesaplanır. )</p>		
<b>Binanın Enerji Verimliliği Endeksi</b>		
<b>C Tipi Bina</b> <input type="checkbox"/>	<b>B Tipi Bina</b> <input type="checkbox"/>	<b>A Tipi Bina</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Normal Enerji Verimli Bina</b>	<b>İyi Enerji Verimli Bina</b>	<b>Süper Enerji Verimli Bina</b>
<p>Not : <math>Q_{yıl}/Q' &lt; 0,99</math> veya <math>\geq 0,90</math> ise C tipi bina  <math>Q_{yıl}/Q' &lt; 0,90</math> veya <math>\geq 0,80</math> ise B tipi bina  <math>Q_{yıl}/Q' &lt; 0,80</math> ise A tipi bina</p>		
<b>Düzenleyenler</b>		<b>Onay</b>
Adı, Soyadı : Bülent BALOĞLU  Ünvanı : İnşaat Mühendisi  İmza:	Adı, Soyadı:  Ünvanı:  İmza:	



**Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı**

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d (m)	$\lambda_h$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	U W/m <sup>2</sup> K	A m <sup>2</sup>	A x U W/K
<b>DH-1-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>							
1/ $\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,01	0,70	0,01			
7.3.2.2	TS EN 998-2 e uygun ve yoğunluğu $\leq 1000$ altında harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğu $\geq 500$ mm) gazbeton bloklarla yapılan duvarlar	0,3	0,13	2,31			
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11			
4.9.4	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,012	0,24	0,05			
1/ $\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
<b>TOPLAM</b>				<b>3,65</b>	<b>0,274</b>	<b>23,82</b>	<b>6,53</b>
<b>DH-2-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>							
1/ $\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,01	0,70	0,01			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar	0,25	2,5	0,1			
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11			
4.9.4	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,012	0,24	0,05			
1/ $\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
<b>TOPLAM</b>				<b>1,44</b>	<b>0,692</b>	<b>57,3</b>	<b>39,65</b>
<b>CC-1-Tavan( Üzeri Çatılı )</b>							
1/ $\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,70	0,03			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11			
4.6	Çimento harçlı şap	0,1	1,4	0,07			
1/ $\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,08			
<b>TOPLAM</b>				<b>1,5</b>	<b>0,8x0,666</b>	<b>324</b>	<b>172,63</b>
<b>TT-1-Taban( Toprak Temaslı )</b>							
1/ $\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar	0,4	2,5	0,16			
9.2.2.5	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,006	0,19	0,03			
1/ $\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0			
<b>TOPLAM</b>				<b>1,51</b>	<b>0,5x0,663</b>	<b>401,5</b>	<b>133,1</b>
<b>PENCERE 1</b>					<b>0,7</b>	<b>257.29</b>	<b>180,103</b>
<b>KAPI 1</b>					<b>3,5</b>	<b>1,98</b>	<b>6,93</b>
<b>KAPI 2</b>					<b>3,5</b>	<b>4,41</b>	<b>15,435</b>

**İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı,  $H_i$  = 554,38 W/K**

**Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı,  $H_v$  = 551,3 W/K**

**Binanın Toplam Isı Kaybı,  $H = H_i + H_v$  = 1105,68 W/K**

### Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	$\Phi_i$	$\Phi_g$	$\Phi_T = \Phi_i + \Phi_g$			
	(W/K)	(K, °C)	(W)	(W)	(W)	(W)			
Ocak	1106	16,1	17.801	4.176	6.852	11.028	0,62	0,801	23.246.042
Şubat	1106	14,6	16.143	4.176	8.430	12.607	0,78	0,722	18.246.090
Mart	1106	11,7	12.936	4.176	10.314	14.491	1,12	0,59	11.353.147
Nisan	1106	6,2	6.855	4.176	10.448	14.624	2,13	0,374	3.583.447
Mayıs	1106	1	1.106	4.176	12.407	16.583	15	(-)	
Haziran	1106	Td yüksek	(-)	4.176	13.056	17.233	(-)	(-)	
Temmuz	1106	Td yüksek	(-)	4.176	12.702	16.878	(-)	(-)	
Ağustos	1106	Td yüksek	(-)	4.176	11.973	16.150	(-)	(-)	
Eylül	1106	Td yüksek	(-)	4.176	10.226	14.402	(-)	(-)	
Ekim	1106	4,9	5.418	4.176	8.451	12.627	2,33	0,349	2.624.243
Kasım	1106	10,5	11.609	4.176	6.458	10.635	0,92	0,664	11.779.192
Aralık	1106	15,2	16.806	4.176	6.013	10.189	0,61	0,808	22.225.919

Toplam  $Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 93.058.079$  kJ

$Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 93.058.079 = 25.870$  kWh

**Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı**  $Q' = 16,98$  kWh / m<sup>3</sup>  
**Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı**  $Q = 9,91$  kWh / m<sup>3</sup>

**Q < Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygundur.**

**Pencerelerin Toplam Alanı : 257,29 m<sup>2</sup>**

PENCERE - 1		
<b>Toplam Alan</b>	<b>U - Değeri</b>	<b>Güneş Enerjisi Geçirme Faktörü (g)</b>
257.29 m <sup>2</sup>	0,7 W/m <sup>2</sup> k	Çok Katlı Cam (0,75)
<b>Yönler</b>	<b>Gölgelenme Faktörü</b>	
Güney 123,54 m <sup>2</sup>	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	
Kuzey 21,89 m <sup>2</sup>	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	
Doğu 59,28 m <sup>2</sup>	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	
Batı 52,58 m <sup>2</sup>	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	

**Kapıların Toplam Alanı : 6,39 m<sup>2</sup>**

<b>KAPI - 1</b>	
<b>Toplam Alan</b>	<b>U - Değeri</b>
1,98 m <sup>2</sup>	Ağaç - Plastik, Dış(3,5) W/m <sup>2</sup> K
<b>KAPI - 2</b>	
<b>Toplam Alan</b>	<b>U - Değeri</b>
4,41 m <sup>2</sup>	Ağaç - Plastik, Dış(3,5) W/m <sup>2</sup> K

## Kesitli Yapı Elemanları Listesi

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI				Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
				d	$\lambda_h$	R	U
				(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	W/m <sup>2</sup> K
<b>DH-1-Duvar( Dış Hava Teması )</b>							
	1/α <sub>i</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13		
	4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,01	0,70	0,01		
	7.3.2.2	TS EN 998-2 e uygun ve yoğunluğu ≤1000 altında harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğu ≥ 500mm) gazbeton bloklarla yapılan duvarlar	0,3	0,13	2,31		
	10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11		
	4.9.4	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,012	0,24	0,05		
	1/α <sub>d</sub>	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04		
<b>TOPLAM</b>						<b>3,65</b>	<b>0,274</b>

## Kesitli Yapı Elemanları Listesi

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
		d	$\lambda_h$	R	U
		(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	W/m <sup>2</sup> K
<b>DH-2-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>					
	1/ $\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13
	4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,01	0,70	0,01
	5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,25	2,5	0,1
	10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11
	4.9.4	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,012	0,24	0,05
	1/ $\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04
<b>TOPLAM</b>				<b>1,44</b>	<b>0,692</b>

## Kesitli Yapı Elemanları Listesi

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
			d	$\lambda_h$	R	U
			(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	W/m <sup>2</sup> K
<b>CC-1-Tavan( Üzeri Çatılı )</b>						
<b>4.6</b>	1/ $\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,08	
4.6		Çimento harçlı şap	0,1	1,4	0,07	
	10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11	
<b>KTB</b>	5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08	
5.1.1	4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,70	0,03	
	1/ $\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13	
<b>TOPLAM</b>					<b>1,5</b>	<b>0,8x0,666</b>

## Kesitli Yapı Elemanları Listesi

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

<b>BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI</b>			Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
			d	$\lambda_h$	R	U
			(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	W/m <sup>2</sup> K
<b>TT-1-Taban( Toprak Temaslı )</b>						
<b>4.6</b>	1/ $\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17	
<b>KTB</b>	4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04	
	10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	0,045	1,11	
<b>5.1.1</b>	5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,4	2,5	0,16	
	9.2.2.5	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,006	0,19	0,03	
	1/ $\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0	
<b>TOPLAM</b>					<b>1,51</b>	<b>0,5x0,663</b>

## HAVALANDIRMA RAPORU

Havalandırma Tipi	Doğal Havalandırma
Havalandırılan hacim	2088.24m <sup>3</sup>
Hava Değişim Katsayısı (n <sub>h</sub> )	0.8h <sup>-1</sup>
Havalandırma Kayıpları (H <sub>v</sub> )	551,29536 W/K

### YAPI ELEMANLARININ TERMOFİZİKSEL ÖZELLİK ÇİZELGELERİ

#### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 1

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (kümülatif)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (kümülatif)
-	-	d	μ	S <sub>d</sub>	S <sub>dT</sub>	λ <sub>h</sub>	R	R <sub>t</sub>
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	İçeri Isı Geçişi	-	-	-	-	-	0,25	0,25
4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,01	10	0,1	0,1	0,70	0,014	0,26
7.3.2.2	TS EN 998-2 e uygun ve yoğunluğu ≤1000 altında harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğu ≥ 500mm) gazbeton bloklarla yapılan duvarlar	0,3	8	2,4	2,5	0,13	2,308	2,57
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	3	0,15	2,65	0,045	1,111	3,68
4.9.4	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,012	10	0,12	2,77	0,24	0,05	3,73
-	Dışarı Isı Geçişi	-	-	-	-	-	0,04	3,77

U Değeri= **0.27 W/m<sup>2</sup>K**

## Duvar( Dış Hava Teması ) DH - 2

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (kümülatif)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (kümülatif)
		d	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	Rt
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .KW	m <sup>2</sup> .KW
-	İçeri Isı Geçişi	-	-	-	-	-	0,25	0,25
4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,01	10	0,1	0,1	0,70	0,014	0,26
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,25	100	25	25,1	2,5	0,1	0,36
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	3	0,15	25,25	0,045	1,111	1,48
4.9.4	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,012	10	0,12	25,37	0,24	0,05	1,52
-	Dışarı Isı Geçişi	-	-	-	-	-	0,04	1,57

U Değeri= **0.64 W/m<sup>2</sup>K**

## Tavan( Üzeri Çatılı ) CC - 1

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (kümülatif)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (kümülatif)
		d	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	Rt
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .KW	m <sup>2</sup> .KW
-	İçeri Isı Geçişi	-	-	-	-	-	0,25	0,25
4.3	Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	10	0,2	0,2	0,70	0,029	0,28
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	100	20	20,2	2,5	0,08	0,36
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	3	0,15	20,35	0,045	1,111	1,47
4.6	Çimento harçlı şap	0,1	15	1,5	21,85	1,4	0,071	1,54
-	Dışarı Isı Geçişi	-	-	-	-	-	0,04	1,58

U Değeri= **0.63 W/m<sup>2</sup>K**



## Taban( Toprak Temaslı ) TT - 1

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka Kalınlığı	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (kümülatif)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci	Yüzeysel Isıl İletim Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (kümülatif)
		d	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	Rt
		m	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .KW	m <sup>2</sup> .KW
-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,25
-	İçeri Isı Geçişi	-	-	-	-	-	-	-
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	15	0,75	0,75	1,4	0,036	0,29
10.5.3	Mineral Lifli Isı Yalıtım Malzemesi	0,05	3	0,15	0,9	0,045	1,111	1,4
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,4	100	40	40,9	2,5	0,16	1,56
9.2.2.5	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,006	20000	120	160,9	0,19	0,032	1,59
-	Dışarı Isı Geçişi	-	-	-	-	-	0	1,59

U Değeri= **0.63 W/m<sup>2</sup>K**

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	EYLÜL	EYLÜL	EKİM	EKİM	KASIM	KASIM	ARALIK	ARALIK	OCAK	OCAK	ŞUBAT	ŞUBAT
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	19.99	2337	19.61	2283	19.24	2231	18.93	2189	18.87	2180	18.97	2194
1Ara Yüzey	19.99	2337	19.59	2280	19.2	2226	18.87	2180	18.81	2172	18.91	2186
2Ara Yüzey	19.93	2329	15.98	1817	12.17	1420	8.96	1147	8.35	1100	9.37	1179
3Ara Yüzey	19.9	2324	14.24	1625	8.78	1133	4.19	826	3.31	776	4.78	860
Dış Yüzey	19.9	2324	14.16	1617	8.63	1121	3.98	813	3.08	763	4.57	848
Dış Ortam	19.9	2324	14.1	1611	8.5	1112	3.8	803	2.9	754	4.4	838
Sonuçlar												

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	MART	MART	NİSAN	NİSAN	MAYIS	MAYIS	HAZİRAN	HAZİRAN	TEMMUZ	TEMMUZ	AĞUSTOS	AĞUSTOS
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	19.16	2220	19.52	2270	19.87	2320	20.17	2363	20.32	2385	20.28	2379
1Ara Yüzey	19.11	2213	19.49	2266	19.86	2319	20.18	2365	20.34	2388	20.3	2382
2Ara Yüzey	11.34	1344	15.09	1717	18.64	2149	21.71	2597	23.34	2867	22.93	2797
3Ara Yüzey	7.6	1046	12.97	1497	18.05	2071	22.45	2717	24.78	3125	24.2	3019
Dış Yüzey	7.43	1034	12.87	1487	18.02	2067	22.48	2722	24.84	3137	24.26	3030
Dış Ortam	7.3	1024	12.8	1480	18	2065	22.5	2725	24.9	3148	24.3	3037
Sonuçlar												

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 2

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	EYLÜL	EYLÜL	EKİM	EKİM	KASIM	KASIM	ARALIK	ARALIK	OCAK	OCAK	ŞUBAT	ŞUBAT
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	19.98	2336	19.06	2206	18.16	2086	17.41	1990	17.27	1972	17.51	2002
1Ara Yüzey	19.98	2336	19.01	2199	18.06	2073	17.27	1972	17.12	1954	17.37	1985
2Ara Yüzey	19.97	2334	18.63	2148	17.33	1980	16.23	1846	16.03	1823	16.37	1863
3Ara Yüzey	19.9	2324	14.44	1646	9.17	1163	4.73	857	3.89	808	5.3	892
Dış Yüzey	19.9	2324	14.25	1626	8.8	1134	4.21	827	3.34	777	4.8	862
Dış Ortam	19.9	2324	14.1	1611	8.5	1112	3.8	803	2.9	754	4.4	838
Sonuçlar												

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 2

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	MART	MART	NİSAN	NİSAN	MAYIS	MAYIS	HAZİRAN	HAZİRAN	TEMMUZ	TEMMUZ	AĞUSTOS	AĞUSTOS
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	17.97	2061	18.85	2178	19.68	2293	20.4	2397	20.78	2454	20.69	2440
1Ara Yüzey	17.86	2047	18.79	2169	19.66	2290	20.42	2400	20.82	2460	20.73	2446
2Ara Yüzey	17.05	1945	18.33	2108	19.53	2272	20.58	2424	21.13	2507	21	2487
3Ara Yüzey	8.03	1077	13.22	1521	18.11	2079	22.35	2701	24.61	3094	24.05	2992
Dış Yüzey	7.62	1047	12.99	1498	18.05	2071	22.43	2714	24.77	3124	24.19	3017
Dış Ortam	7.3	1024	12.8	1480	18	2065	22.5	2725	24.9	3148	24.3	3037
Sonuçlar												

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Tavan( Üzeri Çatılı ) CC - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	EYLÜL	EYLÜL	EKİM	EKİM	KASIM	KASIM	ARALIK	ARALIK	OCAK	OCAK	ŞUBAT	ŞUBAT
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	19.98	2336	19.07	2208	18.18	2088	17.44	1993	17.3	1976	17.53	2005
1Ara Yüzey	19.98	2336	18.96	2193	17.97	2061	17.14	1956	16.99	1938	17.24	1968
2Ara Yüzey	19.97	2334	18.66	2152	17.39	1987	16.32	1857	16.12	1834	16.45	1872
3Ara Yüzey	19.9	2324	14.51	1654	9.31	1174	4.94	870	4.1	820	5.49	904
Dış Yüzey	19.9	2324	14.25	1626	8.79	1134	4.21	827	3.33	777	4.79	861
Dış Ortam	19.9	2324	14.1	1611	8.5	1112	3.8	803	2.9	754	4.4	838
Sonuçlar												

Proje Adı : Namık Kemal Üniversitesi Kafeteryası

## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Tavan( Üzeri Çatılı ) CC - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	MART	MART	NİSAN	NİSAN	MAYIS	MAYIS	HAZİRAN	HAZİRAN	TEMMUZ	TEMMUZ	AĞUSTOS	AĞUSTOS
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	17.99	2064	18.86	2179	19.68	2293	20.4	2397	20.77	2452	20.68	2439
1Ara Yüzey	17.76	2034	18.73	2161	19.64	2287	20.45	2404	20.86	2466	20.76	2451
2Ara Yüzey	17.12	1954	18.37	2113	19.54	2273	20.58	2424	21.11	2504	20.98	2484
3Ara Yüzey	8.2	1089	13.31	1530	18.13	2082	22.34	2699	24.55	3083	24	2983
Dış Yüzey	7.63	1048	12.99	1498	18.04	2070	22.45	2717	24.77	3124	24.19	3017
Dış Ortam	7.3	1024	12.8	1480	18	2065	22.5	2725	24.9	3148	24.3	3037
Sonuçlar												

## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Taban( Toprak Temaslı ) TT - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	KASIM	KASIM	ARALIK	ARALIK	OCAK	OCAK	ŞUBAT	ŞUBAT	MART	MART	NİSAN	NİSAN
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	18.19	2090	17.45	1995	17.31	1977	17.55	2007	18	2065	18.87	2180
1Ara Yüzey	17.93	2056	17.08	1949	16.92	1929	17.2	1964	17.71	2028	18.71	2159
2Ara Yüzey	9.89	1221	5.75	921	4.96	871	6.29	956	8.83	1137	13.68	1567
3Ara Yüzey	8.73	1129	4.12	822	3.24	772	4.72	857	7.55	1042	12.96	1496
Dış Yüzey	8.5	1112	3.8	803	2.9	754	4.4	838	7.3	1024	12.8	1480
Dış Ortam	8.5	1112	3.8	803	2.9	754	4.4	838	7.3	1024	12.8	1480
<b>Sonuçlar</b>	2. ve 3. bileşenlerde yoğuşma şartları oluşmuştur.		2. ve 3. bileşenlerde yoğuşma şartları oluşmuştur.		2. ve 3. bileşenlerde yoğuşma şartları oluşmuştur.		2. ve 3. bileşenlerde yoğuşma şartları oluşmuştur.		2. ve 3. bileşenlerde yoğuşma şartları oluşmuştur.			



## Yapı Elemanındaki Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

### Taban( Toprak Temaslı ) TT - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	MAYIS	MAYIS	HAZİRAN	HAZİRAN	TEMMUZ	TEMMUZ	AĞUSTOS	AĞUSTOS	EYLÜL	EYLÜL	EKİM	EKİM
	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı ( $^{\circ}\text{C}$ )	Basınç dağılımı (Pa)
İç Ortam	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339	20	2339
İç Yüzey	19.69	2294	20.39	2396	20.77	2452	20.68	2439	19.98	2336	19.07	2208
1Ara Yüzey	19.64	2287	20.45	2404	20.88	2469	20.78	2454	19.98	2336	18.94	2190
2Ara Yüzey	18.24	2096	22.2	2676	24.31	3039	23.79	2946	19.91	2326	14.81	1686
3Ara Yüzey	18.04	2070	22.45	2717	24.8	3129	24.22	3023	19.9	2324	14.22	1623
Dış Yüzey	18	2065	22.5	2725	24.9	3148	24.3	3037	19.9	2324	14.1	1611
Dış Ortam	18	2065	22.5	2725	24.9	3148	24.3	3037	19.9	2324	14.1	1611
<b>Sonuçlar</b>												

## YAPI ELEMANLARINDAKİ YOĞUŞMA VE BUHARLAŞMA MİKTARI ÇİZELGELERİ

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) =$ 20	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) =$ 65
---	-------------------------------------

	$\theta_d(^{\circ}\text{C})$	$\varphi_d(\%)$
EYLÜL	19,9	75
EKİM	14,1	79
KASIM	8,5	82
ARALIK	3,8	82
OCAK	2,9	82
ŞUBAT	4,4	79
MART	7,3	79
NİSAN	12,8	79
MAYIS	18,0	77
HAZİRAN	22,5	74
TEMMUZ	24,9	71
AĞUSTOS	24,3	73

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarda uygundur.

### Duvar( Dış Hava Temaslı ) DH - 2

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) =$ 20	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) =$ 65
---	-------------------------------------

	$\theta_d(^{\circ}\text{C})$	$\varphi_d(\%)$
EYLÜL	19,9	75
EKİM	14,1	79
KASIM	8,5	82
ARALIK	3,8	82
OCAK	2,9	82
ŞUBAT	4,4	79
MART	7,3	79
NİSAN	12,8	79
MAYIS	18,0	77
HAZİRAN	22,5	74
TEMMUZ	24,9	71
AĞUSTOS	24,3	73

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarda uygundur.

### Tavan( Üzeri Çatılı ) CC - 1

İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	$\theta d(^{\circ}\text{C})$	$\varphi d(\%)$
EYLÜL	19,9	75
EKİM	14,1	79
KASIM	8,5	82
ARALIK	3,8	82
OCAK	2,9	82
ŞUBAT	4,4	79
MART	7,3	79
NİSAN	12,8	79
MAYIS	18,0	77
HAZİRAN	22,5	74
TEMMUZ	24,9	71
AĞUSTOS	24,3	73

Yapı elemanında TS 825'e göre yoğuşma oluşmamıştır.

İç yüzey ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarda uygundur.

### Taban( Toprak Temaslı ) TT - 1

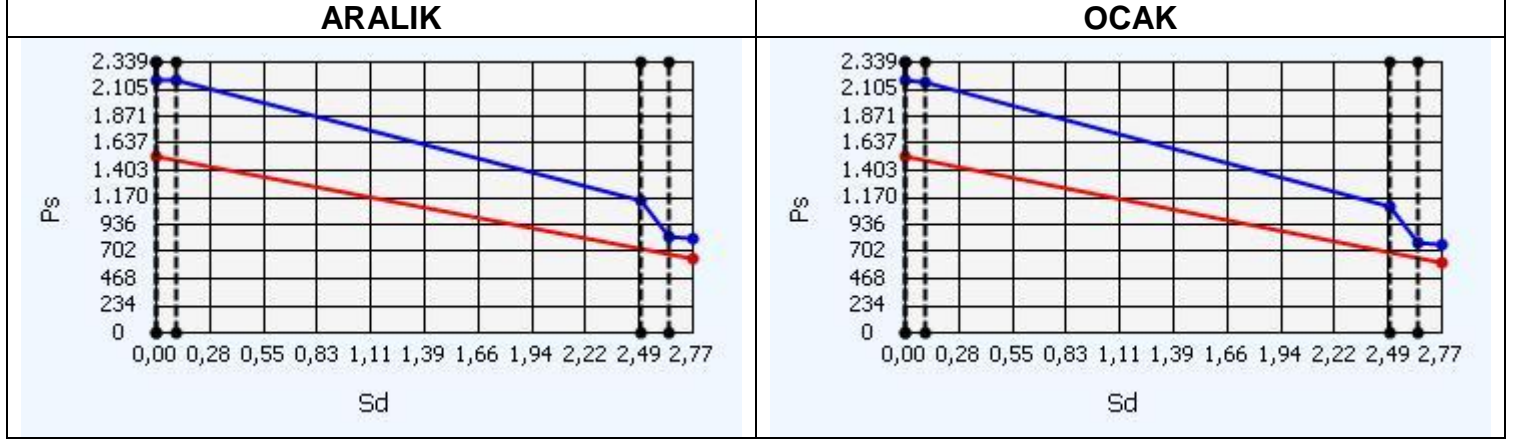
İç Sıcaklık - $\theta_t(^{\circ}\text{C}) = 20$	İç Bağıl Nem - $\varphi_t(\%) = 65$
---	-------------------------------------

	$\theta d(^{\circ}\text{C})$	$\varphi d(\%)$	$my1(\text{kg}/\text{m}^2)$	$my1(\text{kg}/\text{m}^2)$ (küm.)	$my2(\text{kg}/\text{m}^2)$	$my2(\text{kg}/\text{m}^2)$ (küm.)
KASIM	8,5	100	0.17	0.17	-	-
ARALIK	3,8	100	0.34	0.51	-	-
OCAK	2,9	100	0.37	0.88	-	-
ŞUBAT	4,4	100	0.32	1.2	-	-
MART	7,3	100	0.22	1.42	-	-
NİSAN	12,8	100	-0.03	1.39	-	-
MAYIS	18,0	100	-0.33	1.06	-	-
HAZİRAN	22,5	100	-0.67	0.39	-	-
TEMMUZ	24,9	100	-0.87	-	-	-
AĞUSTOS	24,3	100	-	-	-	-
EYLÜL	19,9	100	-	-	-	-
EKİM	14,1	100	-	-	-	-

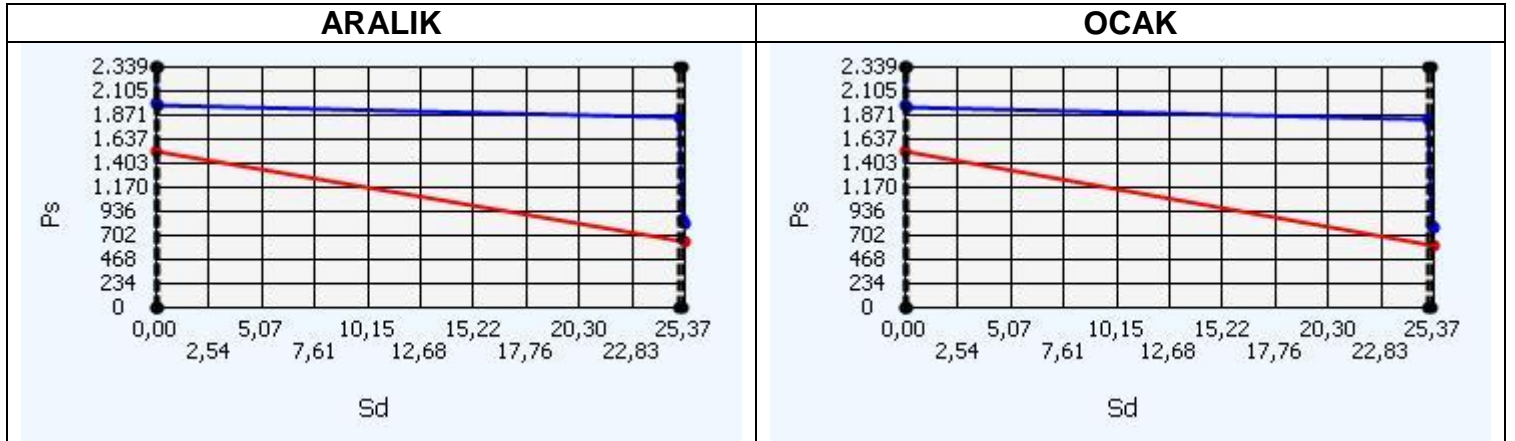
Yapı elemanında birden fazla bileşende yoğuşma şartları oluşmuştur.

İç yüzey ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı 3 dereceden az olduğu için Standarda uygundur. 2. bileşendeki yoğuşan su miktarı TS825 te belirtilen sınırdan yüksektir ( $1.42 > 1$ )  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Standarda uygun değildir. Yoğuşma standart tabakalarda oluştu (Max.1,0  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) Yoğuşan Suyun Kütlesi Buharlaşan Suyun Kütlesinden Küçüktür. Yoğuşma Zararsızdır. 3. bileşendeki yoğuşan su miktarı TS825 te belirtilen sınırlar içerisinde ( $0 < 1$ )  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Standarda uygundur. Yoğuşma standart tabakalarda oluştu (Max.1,0  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) Yoğuşan Suyun Kütlesi Buharlaşan Suyun Kütlesinden Küçüktür. Yoğuşma Zararsızdır.

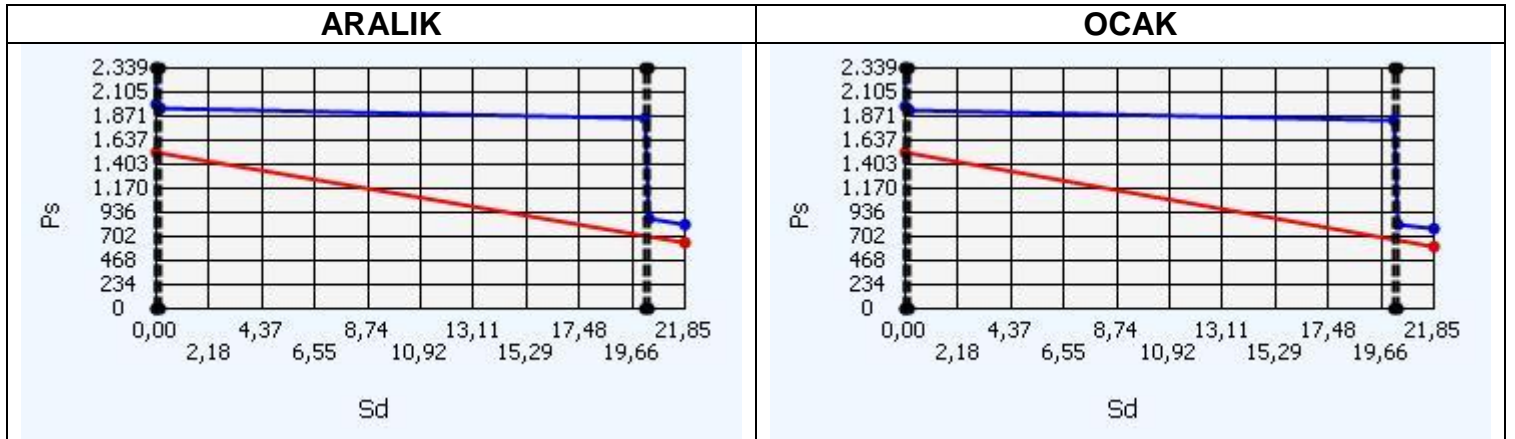
## Duvar( Dış Hava Teması ) DH - 1



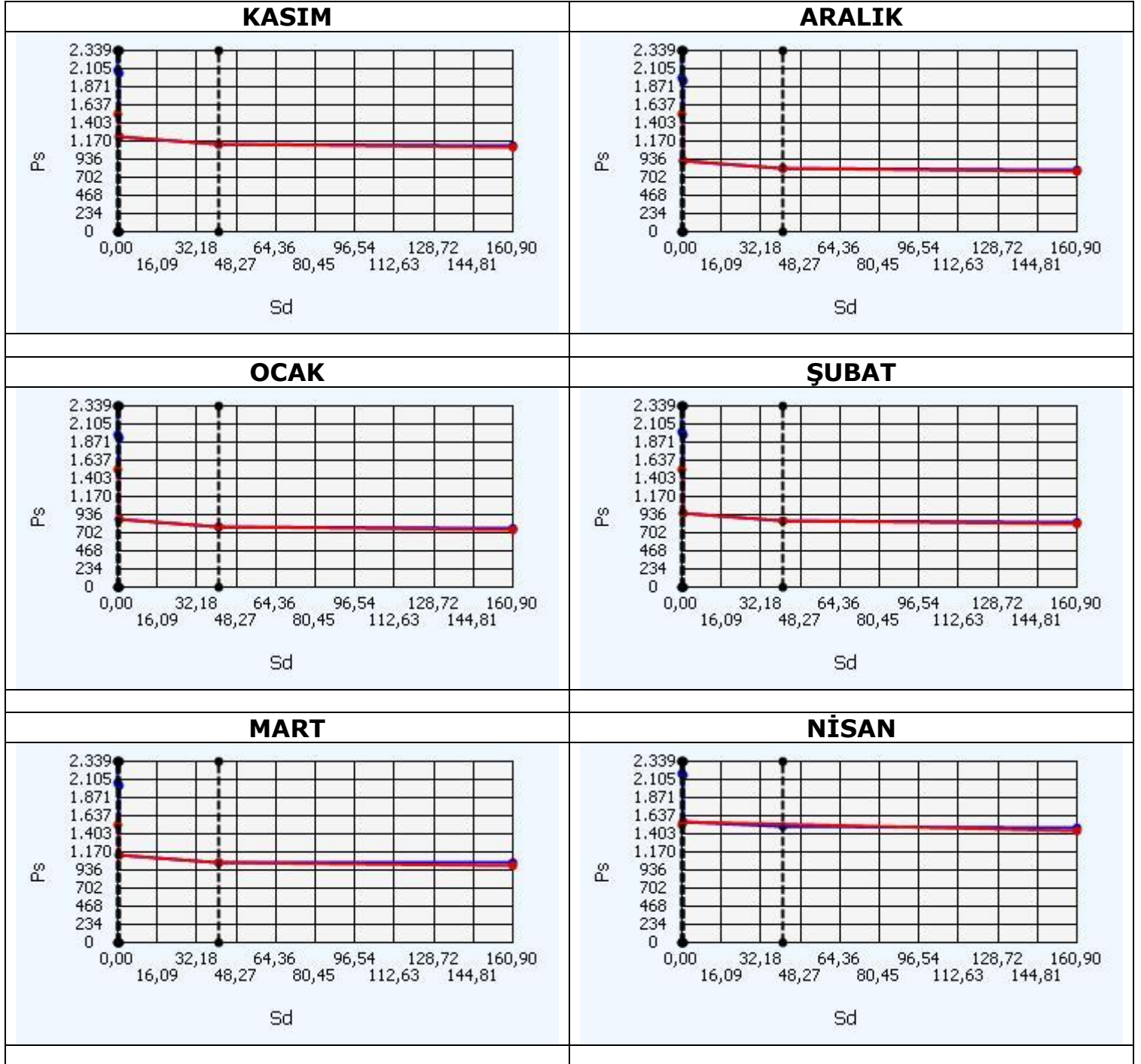
## Duvar( Dış Hava Teması ) DH - 2



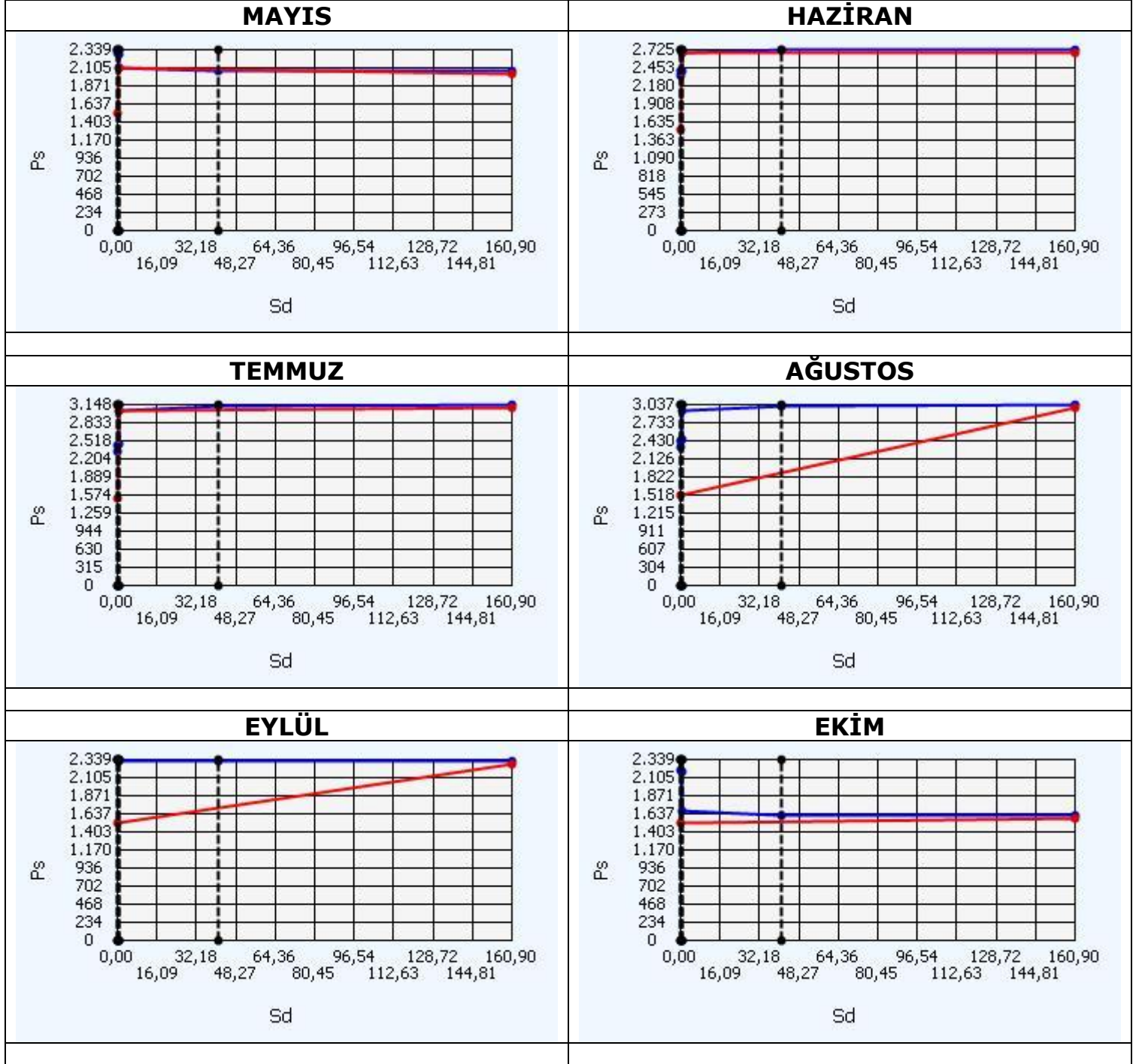
## Tavan( Üzeri Çatılı ) CC - 1



## Taban( Toprak Temaslı ) TT - 1



## Taban( Toprak Temaslı ) TT - 1



## ÖZGEÇMİŞ

### Bülent BALOĞLU

- Doğum Tarihi : 22.04.1976
- Doğum Yeri : Erzurum
- Lise :1989-1993 Keşan Lisesi
- Lisans : 1994-1998 Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
- Çalıştığı Kurum – 1 : 1998 – 2003 Yapı Merkezi Prefabrikasyon A. Ş. – Üretim Mühendisi ve Şantiye Şefi
- Çalıştığı Kurum – 2 : 2003 - --- Türk Ytong San. A. Ş. – Bölge Satış Şefi
- Yüksek Lisans : 2009- Namık Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı