

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**ENERJİ ETKİN YAPI TASARIM KRİTERLERİ,
SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYNAKLARIN YAPIDA
KULLANIMI VE MİMARİ ÖRNEKLER**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Mimar Volkan VEZİROĞLU**

**Danışmanı
Prof.Dr.Onur ALTAN**

Haziran, 2010

İstanbul

T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

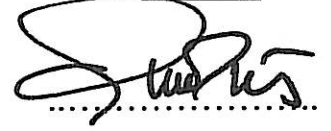
Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Programı Tezli Yüksek Lisans öğrencisi **Volkan VEZİROĞLU** tarafından hazırlanan “**Enerji Etkin Yapı Tasarım Kriterleri, Sürdürülebilir Kaynakların Yapıda Kullanımı ve Mimari Örnekler**” adlı bu çalışma jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Tarihi : 30.06.2010

(Jüri Üyesinin Ünvanı , Adı , Soyadı ve Kurumu) :

İmzası :

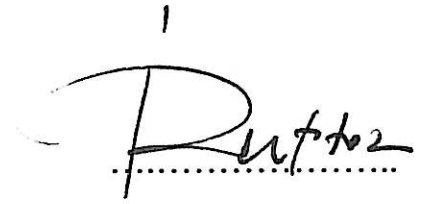
Jüri Üyesi: Prof.Dr.Onur ALTAN
Danışman–MSGSÜ Öğr.Üyesi


.....

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Vefa ÇETİN
HAL.Üniv.Mimarlık ABD Öğr.Üyesi


.....

Jüri Üyesi : ~~Yrd.~~Doç.Dr.İpek FITÖZ
MSGSÜ Öğr.Üyesi


.....

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Ergun GÜRPINAR
HAL.Üniv.Mimarlık ABD (Yedek)

.....

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Saadet AYTIS
MSGSÜ Öğr.Üyesi (Yedek)

.....

TEŞEKKÜR

Beni bu konuyu araştırmaya yönlendiren ve bilgilerini benimle paylaşan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Onur ALTAN' a, tez çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan ve her türlü desteği gösteren aileme, nişanlım Mimar Derya OBANOğLU' na, Mimar İlkim MARKO' a çalışma arkadaşım Y. Mimar Burçe TOKUŐ MUHTAR' a ve tüm arkadaşlarıma katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u> <u>No</u>
TEŞEKKÜR.....	II
DİZİNLER.....	V
ÖZET.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1.GİRİŞ.....	1
2. ENERJİ, EKOLOJİ VE ÇEVRE KAVRAMLARI.....	2
2.1 Enerji.....	2
2.2. Enerji kaynakları.....	3
2.3. Ekoloji.....	4
2.4. Sürdürülebilirlik.....	5
3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	10
3.1. Güneş enerjisi.....	10
3.2. Rüzgâr enerjisi.....	12
3.3. Hidroelektrik enerjisi.....	13
3.4. Hidrojen enerjisi.....	15
3.5. Biyoyakıt enerjisi.....	17
3.6. Jeotermal enerji.....	19
3.7. Deniz enerjileri.....	20
4. ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMI.....	25
4.1. Ekolojik yapı yaklaşımının tanımı.....	25
4.2. Çevreye duyarlı tasarım.....	26
4.3. Güneş Enerjisi'nin yapılarda kullanımı.....	30
4.3.1. Aktif ve Pasif Güneş Sistemi Uygulamaları.....	39
4.3.1.1. Pasif güneş enerjili sistemler.....	40
4.3.1.1.1. Pasif sistem elemanları.....	42
4.3.1.1.2. Pasif Sistem Tipleri.....	45
4.3.1.1.2.1. Direk Kazanımlı.....	46
4.3.1.1.2.2. Sera Isıtmalı.....	47
4.3.1.1.2.3. Trombe/Su Duvarlı.....	48
4.3.1.1.2.4. Çatı Havuzlu.....	51
4.3.1.1.2.5. Konveksiyon kanallı.....	52
4.3.1.1.2.6. Çatı kolektörlü.....	53
4.3.1.2. Aktif güneş enerjili sistemler.....	54
4.4. Rüzgâr Enerjisi'nin yapılarda kullanımı.....	55
4.5. Jeotermal Enerji'nin yapılarda kullanımı.....	63
4.6. Geleneksel mimari'den ekolojik çözümler.....	67
4.7. Akıllı binalar.....	73
4.8. Konut yapılarında enerjinin etkin kullanımı adına uygulanan tasarım parametreleri.....	82
4.8.1. Aktif ve Pasif Önlemler.....	84

4.9. Konutlarda ısıtma biçiminin seçimi ve kullanıcı beklentileri.....	87
4.9.1. Konutta ısıtma yüküne etki eden değerler.....	87
4.10. Doğal arıtma.....	88
5. SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPI TASARIM ÜRETİM VE İŞLETİMİNDE MALİYET PARAMETRELERİ.....	92
5.1. Ekonomik yapılabirlik çalışmaları kapsamında düşük enerji mimarlığı yaklaşımının maliyete etkisi.....	92
5.2. Enerji korunumu, iklimsel konfor ve inşaat maliyetler açısından uygun bina kabuğunun seçilmesi.....	96
5.2.1. Binanın yeri.....	98
5.2.2. Binanın diğer binalara göre konumu.....	98
5.2.3. Binanın boyutları ve biçim faktörü.....	98
5.2.4. Binanın yönlendiriliş durumu.....	99
5.2.5. Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri.....	100
5.2.6. Önerilen uygun kabuk - işletme biçimi seçeneklerinin, yaşam dönemi maliyetlerinin hesaplanması.....	100
5.3. Ekolojik yapı kullanım süreci ve yatırımın geri dönüş sistemi.....	103
6. ENERJİ ETKİN YAPI ÖRNEKLERİ.....	105
6.1. Türkiye’den enerji etkin yapı örnekleri.....	105
6.1.1. Odtü matpum, Ankara.....	105
6.1.2. Diyarbakır güneş evi, Diyarbakır.....	112
6.1.3. Biyolojik Havuz Sistemleri- Biopark örneği.....	118
6.2. Dünya’dan enerji etkin yapı örnekleri.....	122
6.2.1. Charles Hostler Öğrenci Merkezi, Beyrut.....	122
6.2.2. Chartwell Okulu, Kaliforniya.....	127
6.2.3. mercedes Benz Binası, Berlin	130
6.2.4. Eichgut Konutları, İsviçre.....	133
7. Sonuç.....	135
Kaynaklar.....	136
Özgeçmiş.....	142

DİZİNLER

Grafik Dizini

Grafik 1. Birincil enerji kaynakları.....	3
Grafik 2. Yakıt cinsine göre Türkiye’de enerji dağılımı.....	7
Grafik 3. Bir yapının toplam maliyetine etki eden dönemler.....	93

Tablo Dizini

Tablo 1. Farklı kaynaklardan elde edilen elektrik birim fiyatları.....	4
Tablo 2. Yakıt Türlerine ve Kaynaklarına Göre Genel Enerji Talebi.....	7
Tablo 3. Küresel ısınmaya yol açan karbondioksit için elektrik üretimi sırasında karşılaştırmalı emisyonlar.....	8
Tablo 4. Asit yağmuruna yol açan kükürtdioksit için elektrik üretimi sırasında karşılaştırmalı emisyonlar.....	9
Tablo 5. Asit yağmuruna ve duman oluşumuna yol açan azotoksitler için elektrik üretimi sırasında karşılaştırmalı emisyonlar.....	9
Tablo 6. Güneş enerjisinin avantajları.....	11
Tablo 7. Ülkemizde bölgelerin güneş enerjisinden yararlanma süreleri.....	11
Tablo 8. Rüzgâr enerjisinin avantaj ve dezavantajları.....	12
Tablo 9. Hidroelektrik enerjisinin avantajları ve dezavantajları.....	14
Tablo 10. Dünya genelinde bir yılda üretilen hidrojenin sektörlerde kullanım miktarları.....	16
Tablo 11. Biyokütle kaynakları kullanılan çevrim teknikleri, bu teknikler kullanılarak elde edilen yakıtlar.....	18
Tablo 12. Jeotermal enerjinin avantaj ve dezavantajları.....	19
Tablo 13. Yenilenebilir enerji kaynaklarının muhtemel olumsuz etkileri.....	23
Tablo 14. 2020 yılı yenilenebilir enerji kaynakları tahmini.....	24
Tablo 15. Konvansiyonel ve ekolojik tasarımların karşılaştırılması.....	30
Tablo 16. Sistemlerin verimli çalışmasına etkiyen faktörler.....	57
Tablo 17. Rüzgâr enerjisinin 2000, 2010 ve 2020 yılında öngörülen toplam enerji kapasite içindeki payı.....	59

Tablo 18. Ülkeler bazında rüzgâr türbini yatırımları.....	64
Tablo 19. Geleneksel savur evlerinde plan düzenleri.....	72
Tablo 20. Bina Kabuğu- Maliyet oranı.....	99
Tablo 21. Cam Tiplerinin, Isıtma Enerjisi, Yakıt Gideri ve Cam Maliyeti Oranları.....	102
Şema Dizini	
Şema 1. Mimaride sürdürülebilir tasarım ilkeleri.....	5
Şema 2. Sürdürülebilir yapının yaşam döngüsü.....	6
Şema 3. Hidroelektrik santralde elektrik enerjisi üretim şeması.....	15
Şema 4. İdeal jeotermal enerji tesisi kurulumu.....	20
Şema 5. Dalga enerjisi dönüştürme sistemleri.....	22
Şema 6. Yapının çevresi ile ilişkisi.....	26
Şema 7. Sürdürülebilir yapı bileşenleri.....	28
Şema 8. A. Çanak/stirling sistemi; Temel prensibi.....	34
Şema 9. B. Silindirik-parabolik yoğunlaştırıcı temel prensibi.....	35
Şema 10. C. Güneş Bacasının şematiği.....	35
Şema 11. Tuz eriyikli güç kulesi şematiği.....	37
Şema 12. Üç ayrı güç kulesi sistem tasarımı. a) Kule-üst b) SCOT c) TROF	38
Şema 13. Aktif güneş enerjili hacim ısıtma ve kullanım sıcak suyu hazırlama sistemi.....	40
Şema 14. Çalışma akışkanı olarak su ve ya hava kullanan aktif ve pasif sistemler.....	41
Şema 15. Saydam yalıtım malzemesinin genel çalışma prensibi.....	43
Şema 16. Isı kontrolü.....	44
Şema 17. Isı ve güneş kontrolü.....	44
Şema 18. Öğrenci Yurdu Yapısında Saydam Yalıtım Uygulaması, Glasgow	45
Şema 19. Direk kazanımlı sistem.....	46
Şema 20. Direk kazanımlı pasif güneş sistemleri gündüz ve gece ısı hareketi	47

Şema 21. Sera ısıtmalı sistem gündüz hareketi.....	48
Şema 22. Sera ısıtmalı sistem gece hareketi.....	48
Şema 23. Trombe duvarı çalışma şekli.....	49
Şema 24. Trombe duvar havalandırma düzeni.....	49
Şema 25. Beton ve su duvarlarında ısı transfer mekanizması.....	51
Şema 26. Çatı havuzu sistemi.....	52
Şema 27. Konveksiyon kanallı sistem.....	52
Şema 28. Trombe duvarlı sistem.....	53
Şema 29. Rüzgâr Türbini detayı.....	60
Şema 30. Rüzgâr türbininin yapıya adaptasyonu.....	61
Şema 31. Isısal Baca ile Havalandırma ve Soğutma Sağlanması.....	61
Şema 32. Jeotermal – hidrotermal kaynak ve oluşumu için gerekli yapı...	65
Şema 33. Sokrates evi, MÖ 469-397 - Pirene Yerleşimi, MÖ 400.....	67
Şema 34. İklimsel bölgelerine göre ‘Eski Türk konut’ tipleri.....	68
Şema 35. Anadolu’daki Türk evinde ‘serin tutma-ısıtma’ işlevlerinin yapısal kuruluş içindeki çeşitli durumları ve ‘yazlık ev-kışık ev’ ilişkileri.....	69
Şema 36. Enerji etkin akıllı bina, Stadttor Binası.....	74
Şema 37. Enerji etkin akıllı bina.....	74
Şema 38. Binanın Yerine Bağlı Olarak Bina Çevresindeki İklim Koşullarının Değişimi.....	76
Şema 39. Şehir Dokusunun Bina Çevresindeki İklim Üzerindeki Etkisi.....	76
Şema 40. Binanın diğer binalara göre konumu.....	77
Şema 41. Farklı Yönler için Uygun Güneş Kontrol Sistemlerine Örnek.....	78
Şema 42. Doğal Havalandırma Sistemlerine Örnek.....	78
Şema 43. Güney yönünden sapma durumunda güneşten kazancın azalması	79
Şema 44. Çift cidarlı cepheler- Berlin’deki Debis binasının cephe kesiti.....	80
Şema 45. Çift cidarlı ve foto-voltaik cephe kaplamaları bulunan “Building Research Establishment” ofis binası detayları.....	81

Şema 46. Enerji etkin konut tasarımında aktif ve pasif sistemlerin kullanımı	83
Şema 47. Awadukt Thermo sistemi yaz uygulaması.....	86
Şema 48. Awadukt Thermo sistemi kış uygulaması.....	86
Şema 49. Yapay sulak alanda gerçekleşen arıtım mekanizması.....	90
Şema 50. Yapay sulak alanda bitki kök bölgesinde oluşan etkileşimler.....	91
Şema 51. Odtü Matpum mikroklima eskizi	112
Şema 52. Biyolojik havuz temel işleyiş prensibi	120
Şema 53. Charles Hostler Öğrenci Merkezi Rüzgâr Akımı Şeması.- Sosyal Alan Şeması	125
Şema 54. Mercedes Benz doğal havalandırma sistemi.....	132
Şema 55. Eichgut konutları toprak altı enerjisi kullanımı.....	134

Fotoğraf Dizini

Fotoğraf 1. Hidroelektrik santrali.....	14
Fotoğraf 2. Hidrojen atomu.....	16
Fotoğraf 3. Parabolik çanak kolektör.....	34
Fotoğraf 4. Silindirik Parabolik yoğunlaştırıcı.....	35
Fotoğraf 5. Güneş bacası.....	36
Fotoğraf 6. Heliostat Kule.....	38
Fotoğraf 7. Aktif güneş enerjisi elemanı güneş kolektörü.....	42
Fotoğraf 8. Trombe duvarı.....	50
Fotoğraf 9. 1941 yılında Vermont‘ da inşa edilen Smith-Putnam makinesi	57
Fotoğraf 10. Küçük Güçlü Rüzgâr Türbini Uygulamasının Prensip Seması- Marmara Üniversitesi Göztepe Kampusundaki Uygulama Görüntüsü.....	63
Fotoğraf 11. Mardin Savur’un genel görünüşü.....	70
Fotoğraf 12. Londra 19.yy’da kötü yaşam koşulları	71
Fotoğraf 13. Peabody Evleri, Londra 1864.....	71
Fotoğraf 14. Serpantinli enerji (buz) depolama yöntemi.....	85

Fotoğraf 15. Odtü Matpum.....	106
Fotoğraf 16. Odtü Matpum.....	107
Fotoğraf 17. Odtü Matpum.	107
Fotoğraf 18. Odtü Matpum.....	108
Fotoğraf 19. Odtü Matpum	108
Fotoğraf 20. Standart sistem	118
Fotoğraf 21. Lambri ile uygulanan sistem	119
Fotoğraf 22. Charles Hostler Öğrenci Merkezi	123
Fotoğraf 23. Charles Hostler Öğrenci Merkezi	127
Fotoğraf 24. Chartwell Okulu.....	127
Fotoğraf 25. Chartwell Okulu.....	126
Fotoğraf 26. Chartwell Okulu	128
Fotoğraf 27. Mercedes Benz binası.....	130
Fotoğraf 28. Eichgut Konutları.....	133
Fotoğraf 29. Eichgut Konutları hava bacası.....	134

Harita Dizini

Harita 1. Ülkemizdeki rüzgâr enerjisi sistemlerinin dağılımı.....	58
-------------------------------------------------------------------	----

Plan Dizini

Plan 1. Odtü Matpum zemin kat planı.....	109
Plan 2. Diyarbakır Güneş Evi planı.....	117
Plan 3. Diyarbakır Güneş Evi planı.....	117
Plan 4. Biopark Lambri ile uygulanan sistem planı.....	121
Plan 5. Charles Hostler Öğrenci Merkezi.....	124
Plan 6. Chartwell Okulu.....	128
Plan 7. Mercedes Benz binası	131

Kesit Dizini

Kesit 1. Odtü Matpum kesit.....	110
Kesit 2. Odtü Matpum kesit.....	111
Kesit 3. Charles Hostler Öğrenci Merkezi.....	124
Kesit 4. Charles Hostler Öğrenci Merkezi.....	125
Kesit 5. Chartwell Okulu.....	129

Model Dizini

Model 1. Diyarbakır Güneş Evi.....	114
Model 2. Diyarbakır Güneş Evi.....	115
Model 3. Charles Hostler Öğrenci Merkezi.....	122

T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

ENERJİ ETKİN YAPI TASARIM KRİTERLERİ, SÜRDÜRÜLEBİLİR
KAYNAKLARIN YAPIDA KULLANIMI VE MİMARİ ÖRNEKLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan: Volkan VEZİROĞLU

Danışmanı: Prof.Dr.Onur ALTAN

Haziran, 2010

İstanbul

ÖZET

Yaşadığımız yüzyılda bilim ve teknolojinin son hızla ilerliyor olması, günlük hayatımızın yaşanışını her gün biraz daha hızlandırmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte gitgide dünya çapında bir tüketim yarışı yaşanmaktadır. İnsanların ihtiyaçlarını karşılaması uğruna yapılan bu tüketim eylemi; çevre kirliliğine, doğal hayatın zarar görmesine ve sınırlı kaynakların tükenmesine sebep olmaktadır.

Kullanılan sınırlı enerji kaynaklarının çevre kirliliğine ve doğal yapının bozulmasına sebep oluyor olması, insanları alternatif enerji kaynakları arayışına teşvik etmiştir. Dünyada tüketilen enerjinin çok büyük bir kısmının yapılarda kullanılıyor olması, düşük enerji mimarlığı çalışmalarına önem kazandırmıştır. Yapılarda kullanılan enerjinin alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ve yapı tasarımına yapının düşük enerji kullanarak ihtiyaçlarını giderebilmesini sağlayacak unsurların dahil edilmesi; çağımızın yapılarının daha düşük enerji ve maliyetlerle gerekli konfor koşullarını sağlamasına imkan tanıyacaktır. Bu tasarım yöntemi ile büyük bir kısmı yapılarda kullanılan enerjiden tasarrufa gidilecek ve gelecek kuşakların doğal mirasına verilen zarar azaltılmış olacaktır.

Tez çalışması, ekoloji kavramı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tanımları, ekolojik yapı yaklaşımının tasarım girdileri, uygulama alanları ve Türkiye'den, Dünya'dan enerji etkin yapı örnekleri ile yenilenebilir enerji kaynaklarının yapıda uygulanabilirliği hakkındaki bilgileri kapsamaktadır.

Anahtar kelimeler: Ekoloji, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji etkin yapı tasarımı

**HALIC UNIVERSITY
SCIENCE INSTITUTES OF THE
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE**

**DESIGN CRITERIA OF ENERGY EFFECTIVE STRUCTURES,
SUSTAINABLE USE OF RESOURCES IN STRUCTURAL AND
ARCHITECTURAL SAMPLES**

MASTER'S THESIS

Name and Surname: Volkan VEZİROĞLU

Supervisor: Prof.Dr.Onur ALTAN

June, 2010

İstanbul

ABSTRACT

In 21.century, progressing rapidly in science and technology causes accelerating everyday lifestream a little more each day. Consumption has become a worldwide race with these developments through this progress all over the world. The consumption of these action are due to environmental pollution, damage of wildlife and depletion of limited resources.

Usage of limited resources and their bad effects; encouraged people to seek alternative energy sources. A large portion of energy consumption is using in buildings all over the world. This gained importance in low energy architecture studies. The inclusion of elements of the energy usage of alternative energy sources and ensuring the low energy needs in architectural design; provides comfort conditions with lower energy costs in buildings of our age. A large part of energy that use in buildings will save and the damage to the natural heritage of future generations will be reduced with this design method.

Thesis lays on the concept of ecology and descriptions of energy sources, ecological building design approach entries, application areas, examples of energy efficient buildings from Turkey and World, the applicability of renewable energy sources in buildings.

Key words: Ecology, renewable energy sources, energy efficient building design

1. GİRİŞ

Ekoloji ve enerji etkin yapı tasarımı üzerine yapılan bu tez çalışmasında; sınırlı enerji kaynaklarının kullanımı sebebiyle doğal dengenin bozulması ve ortaya çıkacak olan çevre sorunlarına karşı bir önlem olarak yapılarda kullanılan enerji ihtiyacının azaltılmasına yönelik olarak yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji etkin yapı tasarım kriterleri üzerinde durulmaktadır.

Tez çalışması, konu kapsamındaki kaynakların taranması yöntemi ile oluşturulmuştur. Genel olarak günümüzde yapılarda kullanılan enerji miktar ve maliyetlerinin düşürülmesine yönelik tasarım kriterleri ve alternatifler üzerine kuruludur. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ekoloji, çevre, sürdürülebilirlik, enerji kavramları ve enerji kaynaklarının tanımı yapılmıştır. İkinci bölümde; yenilenebilir enerji, kaynakları ve bu kaynakların kullanım potansiyelleri hakkında çeşitli grafikler ve şemalar ile açıklama yapılmıştır. Üçüncü bölümde; enerji etkin yapı tasarım kriterleri, kullanılan yapı öğeleri, aktif ve pasif güneş sistemleri ve tüm bu kriterlerin yapıda uygulanış biçimleri şemalarla ifade edilmiştir. Mimari tasarım esnasında, tasarlanan yapının düşük enerji kullanarak kullanıcılarına gerekli mevsimlerde gereğince konfor şartlarını sağlaması adına yapının yönelimi, yapı formu, yapıların birbirleri ile ilişkileri gibi unsurlara değinilerek uygun tasarım verileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde; ekolojik yapı kavramı ve düşük enerji mimarlığının yapının tasarımı, uygulaması ve işletme dönemleri esnasında maliyeti üzerine bilgiler verilmiştir. Ekolojik yapı tasarım ve uygulamasının aslında sanıldığı gibi genel geçer uygulamalardan çok daha yüksek maliyetlere ihtiyaç duymadığı fikri üzerinde durulmuştur.

Çalışmanın son bölümünde ise, Türkiye ve Dünya'dan enerji etkin yapı örnekleri verilerek önceki bölümlerde üzerinde kavramsal boyutuyla ele alınan konular, uygulama örnekleri ile daha iyi ifade edilmeye çalışılmıştır. Örnek yapıların plan şemaları, kesitleri, rüzgar akım şemaları gibi görseller de çalışma kapsamına alınarak enerji etkin yapı tasarım prensiplerinin daha etkili ifade edilmesi sağlanmıştır.

2. ENERJİ, EKOLOJİ VE ÇEVRE KAVRAMLARI

2.1. Enerji

Yere düşen bir yumurtanın kırılıp parçalanması 'tersinir olmayan' bir olaydır. Çünkü olayın tersinin kendiliğinden oluştuğunu, yani kırık bir yumurtanın kendiliğinden derlenip toparlanarak eski haline döndüğünü, asla göremeyiz. Bu ikincisi 'tersinir' bir olaydır ve aslında, fizik yasaları bu olaya engel değildir. Fakat gerçekleşmesi olasılığı o kadar küçüktür ki, hiçbir insanın böyle bir olaya tanıklık etmesi olası değildir. Ancak bu olaya asla tanıklık edilmeyecek anlamına gelmemektedir.¹

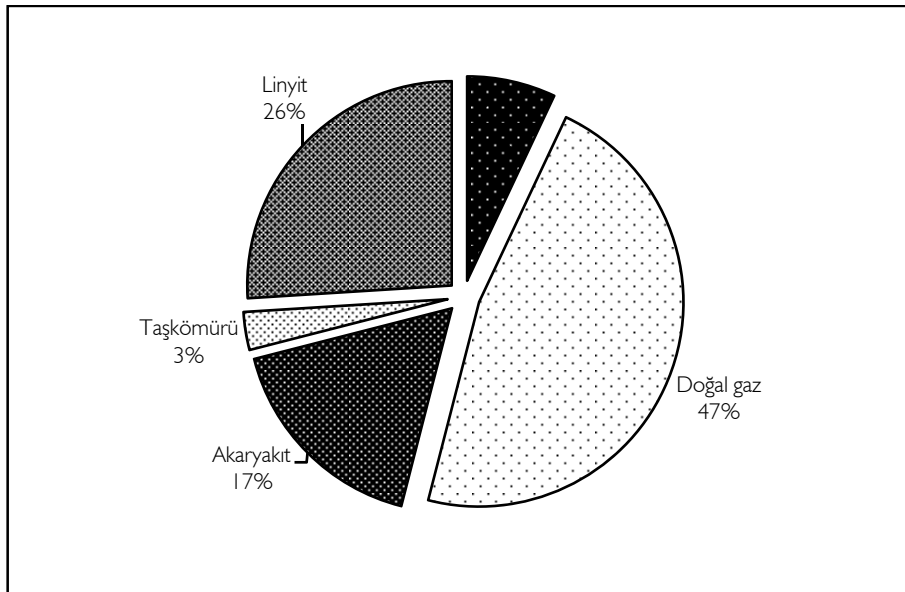
Bir yumurta, atomlarına ya da moleküllerine varıncaya kadar parçalanmış dahi olsa, dış etkenler aracılığıyla eski haline getirilebilir. Bu tersinir işlem için gerekli malzeme zaten var olduğuna göre, söz konusu dış etkenlerin tümü enerjiye indirgenebilir. Nitekim dünyadaki milyarlarca tavuk bu tersinir işlemi sürekli gerçekleştirmektedir ve bünyesinde barındırdığı atomlarla molekülleri, bir araya getirip sağlam birer yumurtaya dönüştürmektedir. Bunu yaparken kullandığı, besin maddelerinden sağladığı enerjidir. Yumurtayı oluşturan atomlar ve moleküller, kırılma olayından önce düzenli, kırılmadan sonraysa darmadağın bir haldedir. Kırılma sonunda, yumurta sisteminin düzensizliği artmıştır. Çok sayıda parçadan oluşan sistemlerin düzensizliğinin bir ölçüsü vardır ve buna 'entropi' denir. Yumurtanın kırılması gibi 'tersinir olmayan' olaylara maruz kalan kapalı sistemlerde entropi artarken, yumurta oluşumu gibi 'tersinir' olaylara maruz kalanlarda azalır ya da aynı kalır ve buna 'termodinamiğin ikinci yasası' denir. Bütün canlı süreçleri enerjiye ihtiyaç duyar ve canlı organizmalar, dışarıdan sağladıkları enerjiyi kullanarak, bünyelerindeki düzensizlikten düzen yaratırlar. Düşünce ürünleri de dahil olmak üzere, refah ve uygarlığın sembolü olan tüm yapıtların oluşumu, canlı süreçlere benzer. Enerji, hayat için son derece önemli, stratejik bir girdidir.²

¹ Altın, Vural, 2002, Bilim ve teknik, Ocak sayısı

² Altın, Vural, 2002, Bilim ve teknik, Ocak sayısı

2.2. Enerji kaynakları

Dünyamızın mevcut enerji kaynakları; 'fosil', 'yenilenebilir' ve 'yeni' olarak sınıflandırılır. Kömür, petrol ve doğal gaz, 'fosil' kaynaklardır. Su, güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyokütle 'yenilenebilir' kaynakları oluşturur. Nükleer enerji, yakıt hücreleri ve hidrojen enerjisi gibi, yakın zamanlarda gündeme gelmiş olan kaynaklarsa, 'yeni' kaynaklar olarak sınıflandırılır. Bir diğer sınıflandırma biçimi de 'birincil- ikincil' ayrımına dayanır. Başka enerji kaynaklarından elde edilmemiş olan kaynaklara 'birincil,' öyle olanlara 'ikincil' denir. Örneğin fosil kaynaklar birincildir. Ama elektrik; su gücünden elde edilmişse birincil, fosil yakıtlardan elde edilmişse ikincil sayılır. Bu ayrım, enerji kaynaklarının sınıflandırılması açısından önemlidir ve birincil kaynaklar; fosil yakıtlar, hidro ve nükleer, bunlara ek olarak, 'diğer' kaynaklardan (jeotermal, rüzgâr, güneş ve biyokütle, yani odun ve atıklar) oluşur.^{3 4}



Grafik 1. Birincil enerji kaynakları⁵

³ tr.wikipedia.org

⁴ Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi Türkiye Ulusal Raporu,2002

⁵ Sönmez, M., 2003, 100 Göstergede Kuruluştan Çöküşe Türkiye Ekonomisi

Yakıt	Maliyet (sent/kWh)
Kömür	4.8-5.5
Gaz	3.9-4.4
Hidro	5.1-11.3
Biyokütle	5.8-11.6
Nükleer	11.1-14.5
Rüzgâr	4.0-6.0

Tablo 1. Farklı kaynaklardan elde edilen elektrik birim fiyatları ⁶

2.3. Ekoloji

Olumsuz çevre koşulları altında gündeme gelen ‘ekoloji’ kavramı, ilk olarak 1869’da Ernst Haeckel tarafından ortaya atılmıştır. Eko kelimesi mikro ölçekte ev, konut ve makro ölçekte de dünya, gezegen, evren gibi insanı barındıran çevremizin bakım ve yönetim sanatı anlamına gelen yunanca ‘oikos’ kelimesinden türemiş olup; tüm canlı ve cansız varlıkların birbirleriyle olan tümsel ilişkilerini kapsamaktadır. ‘Eko’ kelime kökü aynı zamanda ekonomi teriminin de orijini oluşturarak, toplumsal kaynakların yönetim ve bakımını betimlemektedir. ⁷

Günümüzde ekoloji konsepti,

1. Canlıları da içeren ‘ilişkiler sistemi’
2. Sistemin kendisi: türler arasındaki ilişkiler,
3. Ekolojik sistemin varlığının algısını ve insanın ekolojik dengeleri bozmasını, insan/doğa arasındaki harmoniyi yeniden yaratmasını irdeleyen etik değerler olarak 3 farklı boyutta ele alınmaktadır. ⁸

⁶ Sabır, H., Küreselleşme Sürecinde Türkiye’de Enerji Sorunu

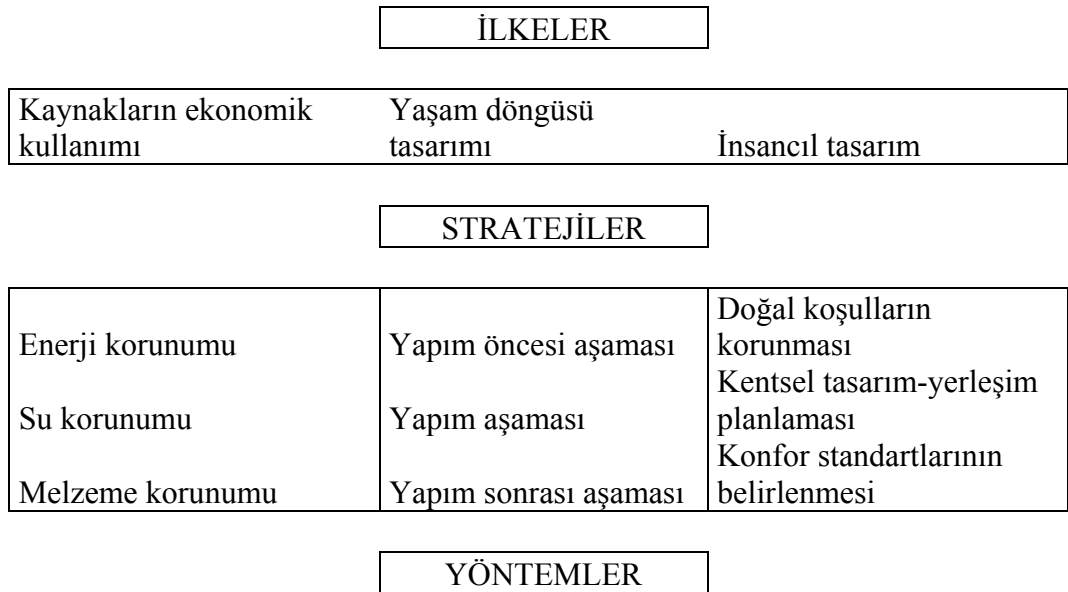
⁷ Göksu, R., 1997, Çevre Sorunlarına Yaklaşımda TMMOB Çevre Mühendisleri Odası’nın Konumu ve Çevre Mühendislerinin İşlevi, 2. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi.

⁸ Güleç, D., 2007, Bina enerji performans simülasyonunun mimari tasarım stüdyosuna entegrasyonu, Yüksek lisans tezi, Ankara.

2.4. Sürdürülebilirlik

1980’li yıllarda dünyada ekonomik dengelerin değişmesiyle birlikte farklı bir dönem başlamıştır. BM tarafından görevlendirilen Norveç Başkanı Brutland’ın yaptığı araştırmanın ‘Ortak Geleceğimiz’ (1987) adı ile rapor halinde yayınlanmasının ardından Stockholm Konferansı’nda bir insan hakkı olarak uluslararası gündeme taşınan çevrenin ve çevre - insan kavramının yerini ‘sürdürülebilir kalkınma’ kavramı almıştır.

Bu bağlamda sürdürülebilir bir gelecek için: Öncelikli hedef, ekolojik duyarlılığa sahip çözümler üretmek, yani yapının tüm girdi ve çıktıları ile biosferin ekolojik sistemlerine entegre olabileceği, tasarrufa, dönüştürülerek tekrar kullanmaya ve çevreye zararlı atık üretmemeye özen gösteren, ‘ekolojik (yeşil) yaklaşımlar’ geliştirmek olmalıdır.⁹



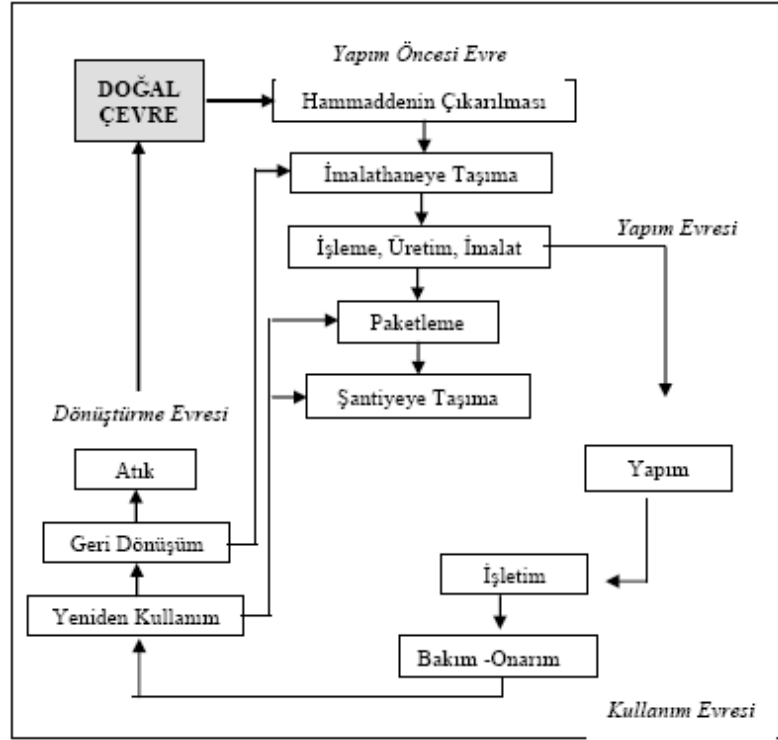
Şema 1. Mimaride sürdürülebilir tasarım ilkeleri¹⁰

Ekolojik perspektifte; yapının tasarım, yapım, işletim, bakım, onarım aşamalarında enerji verimliliğini arttırmayı, bireysel ve toplumsal yarara yönelik olarak enerji girdilerinin miktar ve maliyetini en aza indirmeyi hedefleyen ‘enerji

⁹ Güleç, Derya, 2007, Bina enerji performans simülasyonunun mimari tasarım stüdyosuna entegrasyonu, Yüksek lisans tezi, Ankara.

¹⁰ Erbaş, E.,2001, Enerji kaynak çeşitliliğine dayalı konut alanları planlaması İçin temel ilkeler ve ölçütlerin belirlenmesi üzerine bir çalışma, İstanbul

etkin tasarım’ yaklaşımları önemsenmelidir. Bu anlamda, iklim verilerinin ve doğal çevredeki ısı kaynak ve yutucuların iyi değerlendirilmesi ile aktif iklimlendirme-aydınlatma gereksiniminin azaltılmasını hedefleyen ‘bioklimatik tasarım’ yaklaşımı benimsenmelidir. Teknoloji, insanlığın doğa ile ilişkilerini uyumlu hale getirecek ekoteknolojiler ile binalara uygulanmalı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına özen gösterilmelidir.¹¹



Şema 2. Sürdürülebilir yapının yaşam döngüsü¹²

Daha sonra gündeme gelen ‘ekolojik sürdürülebilirlik’ tanımı içerisinde ‘sürdürülebilirlik’; ekoloji, ekonomi, sosyal eşitlik çerçevesinde, çevresel değerlerin her alanda (sosyal, ekonomik, fiziki vb.) ıslahı, korunması ve geliştirilmesi sürecini kapsar. Dünyanın ekolojik problemleri 1987 Bruntland Raporunda yer alan sürdürülebilirlik konseptine göre bugünün ihtiyaçları, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamaını engellemeden elde edilmelidir. Gereksinimler; özellikle yenilenemeyen enerji kaynaklarını tüketmeden, yeni enerji alternatifleri ile karşılanmalıdır. Petrol, doğalgaz, kömür, fuel-oil gibi gün

¹¹ Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye’deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım

¹² Erbaş, E.,2001, Enerji kaynak çeşitliliğine dayalı konut alanları planlaması için temel ilkeler ve ölçütlerin belirlenmesi üzerine bir çalışma, İstanbul

geçtikçe tükenen enerji kaynakları yerini güneş, rüzgâr, su gibi doğal kaynaklara bırakmalıdır. ¹³ Son olarak 1990’lardaki Birleşmiş Milletler Rio Dünya Zirvesi ile toplum; insanların doğal kaynaklara verdiği zararın sonuçları, küresel ısınma ve ekosistemin tahribatı konularında uyarılmış ve gerekli bilinci arttırmak hedeflenmiştir. Özellikle ‘sürdürülebilirlik’ tanımı üzerinden multi-disipliner bir alanda çalışılması ve toplumun her kesiminin yapabileceği bir şeyler olduğunun kabul görmelidir. ¹⁴

Tür ve kaynak	Yıl			
	2000	2005	2010	2020
Taşkömürü	9.983	9.227	15.541	77.199
Linyit	13.219	16.765	24.113	30.331
Asfaltit	0.009	0.043	0.043	0.043
İkincil kömür	1.635			
Petrol	32.595	43.806	51.165	71.894
Doğalgaz	13.327	34.060	49.580	74.505
Nükleer				7.297
Hidrolik	2.656	3.092	5.339	10.002
Rüzgar	0.003	0.004	0.449	1.146
Güneş	0.262	0.375	0.602	1.119
Jeotermal	1.792	2.116	2.619	4.773
Ticari olmayan kaynaklar	6.457	5.325	4.417	3.925
net elektrik ithali	0.288	0.295		
Toplam birincil enerji talebi	82.226	115.158	153.868	282.194

Tablo 2. Yakıt Türlerine ve Kaynaklarına Göre Genel Enerji Talebi ¹⁵

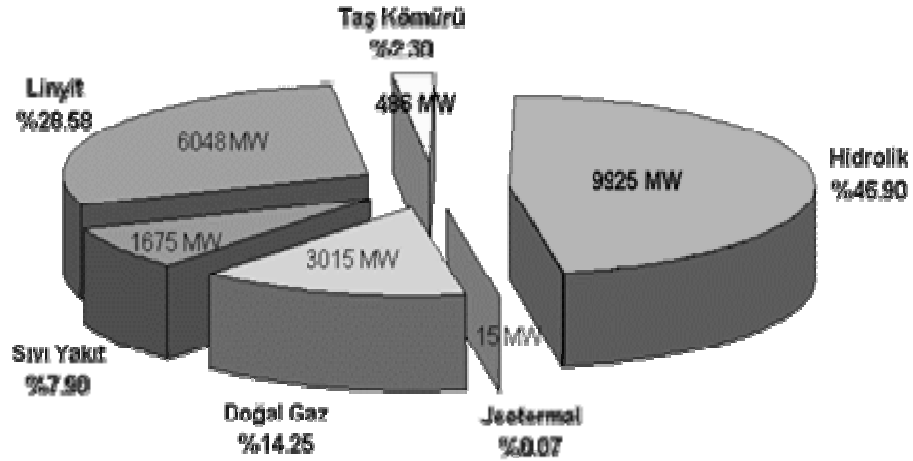
Enerji, günümüzün vazgeçilmez olgularından birisidir. Tarihsel geçmişe baktığımızda, 18-19.yy.da Endüstri devrimi ile birlikte, enerjinin ucuzladığı ve o dönemin bina yapım ve maliyetlerine büyük oranda yansıdığı görülmektedir. Fakat 1970’lerde patlayan petrol krizi ile birlikte başlayan ve sürekli artan enerji fiyatları, fosil tabanlı yenilenemeyen kaynakların gittikçe azalması ve çevreye

¹³ Güleç, D., 2007, Bina enerji performans simülasyonunun mimari tasarım stüdyosuna entegrasyonu, Yüksek lisans tezi, Ankara.

¹⁴ Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye’deki sürdürülebilir mimarlık anlayışına eleştirel bir bakış

¹⁵ Sürdürülebilir kalkınma dünya zirvesi Türkiye raporu, 2002, Johannesburg.

olumsuz etkilere sebep olmuştur. Kloroflorokarbon gazları ile ozon tabakasının delinmesi, kirlilik ile yok olan doğal hayat ve çeşitlilik, iklim değişimi, çölleşme ve ormanların tahribi dünya çapında sıkıntılar doğurmuştur. 2005'te yürürlüğe giren Kyoto protokolüne bağlı olarak karbon dioksit üretimini azaltmak için alınan tedbirler artmıştır.^{16 17}



Grafik 2. Yakıt cinsine göre Türkiye’de enerji dağılımı¹⁸

Yakıt	Üretilen kWh başına salınan CO2(pound)	Üretilen kWh, 1995 (milyar)	Salınan CO2, Toplam üretim (milyonton)
Kömür	2,12	1,653	1,754
Doğalgaz	1,34	268	180
Petrol	1,96	56	55
ABD ortalama yakıt karışımı	1,33	2,995	1,1991
Rüzgâr	0	3	0

Tablo 3. Küresel ısınmaya yol açan karbondioksit için elektrik üretimi sırasında karşılaştırmalı emisyonlar

¹⁶ Güleç, D., 2007, Bina enerji performans simülasyonunun mimari tasarım stüdyosuna entegrasyonu, Yüksek lisans tezi, Ankara.

¹⁷ Altın, Vural, 2002, Bilim ve teknik, Ocak sayısı.

¹⁸ Tmmob oda raporu, 2008, Yenilenebilir enerji kaynakları

Yakıt	Üretilen kWh başına salınan SO2(pound)	Üretilen kWh, 1995 (milyar)	Salınan SO2, Toplam üretim (milyonton)
Kömür	0,0136	1,653	11,26
Doğalgaz	0,000007	268	1
Petrol	0,0123	56	345
ABD ortalama yakıt karışımı	0,0078	2,995	11,608
Rüzgâr	0	3	0

Tablo 4. Asit yağmuruna yol açan kükürtdioksit için elektrik üretimi sırasında karşılaştırmalı emisyonlar

Yakıt	Üretilen kWh başına salınan Nox(pound)	Üretilen kWh, 1995 (milyar)	Salınan Nox, Toplam üretim (milyonton)
Kömür	0,0079	1,653	6,514
Doğalgaz	0,0046	268	614
Petrol	0,0036	56	102
ABD ortalama yakıt karışımı	0,0048	2,995	7233
Rüzgâr	0	3	0

Tablo 5. Asit yağmuruna ve duman oluşumuna yol açan azotoksitler için elektrik üretimi sırasında karşılaştırmalı emisyonlar ¹⁹

¹⁹ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

3.1. Güneş enerjisi

Doğal bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içinde en popüler olanıdır. Coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Güneş Enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır.²⁰ Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

- Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP): Güneş enerjisinden ısı elde edilen bu sistemlerde, ısı doğrudan kullanılabilmesi gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. CSP santralleri, değişik ayna konumları kullanmak sureti ile güneşin enerjisini yüksek sıcaklıklı ısıya dönüştürerek elektrik üretir. İstenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.
- Güneş Pilleri: Fotovoltaik piller de denen yarıiletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.²¹

Güneş pilleri için en önemli dezavantaj, halen ticari olan silisyum kristali ve ince film teknolojisiyle üretimlerinin olağanüstü yüksek maliyetler oluşturmasıdır. Güneş pili kullanımının maliyetlerin düşmesi ve verimliliğin artması ile Türkiye'de güneş pili üretimine bağlı olarak artacağı beklenmektedir. Ayrıca, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası ve CSP teknolojisi ile 380 milyar kWh/yıl enerji üretilebileceği hesaplanmıştır.²² Ülkemizde kurulu olan güneş kolektörü miktarı yaklaşık 12 milyon m² ve teknik güneş enerjisi potansiyeli 76 TEP olup, yıllık üretim hacmi 750.000 m²'dir ve bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Bu kullanım miktarı, kişi başına 0,15 m² güneş kolektörü kullanıldığı anlamına gelmektedir. Güneş

²⁰ www.enerji.gov.tr

²¹ Özil, E., Uyar, T.S., Güneş Enerjisi Teknolojisindeki Gelişmeler

²² Yapı Teknolojisinde Yenilenebilir Enerjiler ve Alternatif Sistemler, 2009, yapı.com.tr

enerjisinden ısı enerjisi yıllık üretimi 420.000 TEP civarındadır. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır.²³

Güneş enerjisinin avantajları

Doğrudan güneş enerjisini kullanır.

Doğal ısıtma ve soğutma sistemleri kullanarak binaların gereksiz ve aşırı ticari enerji tüketimlerini önler,

Çevre değerlerini korur, Çevreye verilen zararları en aza indirir,

Doğal ve sağlığa zararsız malzemeler kullanır

Ekonomiktir

Dışa bağımlı değildir.

Tablo 6. Güneş enerjisinin avantajları²⁴

Güneydoğu Anadolu Bölgesi	3016 saat
Akdeniz Bölgesi	2923 saat
Ege Bölgesi	2726 saat
İç Anadolu Bölgesi	2712 saat
Doğu Anadolu Bölgesi	2693 saat
Marmara Bölgesi	2528 saat
Karadeniz Bölgesi	1966 saat

Tablo 7. Ülkemizde bölgelerin güneş enerjisinden yararlanma süreleri²⁵

Ülkemizde çoğu kamu kuruluşlarında olmak üzere küçük güçlerin karşılanması ve araştırma amaçlı kullanılan güneş pili kurulu gücü 1 MW' a ulaşmıştır. Güneş enerjisi ve hidrojen enerjisi alanında yapılan çalışmalar savunma sanayimiz ve askeri

²³ www.eie.gov.tr

²⁴ www.eie.gov.tr

²⁵ Erdoğan, D., Yenilenebilir Enerji Kaynakları

amaçlarla kullanım dâhil olmak üzere ülkemizin enerji geleceği açısından büyük bir öneme sahiptir.

3.2. Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisi, ısıları farklı olan hava kütlelerinin yer değiştirmesiyle oluşur. Güneşten yeryüzüne ulaşan enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Rüzgâr türbinleri, yenilenebilir nitelikte olan hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Rüzgâr türbinlerinin çalışması çevreye zararlı gaz emisyonuna neden olmadığından enerji geleceğimizde ve iklim değişikliğini önlemede büyük bir role sahiptir.²⁶

Rüzgâr enerjisi avantajları	Rüzgâr enerjisi dezavantajları
Kararlı, güvenilir, sürekli bir kaynaktır.	Türbin için Geniş alanlar isteyebilirler Tek bir türbin için 700-1000 m ² /MW. Rüzgâr tarlalarının birim güç başına toplam gereksinimi ise 150-200 katı kadardır. Türbinlerin kapladığı alan bunun %1-1.2 kadar olduğundan bu alanlar yinede tarım amaçlı kullanılabilir.
Dışa bağımlı değildir	Görsel ve estetik olarak olumsuzdur. Gürültülüdürler ve kuş ölümlerine neden olur, radyo ve TV alıcılarında parazitlenme yaparlar Bu nedenle İngiltere başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde büyük rüzgâr türbinlerinin yarattığı çevre sorunları nedeniyle milli park alanlarının sınırları içine ve çok yakınlarına kurulması yasaklanmıştır.
Gelişen teknoloji ile birlikte enerji birim maliyetleri düşmektedir.	

Tablo 8. Rüzgâr enerjisinin avantaj ve dezavantajları²⁷

²⁶ Taşgetiren, S., 1998, Rüzgar enerjisi.

²⁷ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

Geleneksel güç santrallerinin aksine, enerji güvenliği açısından yakıt maliyetlerini ve uzun dönemli yakıt fiyatı risklerini eleyen ve ekonomik, politik ve tedarik riskleri açısından diğer ülkelere bağımlılığı azaltan yerli ve her zaman kullanılabilir bir kaynaktır. Ancak rüzgâr türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması ve üretilen elektriğin kalite sorunları gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.²⁸ 2004 yılı itibariyle sadece 18 MW düzeyinde olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün artırılmasında aşama kaydedilmiştir. 2008 Yılı başı itibariyle rüzgâr kurulu gücümüz 354,7 MW düzeyine ulaşmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanununun yürürlüğe girmesinden sonra 3.363 MW Kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgâr projesine lisans verilmiştir. Bu projelerden yaklaşık 1.100 MW Kurulu gücünde santrallerin yapımı devam etmektedir.²⁹

3.3. Hidroelektrik enerjisi

Çeşitli enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerji santralleri çevre dostu olmaları ve düşük potansiyel risk taşımaları sebebiyle tercih edilmektedir. Hidroelektrik santraller; çevreye uyumlu, temiz, yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri olmayan, enerji fiyatlarında sigorta rolü üstlenen, uzun ömürlü, işletme gideri çok düşük dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır. 2008 yılında elektrik üretimimizin %16,77 si hidroelektrik santrallerden temin edilmiştir. Son yıllarda yaşanan kuraklıklar hidroelektrik santrallerinden beklenen katkının sağlanamamasına neden olmuştur. 2004 yılında hidroelektrik santrallerinden 46 milyar kWh üretim yapılmıştır. 2004-2008 döneminde 600 MW gücünde yeni hidroelektrik santral işletmeye alınmış olmasına karşın, 2008 yılında hidroelektrik üretimimiz 33 milyar kWh düzeyinde kalmıştır.^{30 31}

Arızalar, bakım-onarım, işletme politikası, kuraklık gibi sebeplerle enerji üretiminde kapasite kullanımı %73 civarındadır. Termik santrallerde %68, hidroelektrik santrallerde ise %94 oranında kapasite kullanımı mevcuttur. Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek tüm hidroelektrik potansiyeli 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kullanılması hedeflenmektedir. 5346 sayılı YEK Kanunu kapsamına, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar

²⁸ Çakmanus, İ., 2004, Enerji Etkin Bina Tasarım Yaklaşımı

²⁹ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

³⁰ Bozdoğan. B., 2003, Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

³¹ Yılmaz Ö., Hidroelektrik Enerji Üretiminin Çevresel Boyutları

alanı 15 km² altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynakları alınmıştır.³²

Hidroelektrik enerjisinin avantajları	Hidroelektrik enerjisinin dezavantajları
Kirlilik Yaratmaz	Yatırım Maliyetleri fazladır
Pik Enerji ihtiyacında çok hızlı devreye girer	Toplam İnşaat süresi uzundur
Acil Durumlarda hızla devreden çıkarılabilir	Yağışlara bağlı olumsuz etkilenmesi söz konusudur.
Doğal kaynaklar kullanılır dışa bağımlı değildir.	
Yapılan yatırım sadece enerji için değil sulama-taşkın amaçlı kullanılabilir.	

Tablo 9. Hidroelektrik enerjisinin avantajları ve dezavantajları³³

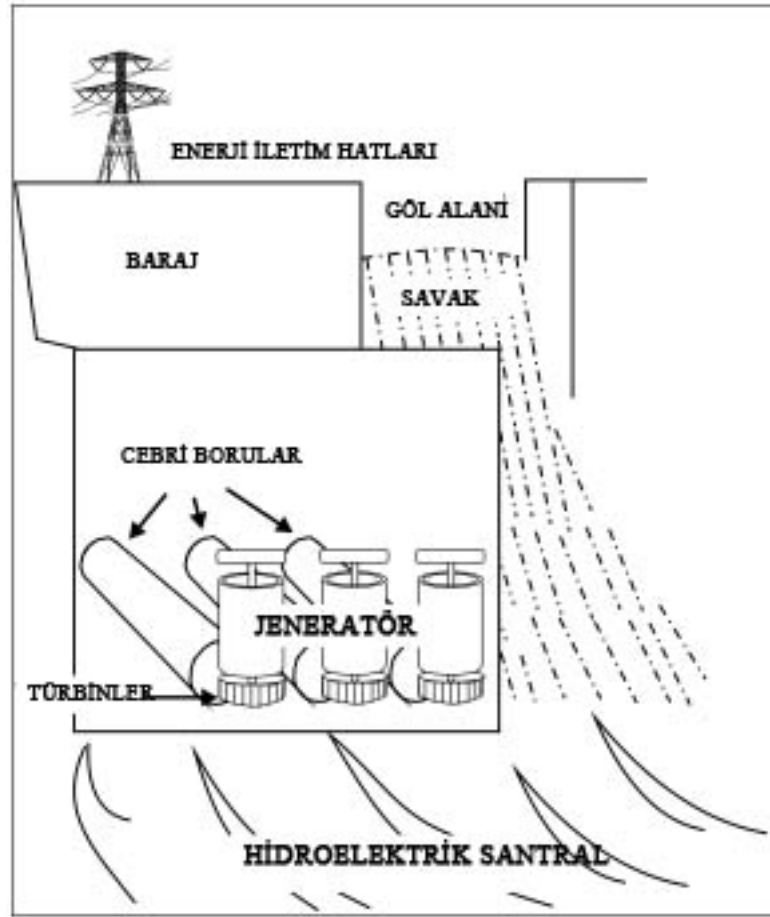


Fotoğraf 1. Hidroelektrik santrali³⁴

³² Ersoy E., Küçükbayrak S., 21. yüzyılda bütün yönleri ile enerji

³³ www.eie.gov.tr

³⁴ www.eia.doe.gov



Şema 3. Hidroelektrik santralde elektrik enerjisi üretim şeması ³⁵

3.4. Hidrojen enerjisi

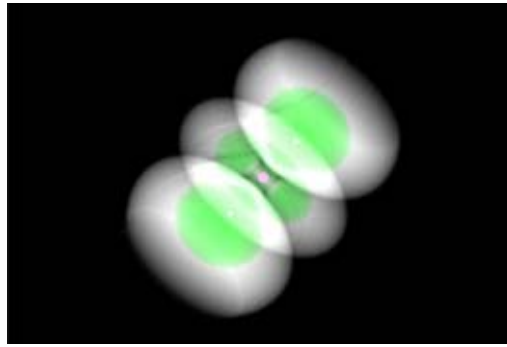
Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup, evrenin temel enerji kaynağıdır. Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir (Üst ısıl değeri 140,9 MJ/kg, alt ısıl değeri 120,7 MJ/kg). 1 kg hidrojen 2,1 kg doğal gaz veya 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir. ³⁶

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

³⁵ www.elektroteknoloji.com

³⁶ tr.wikipedia.org

pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir. Bununla birlikte, günlük veya mevsimlik periyotlarda oluşan ihtiyaç fazlası elektrik enerjisinin hidrojen olarak depolanması günümüz için de geçerli bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Bu tarzda depolanan enerjinin yaygın olarak kullanılabilmesi - örneğin toplu taşıma amaçları için- yakıt piline dayalı otomotiv teknolojilerinin geliştirilmesine bağlıdır. Şu anda dünyada her yıl 50 milyon ton hidrojen üretilmekte, depolanmakta, taşınmakta ve kullanılmaktadır. En büyük kullanıcı payına kimya sanayi, özellikle petrokimya sanayi sahiptir.^{37 38}



Fotoğraf 2. Hidrojen atomu³⁹

Sektör	Yıllık Kullanım Miktarı
Suni Gübre Sanayi	25.000 m ³
Bitkisel Yağ (margarin) Üretimi	16.000 m ³
Rafineriler	1.200 m ³
Petrokimya Endüstrisi	30.000 m ³
Hidrojen Hayvansal Yağ Üretimi	200-300 m ³
Gaz veya Sıvı Hidrojen Üretimi	6.000 m ³

Tablo 10. Dünya genelinde bir yılda üretilen hidrojenin sektörlerde kullanım miktarları⁴⁰

³⁷ www.cevreonline.com

³⁸ Tabakoglu, Ö., 2007, Hidrojen Enerjisi & Hidrojenin Binalarda Kullanımı

³⁹ www.ekoses.com

⁴⁰ www.enerji.gov.tr

3.5. Biyoyakıt 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. Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, 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.⁴¹ Biyodizelin alevlenme noktası, dizelden daha yüksektir (>110 °C). Bu özellik biyodizelin kullanım, taşınım ve depolanmasında daha güvenli bir yakıt olmasını sağlar. Yanma sonucu oluşan çevreye zararlı gazların emisyon değerlerini düşürür, motordaki yağlanma derecesini artırır ve motor gücünü azaltan birikintileri çözer. Biyodizel, tarımsal bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, fotosentez yolu ile CO₂'i dönüştürüp karbon döngüsünü sağladığı için, sera etkisini artırıcı yönde etki göstermez.⁴²

Ülkemizde de biyodizel çok soğuk bölgelerimizin dışında dizelin kullanıldığı her alanda kullanılacak bir yakıttır. Biyodizel ulaştırma sektöründe dizel yakıtı yerine kullanıldığı gibi, konut ve sanayi sektörlerinde de fuel oil yerine kullanılacak bir yakıttır. Biyoetanol, hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Ulaştırma sektöründe benzin ile karıştırılarak, küçük ev aletlerinde, kimyasal ürün sektöründe kullanılan Biyoetanol, yakıtın oksijen seviyesini artırarak, yakıtın daha verimli yanmasını sağlar, egzoz çıkışındaki zararlı gazları azaltır, kanserojen maddelerin çevreci alternatifidir, egzoz emisyonlarını azaltır. Gıda tarımına elverişli alanların biyodizel ve biyoetanol üretimine ayrılması ve bu şekilde gıda güvenliği açısından küresel bir risk oluşturması hususu biyoyakıt tarımının en çok eleştirilen yönü olmaktadır. Biyogaz organik maddelerin (hayvansal atıklar, bitkisel atıklar, şehir ve endüstriyel atıklar) oksijensiz şartlarda biyolojik parçalanması (anaerobik fermantasyon) sonucu oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazıdır.

⁴¹ www.stratim.org.tr

⁴² Karademir, G., 2007, Biyoteknoloji, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Ankara.

Biyogaz teknolojisi ile organik kökenli atık maddelerden enerji elde edilmekte ve atıkları toprağa kazandırılmaktadır.⁴³

Türkiye'nin hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen üretilebilecek biyogaz miktarı 1,5-2 MTEP olduğu değerlendirilmektedir. Biyokütle kaynaklarımız; tarım, orman, hayvan, organik şehir atıkları vb.'den oluşmaktadır. Atık potansiyelimiz yaklaşık 8,6 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (TEP) olup bunun 6 milyon TEP'i ısınma amaçlı kullanılmaktadır. 2007 yılında biyokütle kaynaklarından elde edilen toplam enerji miktarı 11 bin TEP'tir. (BTEP: Bin Ton Eşdeğer Petrol, MTEP: Milyon Ton Eşdeğer Petrol, GTEP: Milyar Ton Eşdeğer Petrol)⁴⁴

Biyokütle	Çevrim yöntemleri	Yakıtlar	Uygulama alanları
Orman artıkları	Havasız çürüme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal atıklar	Fermantasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık
Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik yağ roketler
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve hayvansal yağlar	esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

Tablo 11. Biyokütle kaynakları kullanılan çevrim teknikleri, bu teknikler kullanılarak elde edilen yakıtlar⁴⁵

⁴³ www.enerji.gov.tr

⁴⁴ www.stratim.org.tr

⁴⁵ Ar, F., Akdağ, F., Malkoç, Y., Çalışkan, M., Biyokütle enerjisi ve Biomotorin

3.6. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji yerin derinliklerindeki kayaçlar içinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar yoğun olarak aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır. Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO₂, NO_x, SO_x gazlarının salınımı çok düşük olduğundan temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.⁴⁶ Jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Düşük (20-70°C) sıcaklıklı sahalar başta ısıtmacılık olmak üzere, endüstride, kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Orta sıcaklıklı (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) sahalar ise elektrik üretiminin yanı sıra reenjeksiyon koşullarına bağlı olarak entegre şekilde ısıtma uygulamalarında da kullanılabilir.⁴⁷

Jeotermal enerjinin avantajları	Jeotermal enerjinin dezavantajları
Çevre dostudur. Suyun ısıtılması ve buharlaştırılması için fosil enerjiye ihtiyaç duymaz	Yapılarında bulunan hidrojen sülfür ve karbondioksit gibi gazların açığa çıkması nedeniyle reenjeksiyon gereklidir.
Doğal kaynaklar kullanılır, dışa bağımlı değildir	

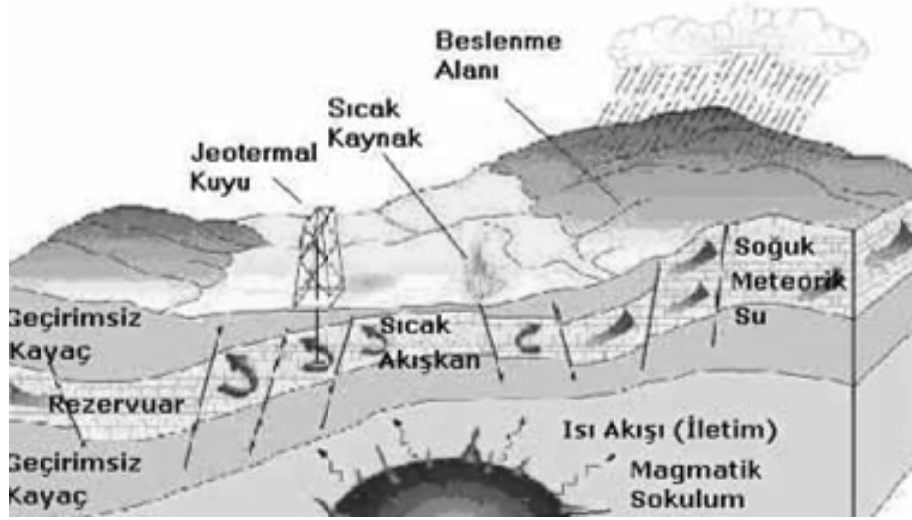
Tablo 12. Jeotermal enerjinin avantaj ve dezavantajları⁴⁸

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 9.700 MW, yıllık üretim 80 milyar kWh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 33.000 MW' tır. Dünya'da jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye'dir.

⁴⁶ www.kimyamuhendisi.com

⁴⁷ Kaymakçıoğlu, F., Çirkin, T., Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi

⁴⁸ www.eie.gov.tr



Şema 4. İdeal jeotermal enerji tesisi kurulumu ⁴⁹

Türkiye, Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer aldığından oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan bir ülkedir. Ülkemizin jeotermal potansiyeli 31.500 MW' tır. Ülkemizde potansiyel oluşturan alanlar Batı Anadolu'da (%77,9) yoğunlaşmıştır. Bu güne kadar potansiyelin %13'ü (4.000 MW) Bakanlığımız kuruluşu olan MTA tarafından kullanıma hazır hale getirilmiştir. Türkiye'deki jeotermal alanların %55'i ısıtma uygulamalarına uygundur. Ülkemizde, jeotermal enerji kullanılarak 1200 dönüm sera ısıtması yapılmakta ve 15 yerleşim biriminde 100.000 konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Jeotermal enerji arama çalışmaları son yıllarda canlandırılmış, 2003 yılından itibaren Bakanlığımız kuruluşu olan MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan arama çalışmaları sonucu 840 MW jeotermal enerji kaynağı tespit edilmiştir. ⁵⁰

3.7. Deniz enerjileri

Deniz kökenli yenilenebilir enerjiler; deniz dalga enerjisi, deniz sıcaklık gradyent enerjisi, deniz akıntıları enerjisi (boğazlarda) ve gel-git (med-cezir) enerjisidir. Ancak, Türkiye'de gel-git enerjisi olanağı yoktur. Ülkemiz için söz konusu enerji grubu içerisinde en önemlisi deniz dalga enerjisidir. Üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye'de deniz dalga konvertörleri ile bu enerjiden yararlanılması düşünülmelidir. Ayrıca, denizlerde biyokütle yetiştiriciliği de olanaklıdır. ⁵¹ Deniz dalga enerjisinin

⁴⁹ www.eie.gov.tr

⁵⁰ www.kimyamuhendisi.com

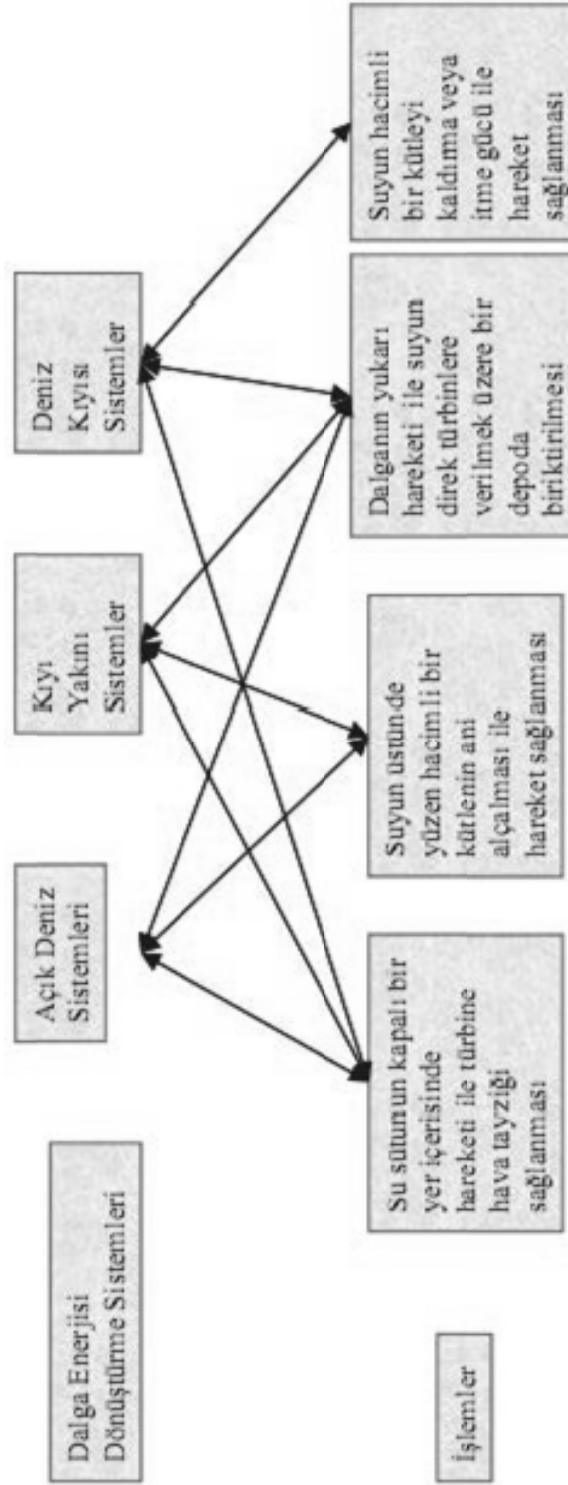
⁵¹ www.fizikkulubu.net

kökeninde rüzgâr enerjisi yatmaktadır. Türkiye'nin Marmara Denizi dışında açık deniz kıyıları 8210 km'yi bulmaktadır. Türkiye'de dalga rasatları ve bunlara ilişkin ölçüm verileri bulunmamaktadır. Ancak, küçük dalga enerji sistemleri için, birim dalga cephesi başına güç 10-20 kW/m olurken, geliştirilmiş sistemlerde 40 kW/m düzeyinin üzerine çıkmaktadır. Tüm kıyılarda bu tür tesislerin kurulması deniz trafiği, turizm, balıkçılık, kıyı tesisleri vb. nedenlerle olanaklı değildir. Türkiye kıyılarının beşte birinden yararlanılarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli 18,5 TWh/yıl düzeyindedir. Bu kaynağın değerlendirilmesi için dalga rasatlarından başlanarak, teknik ve ekonomik incelemeler yapılmalıdır.⁵²

Denizlerden enerji şu yollarla sağlanır:

- Deniz akıntısı enerjisi, gel-git akıntısı enerjisi gibi, deniz akıntılarının kinetik enerjisini kullanır.
- Okyanus termal enerji dönüşümü (Ocean thermal energy conversion – OTEC) okyanus sıcak yüzeyiyle derinliklerinin arasındaki ısı farkını kullanır. Bunun için soğutma çevrimi kullanır. OTEC büyük ölçekli olarak alan testine tabi tutulmamıştır.
- Gel-git enerjisi, gelgitlerden enerji elde eder.
- Dalga enerjisi dalgalardaki enerjiyi kullanır. Dalga enerjisi makineleri çoğunlukla hareket eden ya da bir noktaya bağlı olan su yüzeyinde duran ya da doğal batmayan yapılar şeklindedir.
- Osmotik-geçişimli enerji ya da tuzluluk oranı enerjisi deniz suyu ve akarsuların tuzluluk yoğunluğu arasındaki farktan elde edilir. Ters elektrodializ araştırma ve test etme aşamasındadır.

⁵² Ün, Ü.T., Dalga Enerjisi, Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu.



Şema 5. Dalga enerjisi dönüştürme sistemleri ⁵³

⁵³ www.energyquest.ca.gov'den geliştirilerek

Yenilenebilir enerji kaynakları	Zararlı etkileri	Derecesi
Biyokütle enerjisi	toprak erozyonu, su kalitesinin bozulması, ekosisteme etkisi	büyük
	ormanların deformasyonu, insan müdahalesi	orta
	hava kirlenmesi	büyük
Rüzgar enerjisi	estetik bozulma	küçük
	kuş uçuşlarını engellemesi ve ölümlerine sebep olması	orta
	rüzgar hızını azaltmasından dolayı ekosisteme etkisi	küçük
	elektro-manyetik alanı bozması	orta
Hidroelektrik enerjisi	doğal ortamın tahribi	büyük
	su kalitesinin bozulması	büyük
	ormanların deformasyonu	büyük
	sera etkisi oluşumu	büyük
	nehir yaşamının etkilenmesi, su yaşamına etkisi	büyük
jeotermal enerji	toprak çökmesi	büyük
	gürültü	küçük
	termal kirlilik	büyük
	su kirlenmesi	orta-büyük
	hava kirlenmesi	orta-büyük
deniz kökenli enerji	termal yapıyı değiştirmesi, su kimyasını değiştirmesi açısından deniz ekosistemine etkisi	büyük

Tablo 13. Yenilenebilir enerji kaynaklarının muhtemel olumsuz etkileri ⁵⁴

⁵⁴ Bozdoğan. B., 2003, Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

2020 YILINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI TAHMİNİ				
	2020 Yılında Minimum		2020 Yılında Maksimum	
	MTEP	Toplamın % si	MTEP	Toplamın % si
Modern Biokütle	243	45	561	42
Güneş	109	20	355	26
Rüzgar	85	15	215	16
Jeotermal	40	7	91	7
Küçük Hidrolik	48	9	69	5
Deniz Enerjileri	14	4	54	4
TOPLAM	539	100	1345	100
Genel Enerji Talebinin % si		03.Nis		8 – 12

Tablo 14. 2020 yılı yenilenebilir enerji kaynakları tahmini ⁵⁵

⁵⁵ Kumbur, H., Özer, S., Özsoy, D., Avcı, D., Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması

4. ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMI

4.1. Ekolojik yapı yaklaşımının tanımı

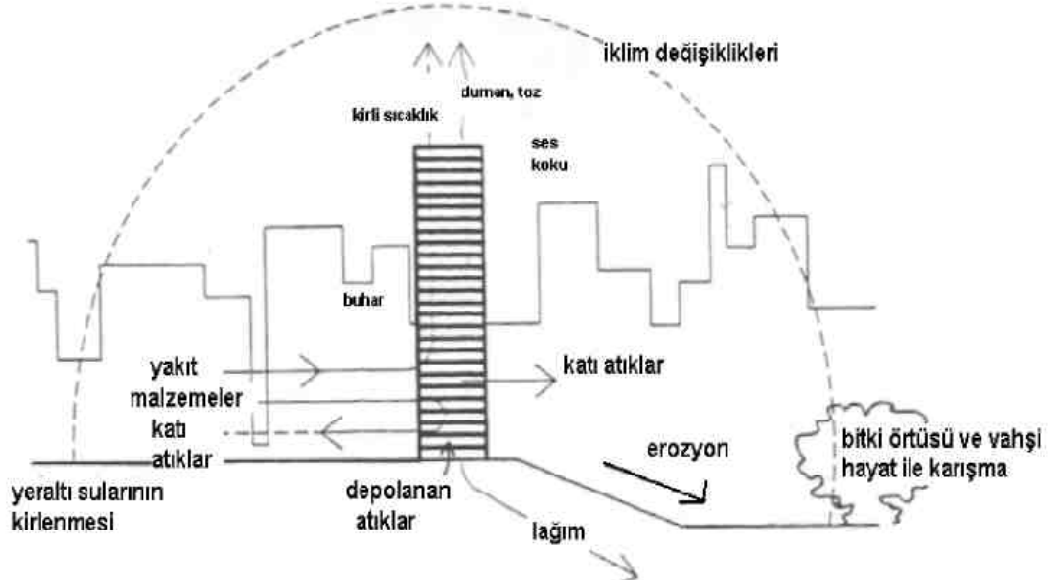
Enerji temelde 3 sektörde, endüstri, ulaşım ve binalar kapsamında tüketilmektedir. Binalar, %40-60 payla enerji tüketiminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle günümüzde „enerjinin optimize kullanılması“ sorunu, bina tasarım ve işletmesi alanındaki en önemli sorun haline gelmiştir. Bu bağlamda, bina tasarımının en önemli aktörleri mimarlara önemli bir rol düşmektedir. Çünkü bina, şehir ve bunların mekânsal birleşimi, ‘sürdürülebilir kalkınma’ya dayalı bir gelecek oluşturmak için gerekli anahtar noktalardır.⁵⁶ Temel veri, sürdürülebilirlik çerçevesindeki dinamik alanların değişebilirliği ve gün geçtikçe büyüyen yapıli çevrede ‘neyin nasıl yapılacağı’(know-how) konusudur. Yeang, ‘Doğa ile Tasarım (Designing with Nature)’ isimli kitabında ekolojik mimarlığı şöyle tanımlamaktadır: ‘Çevresel problemler kısaca insan hareket ve aktivitelerinin sebep olduğu ekosistemdeki değişiklikler olarak tanımlanabilir. Bunlar şu üç etkinin biri veya hepsini içerebilir: Tüketme, değiştirme, eklenme. Bu etkilere dayanarak, ekolojik mimarlığın amacı, dünya ekolojik sistemine yapılan değişiklikleri minimize etmek olmalıdır.’⁵⁷

Ekolojik tasarım yaklaşımı, ilk ortaya çıkışı 1970’lere dayanan, çevreleriyle uyumlu ve pasif tasarım ilkelerini kullanan yapılar üretmeyi amaç edinmiş bir tasarım biçimidir. Olson tezinde, gerçekten iyi bir tasarımın doğayı örnek alan tasarım olduğunu savunmuş benzer şekilde Yeang ise doğa ile birlikte tasarımı vurgulamıştır Bina ölçeğinde ise Vitruvius, sürdürülebilir kalkınmayı ‘fonksiyon’ ve ‘konstrüksiyon’ arasındaki ilişki olarak tanımlamıştır.⁵⁸

⁵⁶Çelik, C., 2008, Binalarda Enerji Verimliliği

⁵⁷ Güleç, D., 2007, Bina Enerji Performans Simülasyonunun Mimari Tasarım Stüdyosuna Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

⁵⁸ Güleç, D., 2007, Bina Enerji Performans Simülasyonunun Mimari Tasarım Stüdyosuna Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.



Şema 6. Yapının çevresi ile ilişkisi ⁵⁹

4.2. Çevreye duyarlı tasarım

Ekolojik tasarım insan ve çevresine eş zamanlı olarak duyarlı bir yaklaşım oluşturmasındaki uyumu ve aynı zamanda dünya kaynaklarının da yeterli oranda ve ekonomik kullanımı ilkesini bir arada sağlamaktadır. Bu genel yaklaşım ve açıklamaların ışığında, ekolojik tasarımın genel ilkelerini altı başlıkta özetlemek mümkündür. ⁶⁰

Enerji Bilinci: İleri teknoloji çağında ortaya çıkan fazla miktarda enerji gereksinimi ve kullanımı dünyadaki petrol rezervlerinin azalmasına neden olmaktadır. Bu sebeple, insan yerleşmeleri için gerekli olan enerjiyi güneş, rüzgâr enerjisi gibi ‘doğal ve yenilenebilir’ alternatif biçimlerde sağlamak; kendi kendine yeten ‘enerji etkin’ mekân-kent çözümleri yaratabilmek; bu yenilenebilir enerji türünün depolanmasını sağlamak ve farklı enerji türlerini araştırmak gerekmektedir.

İklimsel Uyumluluk: Tasarımın bulunduğu iklimsel faktörlerin pozitif ve negatif etkileri en uygun şekilde çözümlenerek gerekli yönlendirmelerin ilk tasarım aşamalarında yapılması, binanın kullanımıyla ilgili performansın iklimsel çözümlenmeyle artması ve mümkün olduğu kadar az mekanik sistem kullanarak binanın iklimlendirilmesinin sağlanması gerekmektedir.

⁵⁹ Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye’deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım.

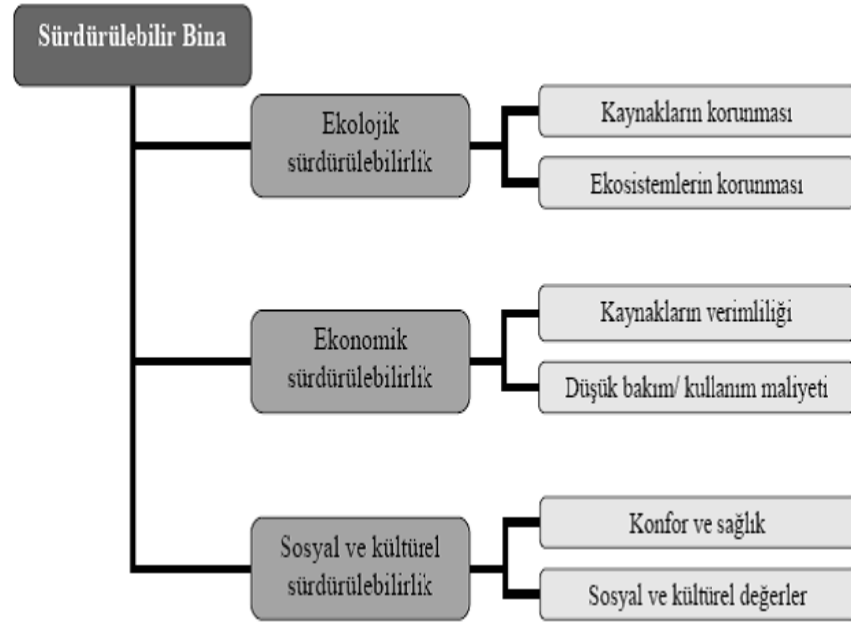
⁶⁰ Bozdoğan. B., 2003, Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Malzemenin Dönüşümü: Malzeme ve doğal kaynaklarla ilgili dünyadaki genel durum ve bölge özelindeki stokların değerlendirilmesi ve ekonomik kullanımı üç ayrı biçimde uygulanmalıdır. Bu ilkelerden birincisi, dönüştürme (re-cycling) biolojik olarak doğaya karışabilen nitelikte malzeme ve oluşumların geri kazandırılması ya da farklı kullanımlara dönüşerek yeniden kullanılmasıdır. Bir diğeri olan tekrar kullanım (re-use) ise kullanılmış, işlemde geçirilmiş doğal kaynak ve materyallerin tekrar kullanımının sağlanmasıdır. Sonuncusu olan yenileme (re-new) ise yerel/doğal materyallerin akıllıca ilavelerle ya da detaylarla yenilenerek daha ekolojik olana dönüşebilmesi, eski-yeni karışımlardan oluşan yeni yeşil etiketli ya da ekolojik malzeme arayışının özendirilmesidir.

İnsan Etkeni-Kültürüne Saygı: Küresel kültürün egemen olduğu dünyamızda, yerel özelliklerin göz önüne alınması gereksinimi nedeniyle, gerek psikolojik gerekse de sosyal ve kültürel uyumlu tasarımlar üretebilmek önem kazanmıştır. Özellikle mimarlıkta yerel özelliklerin kaybolmamasına özen gösteren ‘Sürdürülebilir Kentler-Yerleşmeler’ konusunda çalışmalar artmıştır. Turizmde ise ‘organik tarım’ ya da ‘yerel kültür’ turizmi gibi yeni alternatif eğilimler ortaya çıkmıştır.

Zarar Vermeden Tasarlamak: Tasarım objesinin çevredeki canlı ve cansız unsurlar düşünülerek ve genel olarak doğayı mümkün olduğu kadar az zarar vererek, onunla işbirliği içinde çözülebilmeye özen gösterilmesi gerekmektedir. Jeolojik ve topoğrafik yapılanmanın, fauna ve floranın korunması ve global market değerlerine karşı ekolojik bakış açısının baskınlığının ortaya konulması mimarların sorumlulukları arasındadır.

Bütünsel Değerlendirme: Tasarımın bütünsel bir bakış açısıyla ele alınması tüm dünya dengesini ilgilendirmesi açısından önemlidir. Çeşitli meslek alanlarının farklı bakış açıları nedeniyle gözden kaçabilecek noktalar olabileceği gibi, yeniden yapılacak bütünsel bir değerlendirme, yapılan işin hangi yönleriyle daha ekolojik, daha sürdürülebilir ya da daha yeşil tasarım olduğunun görülmesi ve gelecekte önerilen diğer çalışmalara ışık tutucu nitelikte olması açısından da önemlidir.



Şema 7. Sürdürülebilir yapı bileşenleri ⁶¹

Konvansiyonel mimariden, ekolojik tasarım mimarisine geçerken; konvansiyonelliğin getirdiği ‘benzer’lik yani değişen şartlardan bağımsız olarak her koşulda aynı tavır, ekolojik tasarımda yerini ‘biyobölgeselcilik’e bırakarak, yerel verilerin kullanımını arttırmakta ve böylece çeşitliliği sağlamaktadır. Yer, mikroklima, yönlenme, topoğrafya, rüzgâr, zonlama, bina kabuğu, form, A/V oranı gibi tasarım kriterleri önem kazanmaktadır. Aynı doğrultuda Yannas, çevreye duyarlı mimarlığın 3 temel kriteri olan bilgi, performans ve kentsel bağlamı temel alması gerektiğini, ısı ve görsel konforun yenilenemeyen enerji kaynaklarını tüketmeden sağlanması gerekliliğini savunmaktadır. ⁶²

Mimari ve akademik çevrede yaygın olan estetik kaygı/enerji etkin ikilemi ve ekolojik-düşük enerji tüketimli binaların değersiz ve işe yaramaz olduğu fikri, artık birçok çalışma ve uygulama ile çürütülmektedir. 1980’lerin oldukça konvansiyonel enerji-etkin bina anlayışı yerini soyut/estetik kaygılarla biçimlenen, yaratıcılığın ve orijinalitenin geliştirdiği bir olgunluğa bırakmıştır. Radovic bu bağlamda: ‘Çevreye duyarlı mimarlık sadece enerji-etkin, uzun süre dayanımlı veya az enerji tüketen

⁶¹ Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye’deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım

⁶² Güleç, D., 2007, Bina Enerji Performans Simülasyonunun Mimari Tasarım Stüdyosuna Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

binalar üretmek değildir. Bu değerli kelimenin anlamını vererek mimarlık, gerçek anlamda ‘Mimari’ olmalıdır.’ Demektedir. Dünya çapında birçok önemli mimar, tasarımlarında bu bilinci ön plana çıkarmış, uygulamaları gün geçtikçe daha verimli sonuçlar doğuran bir mimarlığı yaratmıştır. Amaç, enerji karakteristiği ile tasarım parametrelerinin ilişkisini kurmak ve geometri, fiziksellik, formun yanında, mimari mekânı da geliştirmektir.^{63 64}

KONU	KONVANSİYONEL TASARIM	EKOLOJİK TASARIM
Enerji kaynağı	Yenilenemeyen fosil tabanlı enerji kaynakları	Yenilenebilir; güneş, rüzgar, hidrotermik, biokütle gibi enerji kaynakları
Malzeme kullanımı	Toprak, hava ve su doğal yapısını bozan, toksik madde içeren yüksek kalitede malzemeler	Dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir, esnek, doğa ile dost, sağlıklı malzemeler
Kirlilik	Hava ve doğa kirliliği	Atıklar dönüştürülerek doğaya kazandırılır, kirlenme minimize edilir
Toksik maddeler	Birçok malzeme yaygın olarak içermekte	Çok özel durumlarda az miktarlarda içeriyor
Ekoloji ve ekonomi	Kısa zamanlı maliyet analizleri	Uzun zaman sonrasına yönelik, ileri görüşlü maliyet analizleri
Tasarım kriterleri	Ekonomi, gelenekler ve memnuniyet	İnsan sağlığı ve ekosistemin devamlılığı
Ekolojik bağlama duyarlılık	Standart tip binaların kültür, yer ve iklimden bağımsız olarak dünyanın her yerinde aynı olması	Biyobölgeselcilğe duyarlılık, tasarımın yerel değerlerle uyum içinde olması
Kültürel bağlama duyarlılık	Yerel dokuyu hiçe sayan, homojen global bir kültür edilmesi	Geleneksel bilgi, teknoloji ve malzemeye önem verilmesi
Biyolojik, kültürel ve ekonomik çeşitlilik	Çeşitliliği yok eden, yüksek enerji ve pahalı malzemeler kullanan aynı tip tasarımlar	Biyoçeşitlilik adına, yerel kültür ve ekonominin benimsenmesi
Bilgi birikimi	Daraltılmış disiplin alanlarında çalışmalar	Birçok bilim alanını entegre ederek, farklı disiplinlerden geri besleme almak

⁶³ Güleç, D., 2007, Bina Enerji Performans Simülasyonunun Mimari Tasarım Stüdyosuna Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

⁶⁴ Gençoğlu, M.T., Cebeci, M., 2001, Dünya ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu

Mekansal ölçekler	Her defasında tek ölçekte tasarım	Farklı ölçeklerde çalışma, üst ölçek ile alt ölçek arasında entegrasyon
Doğanın rolü	Kullanıcı ihtiyaçlarını çok fazla önemsemez, doğayla ilişki kuramaz	Doğayı bir tasarım elemanı olarak görür, mümkün olduğu yerde doğanın potansiyelinden yararlanarak malzeme ve enerji kaynağı olarak kullanır.
Analojik kavramlar	Makine, ürün	Hücre, organizma, ekosistem

Tablo 15. Konvansiyonel ve ekolojik tasarımların karşılaştırılması ⁶⁵

4.3. Güneş Enerjisi'nin yapılarda kullanımı

Günümüzde kullanılan temel enerji kaynakları gün geçtikçe tükenmekte buna karşın enerji ihtiyacı olan nüfus sürekli artmaktadır. 21. Yy insanının enerjiye bağımlılığı her gün artış göstermektedir. Dolayısı ile mevcut olan enerji açığını sürekli olarak büyötmektedir. Sınırlı olan, tükenecek olan enerji kaynaklarının hızla azalması toplumlari daha uzun ömürlü enerji kaynakları arayışına itmıştır. Bu kaynaklardan en önemlilerinden biri güneş enerjisidir. ⁶⁶ Güneş enerjisinin kullanım alanları oldukça yaygındır. Konutlarda, sanayide, tarımda, ısııl enerji uygulamalarında ve elektrik enerjisi üretiminde (PV ve ısııl güç santralleri) güneş enerjisi tercih edilebilir. Güneş enerjisinden enerji üretim sistemlerinde, düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları vardır. Sıcak su üretimi için gerekli olan enerji, düşük sıcaklık uygulamalarından sağlanırken, endüstriyel süreçte kullanılan ısılarının karşılanmasında orta sıcaklık uygulamaları yaygın olarak kullanılır. Buhar elde etmek ve elektrik enerjisi üretimi için ise endüstriyel yüksek sıcaklık güneş enerjisi uygulamaları tercih edilir. ⁶⁷

Düşük sıcaklık güneş enerjisi ısııl uygulamaları genelde konut bazında üretimler şeklindedir. Konutta kullanılacak sıcak suyu elde etme amaçlıdır. Bu sistemlerde güneş pilleri (fotovoltaik piller) en çok kullanılan uygulama elemanlarıdır. Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken gereçlerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm²

⁶⁵ Güleç, D., 2007, Bina Enerji Performans Simülasyonunun Mimari Tasarım Stüdyosuna Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

⁶⁶ Çukurçayır, A., Sağır, H., Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları

⁶⁷ Güven, Ş., Üçgöl, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.

civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm. arasındadır. ⁶⁸ Güneş pilleri fotovoltaik ilke ile çalışırlar, bunun anlamı üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşuyor olmasıdır. Pilin sağladığı elektrik enerjisinin kaynağı güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Eğer ihtiyaç duyulan enerji fazla ise, birkaç güneş pili birbirine paralel ve ya seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. ⁶⁹

Güneş ısı elektrik (GIE) güç tesisleri terimi ışınım odaklama ve odaklamasız tasarımlar için kullanılır. Parabolik silindirik tesisler, güç kuleleri ve çanak/stirling sistemleri elektrik enerjisi üretiminin çeşitli yöntemleridir. Bu sistemler güneş enerjisi odaklama donanımları ile güneş ışınlarını, ısıya dönüştürme işleminin yapıldığı bir alıcıya yansıtır ve odaklar. Isı, termodinamik bir çevrimi çalıştırır, ısı makinesi de elektrik jeneratörünü harekete geçirir. Güneş pili modülleri akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim elemanları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile kullanılarak bir güneş pili sistemi (fotovoltaik sistem) oluştururlar. Bu sistemler, yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan bölgelerde, jeneratöre yakıt taşımanın zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılır. Bunun yanı sıra dizel jeneratörler ve ya başka güç sistemleri ile birlikte karma olarak kullanılabilir. ⁷⁰

Sistemlerde, güneş pili modülü, enerji kaynağıdır. Güneşin yetersiz olduğu durumda ve ya gece süresince kullanılmak üzere sistemde akümülatör bulundurulur. Güneş pili modülleri gün boyunca elektrik enerjisi üreterek, enerjiyi akümülatörde depolar, gerektiğinde enerji akümülatörden alınır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için denetim birimi kullanılır. Şebeke uyumlu alternatif akım elektriğinin gerekli olduğu uygulamalarda, uygulamanın şekline göre çeşitli destek elektronik devreler sisteme dahil edilebilir. Bazı sistemlerde, güneş pillerinin maksimum güç noktasında çalışmasını sağlayan maksimum güç noktası izleyici cihazı bulunur. Şebeke bağlantılı güneş pili sistemleri yüksek güçte-santral boyutunda sistemler ve ya binalarda daha çok tercih edilen küçük güçlü kullanım

⁶⁸ Bulut, H., Çetiner, C., Güneş Enerjisi Laboratuvar Föyü.

⁶⁹ Kıncay, O., Bekiroğlu, N., Yumurtacı, Z., Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller) I. Bölüm.

⁷⁰ Güven, Ş., Üçgül, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.

şeklinde. Bir konutun elektrik ihtiyacı sağlanırken, fazla enerji elektrik şebekesine satılır, yeterli enerjinin sağlanamadığı durumlarda ise şebekeden enerji alınır. Böyle bir sistemde enerji depolanmasına gerek yoktur, yalnızca üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir.⁷¹

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

- Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri,
- Petrol boru hatlarının katodik koruması,
- Metal yapıların (köprüler, kuleler v.b.) korozyondan koruması,
- Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları,
- Bina içi ya da dışı aydınlatılması,
- Yerleşim yerlerinden uzaktaki yapılarda TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması,
- Tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı,
- Orman gözetleme kuleleri,
- Deniz fenerleri,
- İlkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri,
- Deprem ve hava gözlem istasyonları,
- İlaç ve aşı soğutma alanı olarak sıralanabilir.⁷²

Başta Almanya olmak üzere bir çok Avrupa ülkesinde binalarda üretilen enerji çift taraflı sayaçlar yardımıyla genel şebekeye entegre edilebilmekte; depolama sorunu böylece aşılabilmekte ve yaygınlaşma özendirilmektedir. İki veya tek camla lamine edilmiş fotovoltaik güneş pili panoları sağır cephelerde, çatılarda, çatı camlamalarında veya pencerelerin dış gölgeliklerinde kaplama elemanı olarak kullanılmaktadır. Birbirine seri bağlı hücrelerden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi 'inverter'ler yardımıyla alternatif akıma dönüştürülmekte; elektriksiz ve uzak kırsal bölgelerde yardımcı enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Güneşin ışık dışındaki ısı ışınımı bileşenli sistemlerde su ısıtmada kullanılabilir.⁷³

⁷¹ www.eie.gov.tr

⁷² Kıncay, O., Bekiroğlu, N., Yumurtacı, Z., Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller) I. Bölüm.

⁷³ Akyürek, Y., 2003, Güneş, Uygarlık, Cam.

Güneş pillerinin aydınlatma amaçlı kullanımında; gün boyunca güneş enerjisinden üretilen elektrik ile akü şarj edilerek, geceleri lamba çalıştırmaktadır. Bu birimlerden 2 tanesi Ankara AOÇ Atatürk Evi önünde, 2 tanesi ise Aydın Yenihisar Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Araştırma Merkezi'nde bulunmaktadır.

Güneş pili su pompaj sistemi; küçük çaplı sulamada kullanılabilir. Bu sistem şebekeden uzak yerlerde kullanılır ve dizel motopomplarla aynı görevi yerine getirmektedir.

Mobil PV sistemi; güneş enerjisinden yararlanarak AC elektrik üreten bir sistemdir. Bir römork üzerine yerleştirilen güneş pilleri, invertör ve akülerden oluşur.

Güneş pili trafik ikaz sistemi; şehirlerarası yollarda yapılan çalışmalarda gerekli sinyalizasyon için ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlamaktadır. Güneş pili ile yapılan trafik ikaz sisteminin mevcut sistemden tek farkı, akülerin güneş pili ile şarj edilmesidir.

Şebeke bağlantılı PV sistemi; güneş pillerinin şebekeden bağımsız sistemler olarak kullanılmasına alternatiftir. Güneş pillerinin genellikle yerleşimden uzak yerlerdeki küçük güçteki enerji talebini karşılamasının yanı sıra, son yıllarda şebekeye bağlı güneş pili uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Bu kapsamda EİE Didim Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Araştırma Merkezi'ne şebeke bağlantılı güneş pili sistemi kurulacak ve şebeke ile uyumu, işletim problemleri, ekonomik durumu araştırılacaktır.⁷⁴

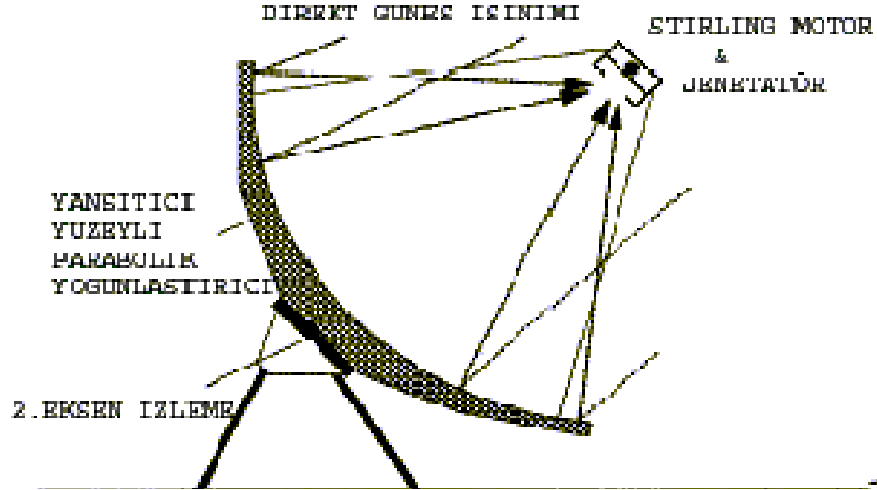
Düşük sıcaklık ısı uygulamalarında tercih edilen güneş pillerini tanımladıktan sonra şimdi daha büyük çapta kurulum sistemi gerektiren, daha büyük miktarda enerji elde etmekte kullanılan orta ve yüksek sıcaklık güneş enerjisi ısı uygulamalarında kullanılan yöntemlerden bahsedelim. Orta ve yüksek sıcaklık güneş enerjisi ısı uygulamalarında;

- Silindirik-Parabolik sistemler,
- Çanak sistemleri,
- Güneş bacası,
- Merkezi alıcı (güneş güç kuleleri) sistemleri kullanılır.⁷⁵

⁷⁴ www.eie.gov.tr

⁷⁵ Güven, Ş., Üçgül, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.

Odaklı sistemlerin dışında güneş bacası gibi odaklamasız GİE güç tesisleri de elektrik enerjisi üretmektedir. Güneş bacası, geniş bir kolektör serası ve merkezi bir bacadan oluşur. Sıcak hava, geniş bir cam çatı kolektör altında güneş tarafından üretilir. Isınan hava kolektörün merkezindeki bacaya doğru akar ve yukarıya doğru çekilir. Bu çekiş bacanın tabanına yerleştirilmiş rüzgâr türbinini çalıştırır.⁷⁶



Şema 8. A. Çanak/stirling sistemi; Temel prensibi.⁷⁷

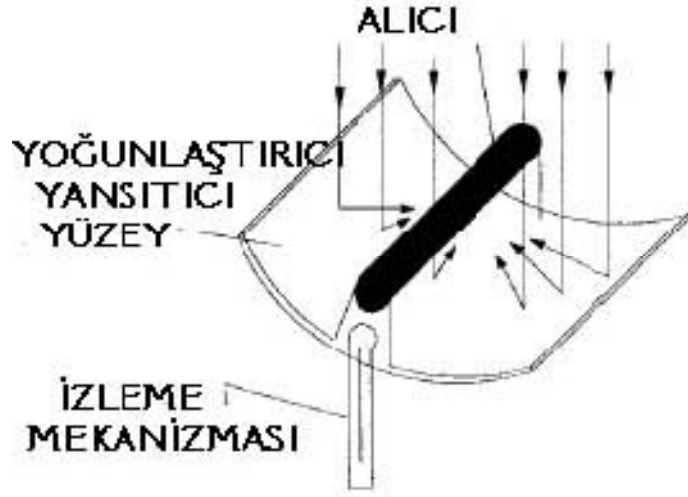


Fotoğraf 3. Parabolik çanak kolektör⁷⁸

⁷⁶ Üçgül, İ., Delikanlı, K., Öztürk, M., Şenol, R., Yüksek Sıcaklıklı Güneş Enerjisi Alıcı Sistemleri İçin Malzeme Seçimi

⁷⁷ Güven, Ş., Üçgül, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.

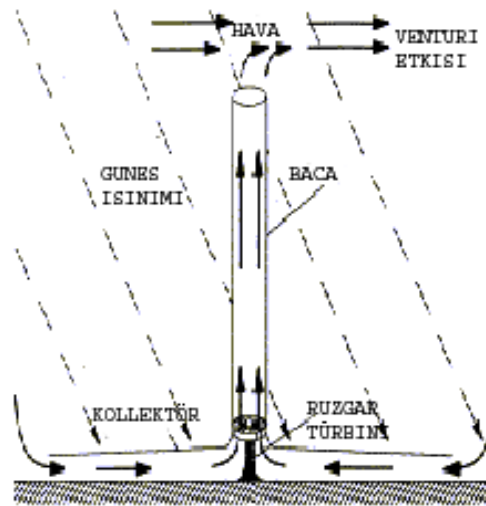
⁷⁸ www.eie.gov.tr



Şema 9. B. Silindirik-parabolik yoğunlaştırıcı temel prensibi.⁷⁹



Fotoğraf 4. Silindirik Parabolik yoğunlaştırıcı⁸⁰



Şema 10. C. Güneş Bacasının şematığı.⁸¹

⁷⁹ Güven, Ş., Üçgül, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.

⁸⁰ www.unienerji.com



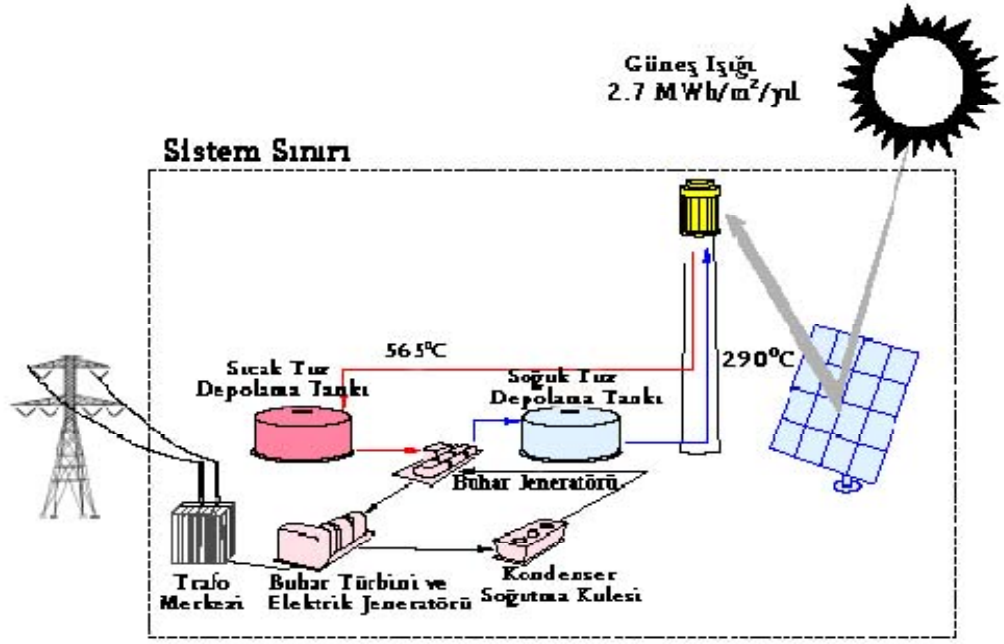
Fotoğraf 5. Güneş bacası ⁸²

Güneş güç kuleleri, güneş ışınlarını kule tepesine monte edilmiş olan ısı değiştiriciye (alıcı) odaklamalı yoğunlaştırarak elektrik gücü üretirler. Sistemde, gelen güneş ışınlarını yansıtan ve heliostat diye adlandırılan, çok sayıda güneş izleme aynaları kullanılır. Bu tesisler, 30 ile 400MWe arası uygulamalar içindir. Güneş güç kulesindeki 290°C’da (545°F) sıvı haldeki tuz eriyiği soğuk depolama tankında alıcıya doğru pompalanır, burada sıcaklığı 565°C’ye (1049°F) kadar çıkarılarak sıcak depolama tankına gönderilir. Tesisten güç çekileceği zaman, sıcak tuz, jeneratör sistemi için aşırı kızdırılmış buhar üreten bir sisteme pompalanır. Buhar jeneratöründeki tuz soğuk tanka geri döner, burada depolanır ve sonunda da alıcıda yeniden kızdırılır. Güç gereksinimi karşılayacak uygun depolama kapasitesini belirlemek sistem tasarımı için önemli bir kısımdır. ⁸³

⁸¹ Güven, Ş., Üçgül, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.

⁸² www.unienerji.com

⁸³ Güven, Ş., Üçgül, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.



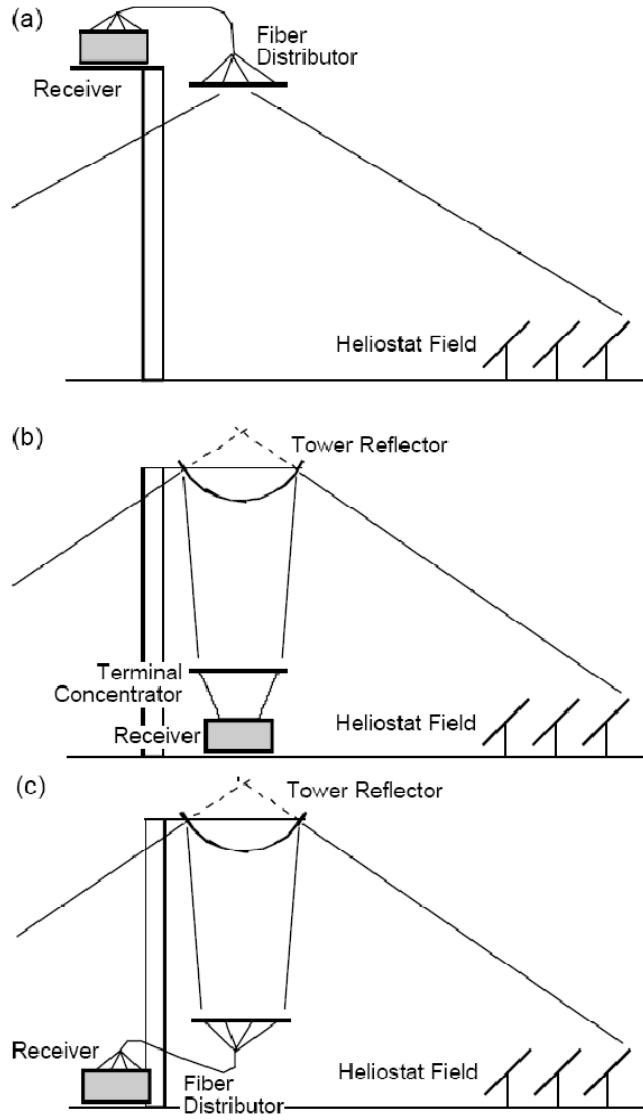
Heliostat kuleyi çevreleyen alan, tesisin yıllık verimini sağlar şeklindedir. Alan ve alıcının boyutları işletmenin ihtiyaçlarına bağlı olarak değişir. Tipik bir kurulumda güneş enerjisinin toplanması, türbine buhar sağlayacak maksimum gereksinim oranının aşılmasıyla meydana gelir. Böylece, tam kapasite üretim yapan tesis ile aynı anda ısıl depolama sistemi de yüklenebilir. Sonuç olarak bir güç kulesi yedek yakıt kaynağı olmaksızın yıllık %65 potansiyeldedir. Enerji depolamaksızın, güneş teknolojilerinde yıllık kapasite faktörü %25 ile sınırlıdır. Güneş enerjisi ısıl uygulamaları için parabolik silindirik sistemler, güç kuleleri, çanak/motor sistemleri ve güneş bacası teorik olarak incelendiğinde en büyük kapasite oranına güç kulesi modeliyle ulaşılır. ⁸⁵

⁸⁴ www.eere.energy.gov

⁸⁵ www.tr.wikipedia.org



Fotoğraf 6. Heliostat Kule⁸⁶



Şema 12. Üç ayrı güç kulesi sistem tasarımı. a) Kule-üst b) SCOT c) TROF⁸⁷

⁸⁶ www.tr.wikipedia.org

Çanak/motor sistemleri, alan gereksinimi (20m²/kW), verim (%15 - %17) ve işletme sıcaklığı (800 oC) bakımından güç kulelerine göre daha üstün görünse de uygulamada bazı sorunları vardır. Pratikte çanak/motor sistemlerinin güç kulelerine göre tek üstünlüğü, lokal olarak çalışabilmesi ve küçük kapasiteli güç talepleri için uygun olmasıdır. Güneş bacası sistemi ise hem alan gereksinimi (200m²/kW) büyük hem de verimi (% 0,7 – 1,1) ve işletme sıcaklığı (50 oC) düşüktür. Bunun yanında parabolik silindirik ve çanak/motor sistemlerine göre daha yüksek bir kapasiteye sahiptir. Parabolik silindirik tesisler ise alan gereksinimleri (18m²/kW) düşük olmasına rağmen işletme sıcaklığı (350 oC) ve kapasite oranı da (30-100 Mw) düşük olduğundan güneş kulelerine göre dezavantajlıdır. Sonuç olarak, ülkemizin enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında güneş enerjisinden enerji üretimi için en uygun sistem Güneş Güç Kuleleri'dir.⁸⁸

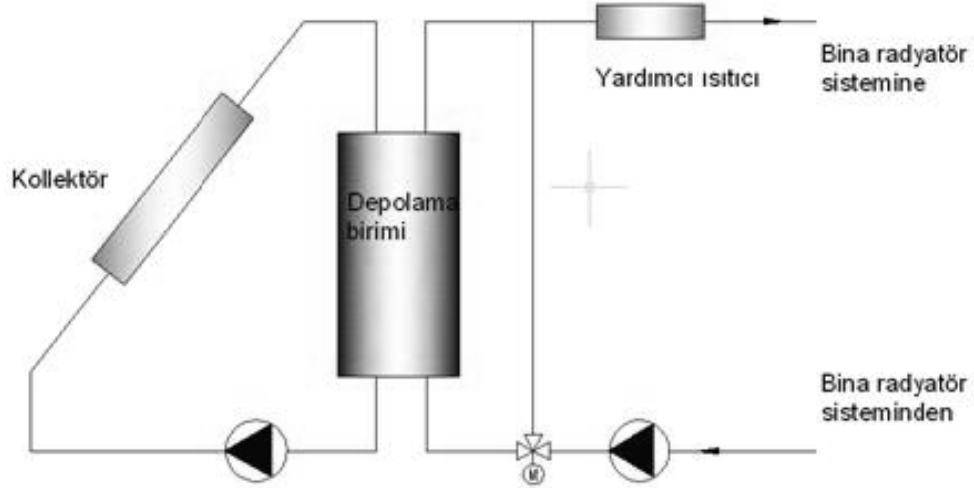
4.3.1. Aktif ve Pasif Güneş Sistemi Uygulamaları:

Yapılarda kış günlerinde gündüz enerji gereksiniminin karşılanması yanı sıra, enerjinin yapıda gün boyu depolanıp geceleri kullanılması amaçlanır. Ayrıca aynı yapı yaz günlerinde özel gölgeleme elemanlarının kullanımı ile gelen güneş ışınımını engellemeli ve gece soğutması ısınım yayabilmelidir. Binalarda güneş enerjisi uygulamalarında iki tur uygulama yaklaşımı olup bunlar aktif ve pasif ısıtma ve soğutma sistemleridir. Aktif sistemde, güneş enerjisi toplayıcıları, depolama birimleri, enerji transfer mekanizmaları ve enerji dağıtım sistemleri (pompa, fan) kullanılır. Bu tip bir sistemde genelde bir veya daha çok çalışma akışkanı, toplanan güneş enerjisinin transfer, depolama veya dağıtımında kullanılır. Çalışma akışkanları fan ve ya pompaların yardımıyla dolaştırılır.⁸⁹

⁸⁷ Zik, O., Karni, J., Kribus, A., The Trof: A New Degree of Freedom for Solar Enerji Systems.

⁸⁸ Tabak, C., Dinçer, H., Karayazı, K., Arslan, E., Yıldız, M., Karayazı, S., Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri ile Elektrik Enerjisi Üretimi

⁸⁹ Güngör, A., Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı.



Şema 13. Aktif güneş enerjili hacim ısıtma ve kullanım sıcak suyu hazırlama sistemi ⁹⁰

4.3.1.1. Pasif güneş enerjili sistemler:

Pasif tasarım binaların davranış biçimini belirleyen, çevre ve dinamik etkileşimlerde bulunan, enerjinin toplanması ve emniyetle kullanılmasını sağlayarak kendisini ısıtma ve soğutmayı sağlayan bir sistemi tanımlar. Pasif sistemler konutun enerji giderlerini, yönlendirme, yalıtım, pencere yerleşimi ve tasarım faktörleri ile azaltır. Pasif sistemler genelde dört ana bileşenden oluşur. Bunlar;

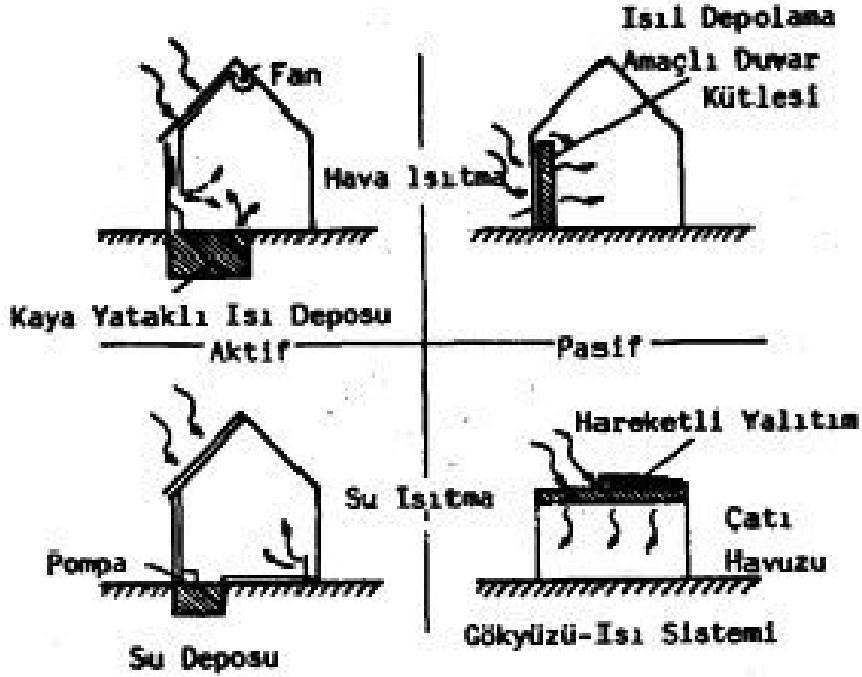
- Toplayıcı (pencereler, su tankları veya havuzları, koyu duvarlar);
- Güneş ışığı;
- Dağıtım (ısınım, serbest (doğal) dolaşım, basit dolaşım fanları)
- Yardımcı sistemler (güneşli olmayan yardımcı ısıtma veya soğutma sistemleri, güneşin olmadığı ve ya depolanan enerjinin yeterli olmadığı durumlarda kullanılan sistemler) olarak sıralanmaktadır. ⁹¹

Pasif bir sistemde, enerjinin toplanması, depolanması ve dağıtım fonksiyonları yapıda kullanılan malzemelerce gerçekleştirilir. Pasif güneş enerjisi sistemleriyle ısıtılan binaların çoğunda, daha çok güneşe bakan cam yüzeyler ile kışın yataya en yakın olan güneş ışınlarının bina içine alınır. Bu yapı değişikliğiyle bina maliyeti yükselir ancak çok miktarda enerjinin korunumu sağlanır. Böyle bir sistem daha az bakım çok az denecek malzeme değişimi ve dayanıklılık ile bina

⁹⁰ www.ozenerji.com.tr

⁹¹ Güngör, A., Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı.

ömrü boyunca kullanılabilir. Bu faktörler pasif sistemin ekonomikliğini artırır. Gün ışığı yetersiz olduğu zaman, aktif sistemin devre dışıdır ancak pasif sistem enerji depolamaya devam eder. Genellikle pasif bir sistemin toplam ısıtma ve soğutma gereksinimini karşılamaması durumunda aktif ve pasif sistemler birlikte kullanılabilir.⁹²



Şema 14. Çalışma akışkanı olarak su ve ya hava kullanan aktif ve pasif sistemler⁹³

Sonuç olarak güneş enerjisine bağlı çalışan bütün sistemlerde, ısı enerjisinin depolanması sistem tasarımının bir parçası gibi düşünülmelidir. Güneş ışınımı, uzun dalga ışınım kaybı, buharlaştırmalı soğutma ve gece ışınım kaybı ile soğutma, binaların ısıtma ve soğutulmasında kullanılan temel pasif yöntemlerdir. Pasif sistemlerin başlıca avantajları;

1. Çalışmaları doğal yollarla gerçekleştiğinden bakıma ihtiyaç duymamaları,
2. Çalışma prensiplerinin basit ve anlaşılır nitelikte olması,
3. Uygun çalışma şartları altında, maliyetleri aktif sistemlerinkinden daha düşük olması,
4. Tasarımların estetik açıdan tatmin edici olması,
5. Her koşulda çalışmaya devam edip, arızalanmıyor olmalarıdır.⁹⁴

⁹² Ülgen, K., Binaların Pasif Güneş Enerjili Sistemler Yardımıyla Isıtılması

⁹³ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

⁹⁴ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

Pasif sistemlerin başlıca dezavantajı; güneş ışınımı toplama ve depolama fonksiyonlarının mimari tasarıma bağlı olmasıdır. Yapıdaki saydam yüzeyler, ısı kayıplarını azaltmak amacıyla yalıtılmadıkları zaman pasif sistemin verimi düşer. Gerekli yalıtım şartları sağlandığında, sistemin performansı, aktif sistemlerle denk olur.⁹⁵



Fotoğraf 7. Aktif güneş enerjisi elemanı güneş kolektörü⁹⁶

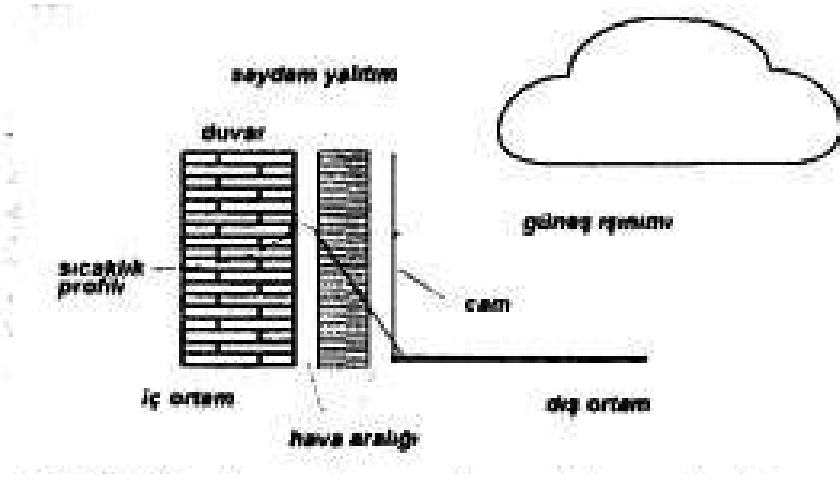
4.3.1.1.1. Pasif sistem elemanları:

1. Saydam yüzeyler: Saydam yüzeyler, pasif sistemlerin en önemli elemanlarından biridir. Bu elemanlarda aranan başlıca özellikler; yağmur ve rüzgâra karşı dayanıklılık, güneş ışınımı için yüksek geçirgenlik, buna karşın ısı geçişine karşı yüksek direnç, uzun ömür ve muhtemel kazalara karşı yüksek dayanımdır. Saydam yüzeylerin, tozlanma ve kirlenmelerle geçirgenlikleri %20 kadar azalabileceğinden düzenli aralıklarla temizlenmeleri gerekir. Saydam yüzey olarak cam veya plastik malzeme kullanılabilir. Plastik malzemenin taşınması ve montajı daha kolaydır. Olası bir kazada cam gibi kolay kırılmaz, tehlike yaratmaz. Ancak, ömrü camdan daha kısadır. Çünkü plastikler ultraviyole ışınlarından ve ısıl gerilmelerden etkilenir ve

⁹⁵ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

⁹⁶ www.gunesenerji.blogcu.com

geçirgenlikleri zamanla azalır. Binalarda cam uygulamalarda camlı bölümün taban seviyesine kadar inmemesidir. Böyle bir durum ortaya çıktığı zaman cam cidar kalınlığı ile cam yüzey alanı arasındaki oran belirli bir değerde olmalıdır.⁹⁷



Şema 15. Saydam yalıtım malzemesinin genel çalışma prensibi⁹⁸

Son yıllardaki çalışmalar sonucu çift cam teknolojisi geliştirilmiştir. Mesela iki cam arası özel bir jel ile doldurulmakta ve bu jel, düşük sıcaklıklarda saydamlığını korumakta, fakat yüksek sıcaklıklarda (30 °C ve üzeri) süt beyazı bir renk almaktadır. Böylece, güneş ışınlarını yansıtılmaktadır. Bir diğer örnekte, iki cam arası 'İnert Kripton Gazı' ile doldurularak camlı bölümün güneş ışınlarına geçirgen, ancak ısı geçişine karşı yalıtkan olması sağlanmıştır. Başka bir örnekte ise, cam yüzeyler özel bir plastik malzeme ile kaplanarak TİM (Transparent Insulating Materials) 'Saydam Yalıtım Malzemeleri' adı verilen saydam fakat ısı geçişine karşı yalıtkan malzemeler geliştirilmiştir.⁹⁹

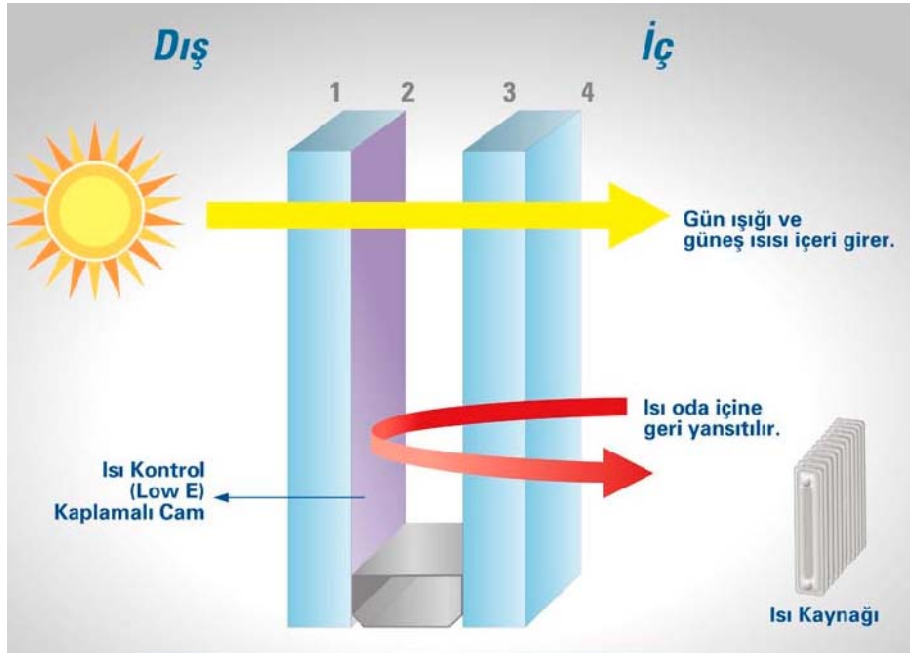
Çift cam uygulamaları, ısı kaybını önlemek ve ses yalıtımını sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Ses yalıtımı için geniş bir aralık gerektiği halde ısı yalıtımı için 15-25mm'lik bir aralık yeterlidir. Çift camlarda ısı yalıtkanlığının artması, iki cam arasında kalan durgun havanın ısı direncinin yüksek olmasına bağlıdır. İki cam arasındaki mesafe için optimum bir değer tespit edilir. Bu aralık çok dar olduğu zaman iletimle ısı kaybı artacak ayrıca ses yalıtımı sağlanamayacaktır. Aralık çok geniş olduğu zaman ise arada bulunan havanın doğal sirkülasyonu artacak, böylece taşıma sırasında ısı kaybı da artacaktır.¹⁰⁰

⁹⁷ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

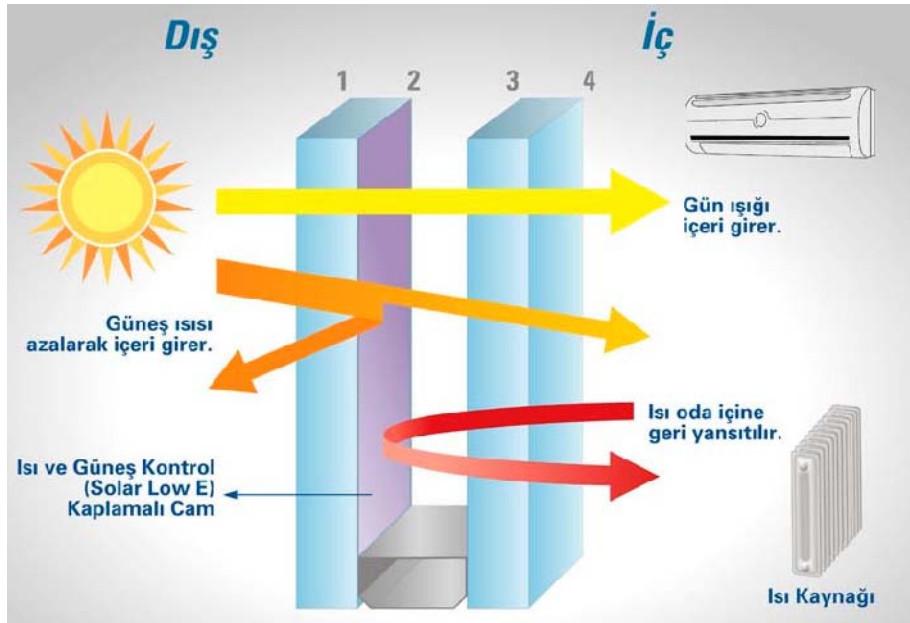
⁹⁸ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri

⁹⁹ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

¹⁰⁰ Ülgen, K., Binaların Pasif Güneş Enerjili Sistemler Yardımıyla Isıtılması



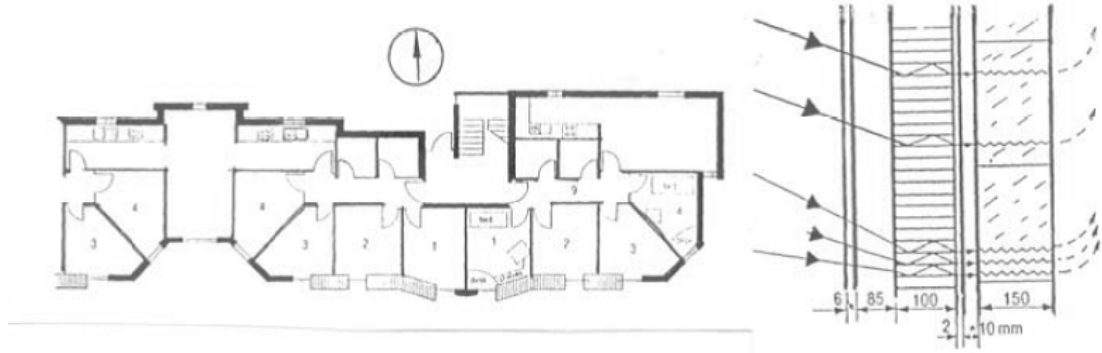
Şema 16. Isı kontrolü ¹⁰¹



Şema 17. Isı ve güneş kontrolü ¹⁰²

¹⁰¹ www.eie.gov.tr

¹⁰² www.eie.gov.tr



Şema 18. Öğrenci Yurdu Yapısında Saydam Yalıtım Uygulaması, Glasgow ¹⁰³

2. **Yalıtkan Örtüler ve Panjurlar:** Yüksek yalıtım özelliğine sahip, gündüzleri güneş ışınlarının girişini engellemeyen, gece ise ısı kaybını önlemek üzere, binanın iç ve ya dış tarafına yerleştirilen elemanlardır. Çeşitler arasında en uygun olanı seçilip kullanıldığında %30 ısı tasarrufu sağlar.
3. **Gölgelik:** Kışın güneş ışınlarını alan, yazın ise ışınları engelleyen, güneş ışınlarının geliş açısına göre monte edilen elemanlardır. Bu elemanların koyu renklerde seçilmesi gerekmektedir.
4. **Isıl Depolama Elemanı:** Binanın mimarisine uygun olarak tabanda, dış veya iç duvarda ve ya tavanda masif olarak inşa edilmiş elemandır. Bu elemanlar, yoğun güneş ışınımı olduğu zaman ısı depolayıp, aynı zamanda mekândaki sıcaklık artışını engellemektedir. Diğer yandan ise depolanan enerjiyi, geceleri ortama verip ısıl denge sağlanmaktadır. ¹⁰⁴

4.3.1.1.2. Pasif Sistem Tipleri

Pasif olarak ısıtılacak bir binanın tasarımında öncelikle şu noktaya dikkat edilmesi gereklidir.

1. Binaya giren güneş ışınlarının miktarını artırmak amacıyla saydam yüzey alanı artırılması,
2. Aşırı ısıtma veya aşırı güneş parlamasından kaçınılması,
3. Saydam yüzeylerden dışarıya olan ısı kaybının önlenmesi,
4. Binada biriken ısıl enerjinin homojen olarak dağıtımı,

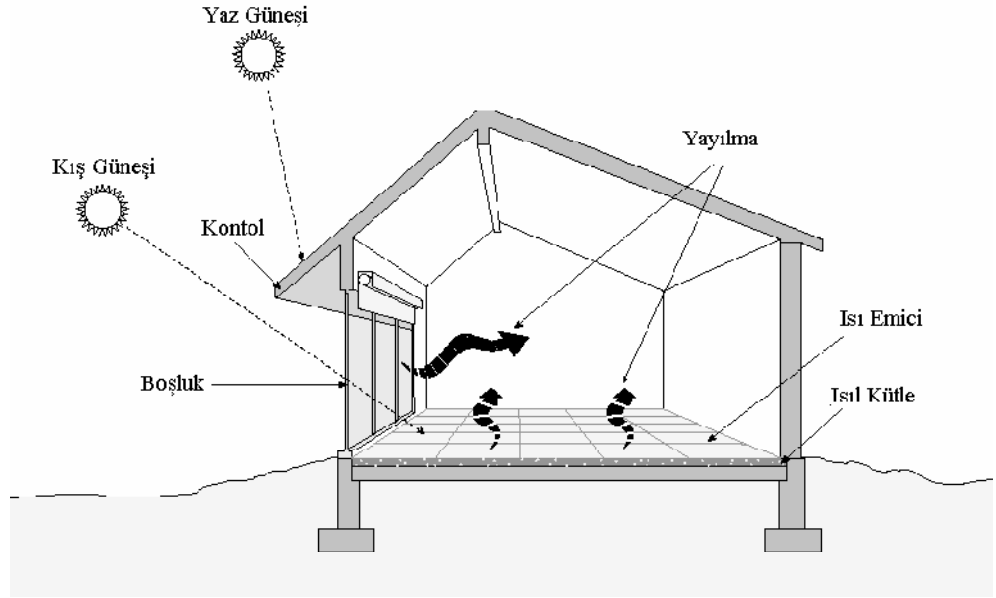
¹⁰³ Özbalta, T.G., Özbalta, N., Dış Duvarlarda Saydam Yalıtım Uygulamasının Isıtma Enerjisine Katkısı.

¹⁰⁴ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

5. Güneş ışınımı olmadığı zamanlarda kullanılmak üzere ısı depolanmasıdır.¹⁰⁵

Pasif güneş sistemleri 6 gruba ayrılır;

4.3.1.1.2.1. Direk Kazanımlı: Güneş enerjisini toplamak ve depolamak için kullanılan en basit sistemdir. Güneş ışığının direkt olarak güneğe doğru yönlendirilmiş cam ile kaplanmış yüzeylere çarpması, camın fiziksel özelliğinden faydalanarak bina içerisine ısı ışınları şeklinde geçmesi prensibine dayanmaktadır. Direkt kazançlı sistemde kullanılan başlıca bina tasarımları ve elemanlar; pencereler, seralar ve çatı açıklıklarıdır.



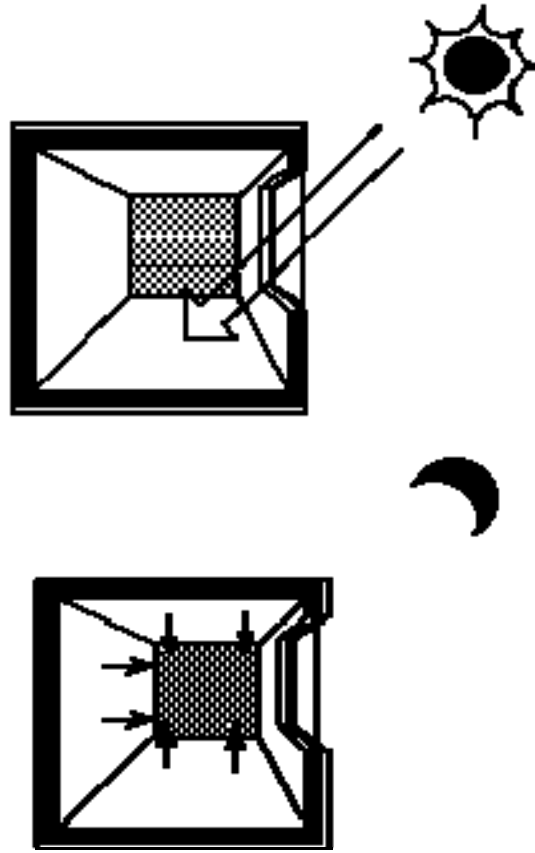
Şema 19. Direk kazanımlı sistem¹⁰⁶

Pencerelerin kullanımı aynı zamanda havalandırma, doğal aydınlatma, manzaraya açılma amaçlarına hizmet etmektedir. Yapım maliyetine fazla bir yük getirmezler. Kışları soğuk geçen iklim bölgelerinde kapı ve pencere açıklıklarının kuzeye yerleştirilmesi, güneşlenmenin az olması ve sert rüzgârların genellikle kuzeyden esmesiyle ısı kaybı artacağı için tercih edilmez. Doğu ve batıya yerleştirilen açıklıklardan bir miktar ısı kazancı sağlanır. Ancak yaz güneşinin sabah ve öğleden sonraki saatlerde yatık gelmesiyle, aşırı ısınma sorunuyla karşılaşılır. Güneğe bakan pencereler ise, kışın yatık gelen güneş ışınlarından gün boyu

¹⁰⁵ Güngör, A., Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı.

¹⁰⁶ www.pasolar.ncat.org

yararlanılabilir; yazın ise tepeden gelen ışınlardan korunmaları kolaydır. Sonuç olarak, açıklıkların güney cephesinde büyük, kuzey, doğu ve batı cephelerinde ise, doğal aydınlatma ve havalandırmayı sağlayacak kadar küçük tutmaları önerilir. Yapı cephelerindeki açıklıklar, güneşli kış günlerinde ısı kazancını artırır ancak, özellikle kapalı saatlerde ısı kayıplarını engellemek için, önlemlerin alınması gerekir. Bu durumda çift cam uygulaması faydalıdır. Gece yalıtımı uygulamaları ise gün batımından sonra oluşacak ısı kayıplarından kurtulmak için gerekir. Bu hareketli yalıtım elemanları içerinden ya da dışarıdan takılan kepenk, stor ya da jaluzi şeklinde olabilir.¹⁰⁷



Şema 20. Direk kazanımlı pasif güneş sistemleri gündüz ve gece ısı hareketi¹⁰⁸

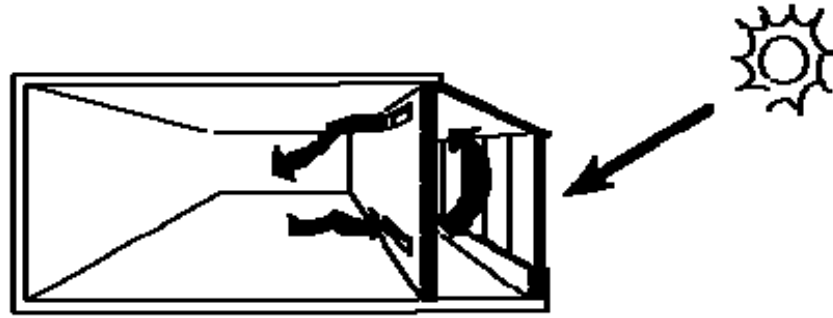
4.3.1.1.2.2. Sera Isıtılması

Sistem, güney duvarın ve önündeki camla kaplanmış kapalı bir hacim olarak tanımlanabilir. Seralar, yapının pasif ısıtmasını sağlanıp aynı zamanda bitki yetiştirilmesine imkân sağlar. Ayrıca yapıya bitişik olarak duran sıcak bir hacim

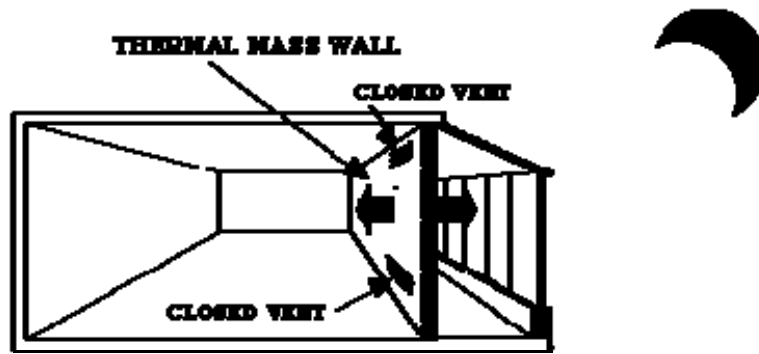
¹⁰⁷ Tunçalp, K., Sucu, M., Oğuz, Y., Değişik İklim Şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği.

¹⁰⁸ www.arch.mcgill.ca

olmasıyla ısı kaybını azaltan bir yalıtkan görevindedir. Yaz aylarında ise, seranın aşırı ısınması önlenmelidir.



Şema 21. Sera ısıtmalı sistem gündüz hareketi ¹⁰⁹



Şema 22. Sera ısıtmalı sistem gece hareketi ¹¹⁰

4.3.1.1.2.3. Trombe/Su Duvarlı

Isı depolayıcı duvarlar, yapıların güney cephesine yerleştirilir ve onu bir miktar hava boşluğu kalacak şekilde tek veya çift camla kapatılmaktadır. Isı depolayıcı duvarlar; beton, tuğla, taş, kerpiç gibi malzemelerin yanında su tanklarından da imal edilebilir. Güneş ışınlarından en iyi şekilde faydalanmak için; bu duvarlar koyu renkli masif yapıdadırlar. Camdan geçen ve duvarla cam arasında kalan ısıyı konveksiyonla mekâna iletebilmek için masif duvarın alt ve üst kısımlarına transfer kanalları açılır. Güneş enerjisi ile kazanılan ısı, depolayıcı duvardan mekâna ışıınım ve konveksiyon yöntemiyle, mekândaki soğuyan ısı da cam ve masif duvar arasındaki hacme doğal veya zorlanmış konveksiyonla transfer edilir.

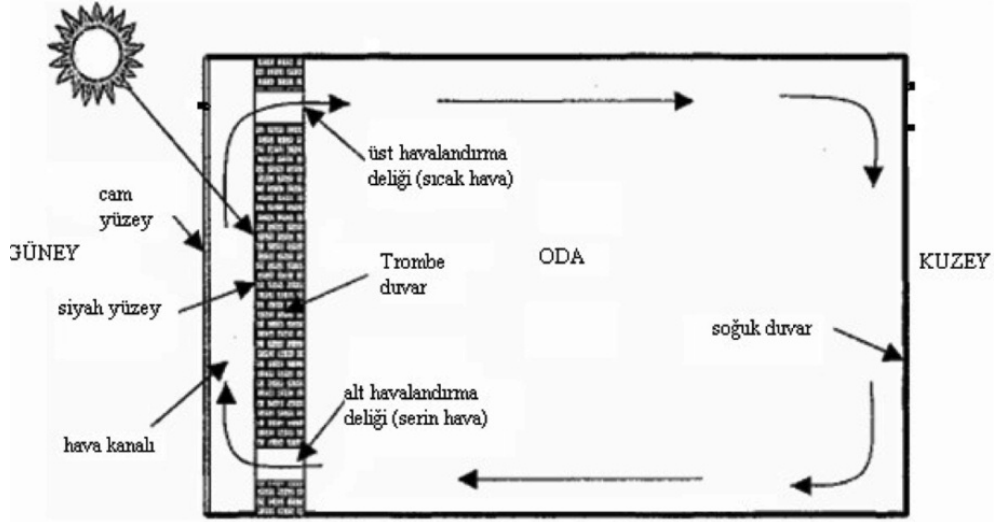
111 112

¹⁰⁹ www.arch.mcgill.ca

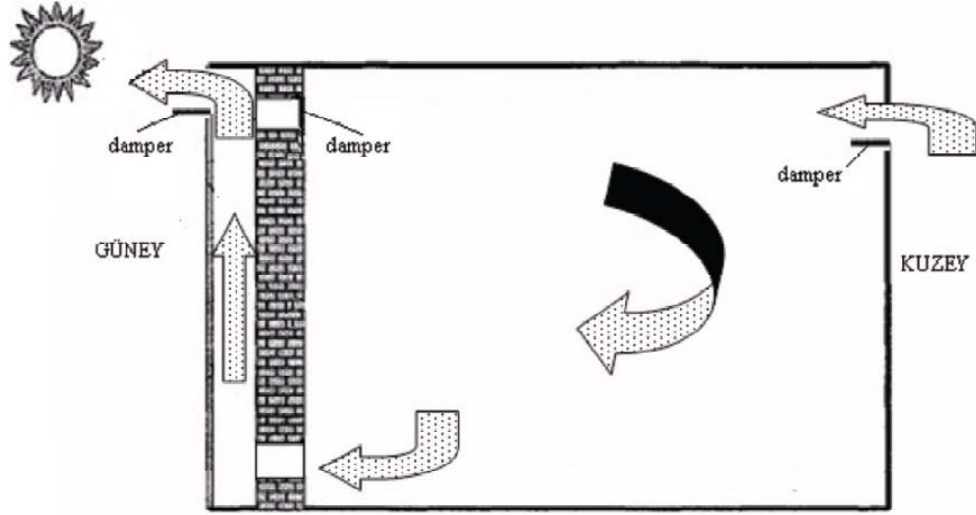
¹¹⁰ www.arch.mcgill.ca

¹¹¹ Tunçalp, K., Sucu, M., Oğuz, Y., Değişik İklim Şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği.

¹¹² www.icmimarlik.org



Şema 23. Trombe duvarı çalışma şekli ¹¹³



Şema 24. Trombe duvar havalandırma düzeni ¹¹⁴

Isı depolayıcı duvarlara en güzel örnek Fransa Odeillo'da mimar Jacques Michel ve Felix Trombe tarafından 1967'de tasarlanan ve uygulanan Michel-Trombe evidir. Michel-Trombe evinin çalışma prensibi, evin güney cephesindeki masif duvarın gündüz ısıyı depolaması, gece ise, ısıyı masif duvardan mekâna iletilmesidir. Gündüz mekândaki soğuk hava, masif duvarın alt tarafındaki transfer kanallarından ara hacme girer, ara hacimde soğuk hava ısınarak yukarıya doğru çıkar ve masif duvarın üst tarafındaki transfer kanallarından tekrar mekâna dönerek doğal sirkülasyon sağlanır. Yazın Michel-Trombe evinin aşırı ısınması evin kuzey

¹¹³ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

¹¹⁴ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

cephesindeki duvarın havalandırma kanalları açılarak, mekâna soğuk hava girişiyle giderilmektedir. ¹¹⁵

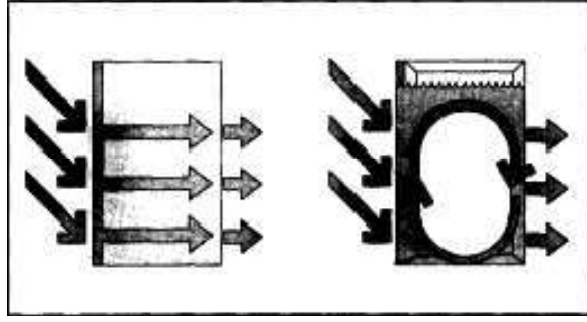


Fotoğraf 8. Trombe duvarı

Güneşsiz durumlarda ve geceleri ısı kayıplarını önlemek için hareketli yalıtımlar gereklidir. Gölgelekler, perdeler, yalıtım için hareketli plastik kopuk veya cam yünü panelleri ya da Harrison (1975) tarafından geliştirilen "beadwall" gibi uygulamalar kullanılabilir. "beadwall" uygulamasında, ara hacme çok hafif plastik topraklar doldurulur. Eğer yalıtım mekanik hareketli ise mutlaka kontrolü gerekir. Dedektörler ile bu kontrol sağlanabilir. Isı depolama elemanı olan duvar yüksek ısı depolama kapasitesine ve yüksek ısı iletkenliğe sahip olmalıdır. Su duvarı uygulamasında ise ısı depolayıcı malzeme olarak, teneke kutular, variller, şişeler veya çeşitli kaplara konan su kullanılır. Koyu renkle boyanmış bu su duvarına gelen güneş ışınları emilerek, ısı suda depolanır. Isı depolayıcı duvarlar iç yüzeylerine ısıyı yavaş iletirler, ancak su duvarında ısınan su yukarı doğru çıkarken bir konveksiyon akımı oluşturur, böylece hacme sürekli ve anında ısı verilir. Isı toplayıcı-depolayıcı duvar sistemi, direkt kazanç sisteminin dezavantajlarını ortadan kaldırır. Fakat binanın güney cephesinin bir duvarla kapanması, bu sistem için bir dezavantajdır. ¹¹⁶

¹¹⁵ Ülgen, K., Binaların Pasif Güneş Enerjili Sistemler Yardımıyla Isıtılması

¹¹⁶ Özil, E., Uyar, T.S., Güneş Enerjisi Teknolojisindeki Gelişmeler



Şema 25. Beton ve su duvarlarında ısı transfer mekanizması ¹¹⁷

4.3.1.1.2.4. Çatı Havuzlu

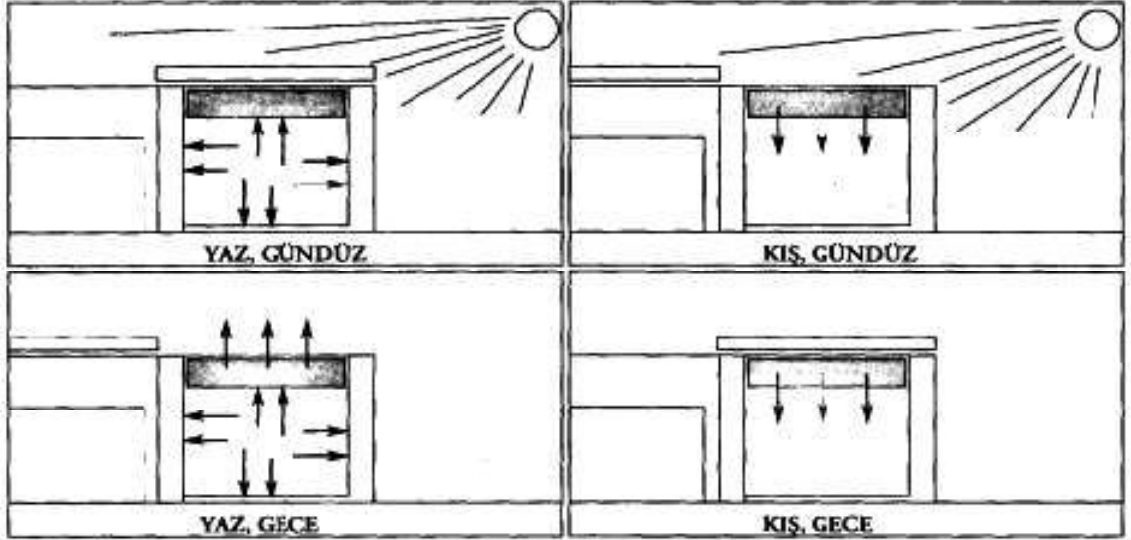
Dam Havuz Sistemi olarak da bilinen bu sistem bir ısıl depolama sistemidir. Bu sistemde ısıl kütle görevini çatıda yer alan 15-30 mm yüksekliğinde bir su kütlesi yerine getirmektedir. Su, genellikle camla kaplanmış geniş plastik veya fiberglas kapların içinde depolanmaktadır. Güneş ışınlarının ısıttığı su kütlesi depoladığı ısıyı aşağıdaki hacme kondüksiyon yoluyla ileterek oranın ısınmasını sağlamaktadır. Çatı havuzları ile ısınan yapıda konfor şartlarının çok iyi düzeyde olduğu söylenebilir. Daha çok, düşük nemli iklimler için uygun olan bu yöntemin strüktüre ek bir yük getirmesi gibi olumsuz bir durumu vardır. Ayrıca bunların üstüne açılıp kapanabilen kepenkler konarak; kışın gündüzleri kepenkler açılarak su dolu torbalar güneş enerjisi ile ısıtılmakta, geceleyin ise kapatılarak, ısının dışarıya kaçması önlenmektedir. Yazın gündüzleri kepenkler kapalı olduğunda güneşin olumsuz etkileri önlenmekte, gece ise kepenkler açılarak soğutma yapılabilmektedir.

118 119

¹¹⁷ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

¹¹⁸ Güngör, A., Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı

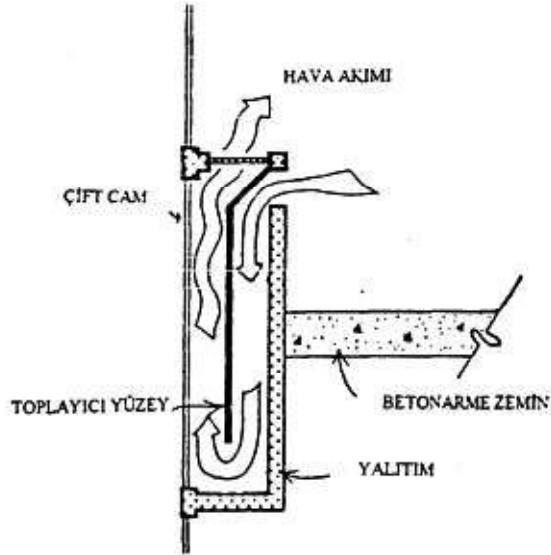
¹¹⁹ Esin, T., 2006, Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı, İzolasyon Dünyası Dergisi.



Şema 26. Çatı havuzu sistemi ¹²⁰

4.3.1.1.2.5. Konveksiyon kanallı

Bu sistemlerde soğuk ve sıcak hava bir perdenin iki yanında akmaktadır. Genellikle ısı depolayıcı herhangi bir eleman bulunmaz; bu yüzden, daha çok gündüzleri ısıtma ihtiyacı gösteren ofis tipi işyeri binaları için uygundur. Bazı uygulamalarda, bu sistem binanın doğu tarafına yerleştirilerek sabahları binanın erken saatlerde ısıtılması sağlanmaktadır. ¹²¹



Şema 27. Konveksiyon kanallı sistem ¹²²

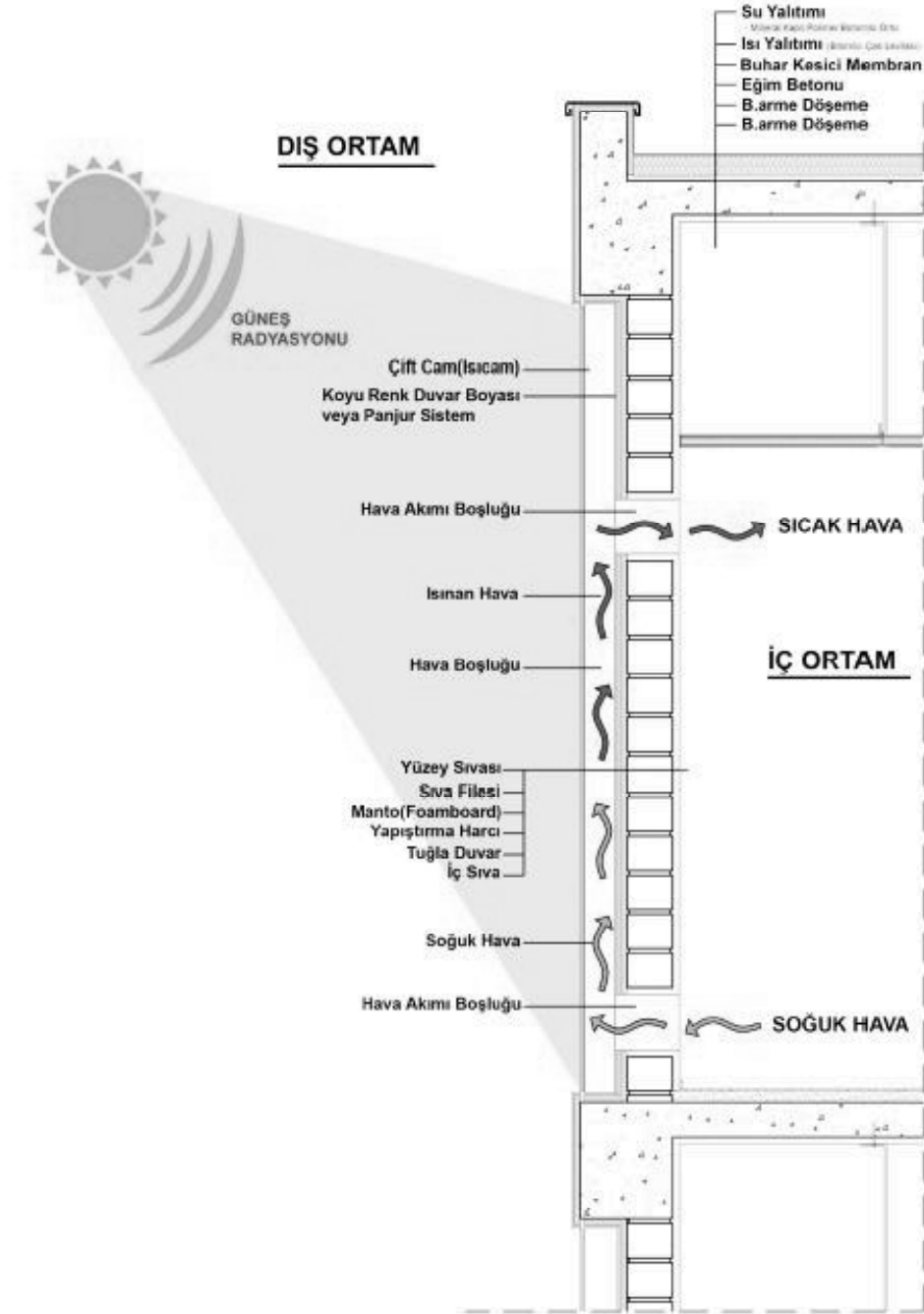
¹²⁰ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri

¹²¹ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

¹²² Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri

4.3.1.1.2.6. Çatı kollektörlü

Çatının en çok güneş gören alanı saydam malzemeden yapılarak, buradan içeriye giren ışınlar ile mekânın ısıtılması sağlanmaktadır. Diğer tasarımlara göre maliyeti oldukça düşüktür.¹²³



Şema 28. Trombe duvarlı sistem¹²⁴

¹²³ Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri.

¹²⁴ Coşkun, C., Oktay, Z., Sarpdağ, Ö., Coşkunyürek, A.H., Evciman, M., 2008, Yeşil Enerji Etkin Akıllı Villalara Yönelik Özgün Bir Tasarım, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.

4.3.1.2. Aktif güneş enerjili sistemler:

Aktif sistemde; güneş enerjisi toplayıcıları, depolama birimleri, enerji transfer mekanizmaları ve enerji dağıtım sistemleri (pompa, fan) temel elemanları oluşturur. Bu tip sistemde bir ve ya daha fazla çalışma akışkanı, toplanan güneş enerjisinin transfer, depolama ve dağıtımını sağlar. Çalışma akışkanları fan ve ya pompa yardımıyla sistem içinde dolaştırılır. Güneş enerjisi, hacim ısıtmasında toplam harcamanın %30-50'si civarında katkı sağlar. Genellikle ısı enerjisinin %60'ı, 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda tüketilmektedir. Güneş enerjisi de 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda verimli ve etkindir. Bu durum yüksek enlem bölgelerinde kış aylarında değişiklik gösterir. Azalan sıcaklık ile ısıtma gereksiniminin artar. Aynı zamanda güneşten elde edilen enerji azaldığından ve güneş enerjisi gece elde edilemediğinden, bu sistemleri destek ısıtma sistemleriyle birleştirmek ve ya depolama tesisatı eklemek gerekir.¹²⁵

Binaların güneş enerjisi sistemleriyle konforlu ısıtılması pek çok bakımdan su ısıtma sistemleriyle benzerlik gösterir. Sistemdeki temel elemanlar; kollektör, depolama ünitesi, ısıtılacak binanın ısı yükü ve yardımcı enerji kaynağıdır. Tasarım, güneş enerjisi ve yardımcı enerjinin optimum kombinasyonu ile gerçekleştirilir. Aktif güneş enerjisi sistemlerinin amacı, bir akışkanı kollektör kullanarak ısıtmak, ihtiyaç oluncaya kadar ısıtılmış akışkanı mevcut sıcaklığında depolama ünitesinde koruyabilmek ve bir kontrol mekanizması aracılığıyla ihtiyaç olduğunda ısıtılacak hacimlere dağıtım elemanları aracılığıyla enerjinin dağıtılmasını sağlamaktır.¹²⁶

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli ve faydalanabilecek yerler göz önüne alınırsa, komşu ülkelere göre şartların daha iyi olmasına rağmen güneş enerjisi uygulamalarının çok az olduğu söylenebilir. İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve devlet tarafından desteklenmemesi güneş enerjisi kullanıcılarının sayısının artmasına mani olmaktadır. Türkiye'de hacim ısıtma sistemlerinin, yaygın olarak kullanılan sıcak su hazırlama sistemleri gibi ekonomik olduğu söylenemez. Türkiye'deki mekânların ısıtılması, Avrupa ülkelerinde olduğu gibi sıcak sulu sistemlerle yapılmaktadır. Bu tür bir sistemde, çalışma sıcaklığı 90/70°C olduğundan güneş enerjisinden yararlanmak kullanıcılara anlamsız gelmektedir. Güneş enerjisinden ısıtma sistemlerinde yararlanabilmek için, çalışma sıcaklıklarının

¹²⁵ Güngör, A., Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı

¹²⁶ Bulut, H., 2009, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları

düşürülmesi gerekir. Bu da radyatör yüzeyini ve maliyeti artırır. Radyatörlü sıcak sulu hacim ısıtma sistemleri güneş enerjili ısıtma sistemleri için uygun değildir. Bu nedenlerle, güneş enerjili ısıtma sistemleri havalı ya da sıcak sulu panel ısıtmalı olmalıdır. Havalı ısıtma sistemleri Türkiye’de yeni gelişmektedir. Diğer yandan, ısıtma ihtiyacının olduğu aylarda güneş ısınımı şiddetinin düşük olması ve sürekli olmaması ilave ısıtma sistemini zorunlu kıldığından ilk yatırım maliyeti çok fazla olmaktadır.¹²⁷

Güneş enerjisi ile ısıtmada, geri ödeme süresi 20 yıldan fazladır. Ülkemizdeki ısıtma sistemleri alışkanlıkları için güneş enerjisi henüz yaygın değildir. Döşmeden ısıtma sistemlerinin yaygınlaştırılması, yeterli düzeyinin elde edilmesi, pencere ebatlarının cephe yönüne göre seçilmesi ve mutlaka çift cam kullanılması halinde ülkemizde ısıtma sistemlerinin enerji tercihi, güneş enerjili sistemlerin daha çok kullanılacağı görülecektir.¹²⁸

4.4. Rüzgâr Enerjisi’nin yapılarda kullanımı:

İnsanoğlunun, tarihin en eski çağlarından beri yel değirmenlerinde kutlandıkları rüzgâr enerjisi, çağımızda en çok kullanılan enerji türü olan elektrik enerjisinin üretiminde yararlanma çalışmalarına başlamasına neden olmuştur. Özellikle elektrik şebeke hatlarının çekilmesinin pahalıya mal olduğu uzak bölgelerde enerji ihtiyacının karşılanmasına ekonomik çözümler getiren rüzgâr enerjisi uygulamaları yıl boyunca rüzgâr rejiminin uygun olduğu bölgelerde şebekeye enerji temini konusunda da gelecek vaat etmektedir. Rüzgârdan yararlanarak enerji üretiminin geçmişi 7. yüzyıla uzanır. İlk olarak İranlıların rüzgâr değirmenleri yaptıkları bilinmektedir. Rüzgâr türbinleri Avrupa’ya 11-13. Yy.’da Haçlı Seferleri sırasında geçmiştir. Danimarka’da ilk türbin 1259’de inşa edilmiştir. Daha sonra çok büyük bir kullanım sahası bulan bu türbinler sayesinde Hollanda tarihinde yel değirmenleri ülkesi olarak anılmıştır. Modern türbinler konusunda ilk çalışmalar Danimarkalı Dane Paul La Cour tarafından 1890’da başlamış ve Danimarka rüzgâr türbinlerinin kâşifi sayılmıştır.¹²⁹

¹²⁷ Kılıç, A., 1993, Güneş Enerjisi ve Uygulamaları, Tesisat Mühendisliği Dergisi.

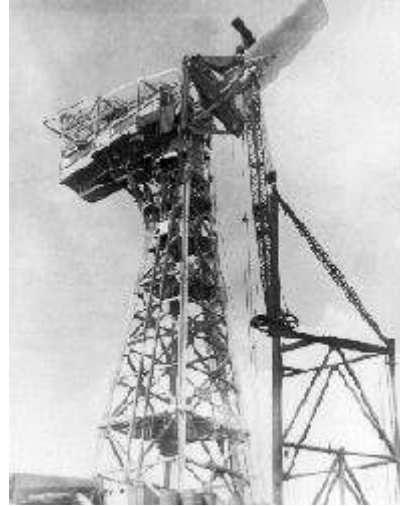
¹²⁸ Günerhan, G.G., Güneş Enerjisinin Aktif Sistemlerle Isıtma Amaçlı Kullanımı

¹²⁹ Taşgetiren, S., 1998, Rüzgar enerjisi.

		Astronomik etkenler	
		Coğrafi etkenler	
	Güneş Işınımı Niceliği	Geometrik özellikler: Yön, Eğim	
		Gölgeleme etkenleri: Yapı yoğunluğu, Topografya	
		Bitki örtüsü	
	İklimsel Özellikler	Rüzgâr yükü	
		Yağış oranı / Kar yükü	
		Toplaç verimi • Dış hava sıcaklığı	
Toplaç verimi		SU ISITMA SİSTEMLERİ	PV SİSTEMLER
			Koruyucu tabaka özellikleri
	Toplaç Niteliği	Örtü tabakasının optik özell.	• Pv hücrelerin birleşimi
		Yutucu yüzeyin optik özellikleri	
		Yutucu yüzeyin ısı iletim katsayısı /	• Kablolama
		Kalınlığı	• Bağlantı özellikleri
		Yutucu yüzey - boru birleşimi	
		Yalıtım özellikleri	
		Detaylandırma Özellikleri	
		Depo	Piller
		Boyut, biçim	Sayı
		Yalıtım	Verim
			AC/DC çevrimci
		Sayı / Konum	Sayı
		Isı Çevrimcisi	Sayı
		Isı iletim katsayısı	Verim
			Denetim ünitesi
	Teknolojik / teknik nitelik Verim Sayı /Boyut	Kalınlık, uzunluk	Alıcılar
		Akışkan	Şarj denetim özellikleri
		Akış hızı	Bilgisayar programları
		Isı tutma katsayısı	Sayaçlar
		Pompa/lar	Kablolama
		Sayı / Güç	Uzunluk
		Borular	Teknik nitelik
		Uzunluk (yapı iç/dış)	Korunma
		Malzeme, yalıtım	
		Denetim ünitesi	
		Isı alıcıları / Sayaçlar	
		Bilgisayar programları	

Sistemin yapılanması	Sistem kurulum amacı	Sistem öğelerinin seçimi
	Sistemin büyüklüğü	Sistem öğelerinin boyutlandırılması
		Sistem öğelerinin ilişkilendirilmesi
		Sistemin genel şebeke ile uyumu
Gereksinim niteliği	Sistemin yedek sistemlerle uyumu	
Yük	Nicelik	Kullanıcı sayısı
		Tüketim oranı
	Nitelik	İşlev (konut, hastane, çamaşırhane vb.)
		Kullanım alışkanlıkları

Tablo16. Sistemlerin verimli çalışmasına etkiyen faktörler ¹³⁰



Fotoğraf 9. 1941 yılında Vermont' da inşa edilen Smith-Putnam makinesi ¹³¹

Son 15 yılda rüzgâr türbinleri ile elektrik üretiminde önemli gelişmeler yaşanmıştır. ABD ve Danimarka'da bu alanda ileridir. Rüzgâr enerjisinin bir uygulama alanı da su pompalama sistemleridir. Geçen yüzyılda ve bu yüzyılın birinci yarısında kullanılan rüzgâr pompaj sistemlerinde 1950-60'lı yıllarda düşüşler olmuş ve neticede rüzgâr ile çalışan su pompaları yerlerini diğer kaynaklarla çalışan pompalara bırakmıştır. ¹³²

Rüzgâr yeryüzünün her tarafının aynı miktarda ısınmamasından dolayı meydana gelir. Yeryüzünün farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, farklı basınçta havanın hareketine neden olur. Birçok

¹³⁰ Sakınc, E., Sözen, M.Ş., 2008, Güneş Enerjili Etken Sistemlerin Yapılarda Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi. Dergisi.

¹³¹ www.yenienerji.info

¹³² Çolak, İ., Demirtaş, M., Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretiminin Türkiye'deki Gelişimi

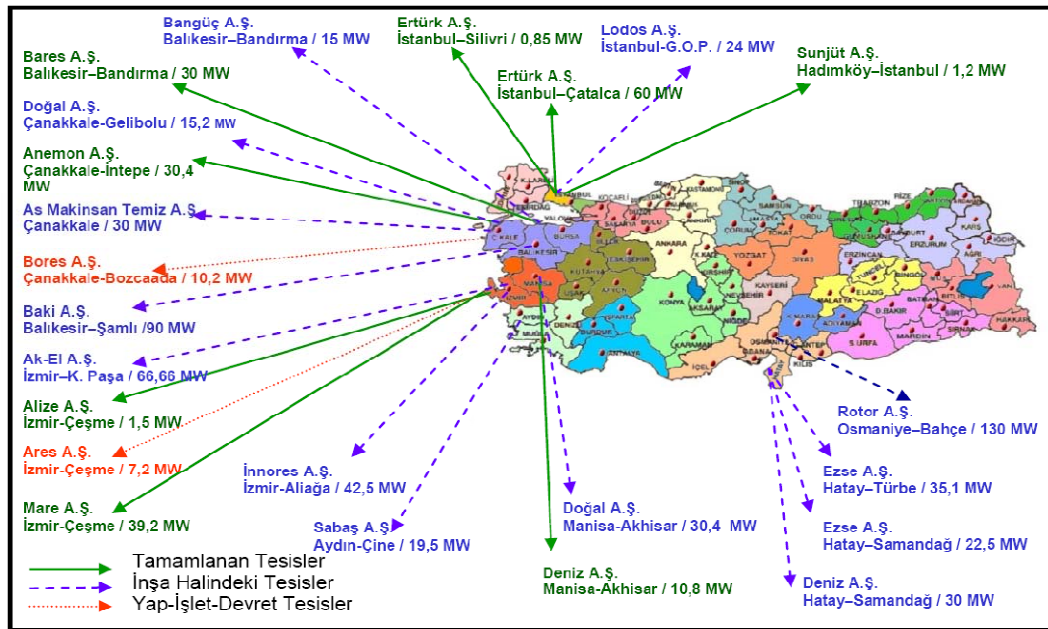
yerde mevsime bağılı farklılıklar bulunur. Rüzgâr hızı genel olarak kışın daha yüksek olmakla birlikte bazı bölgelerde topografik yapıya bağılı olarak yazın daha yüksek olabilmektedir. Mevsime bağılı değişmeler yüzünden, rüzgâr enerjisi potansiyelinden elde edilecek enerjinin, yıllık ortalama hız değerinde hesaplanan enerjiden daha fazla olacağı bilinmelidir.¹³³

Temiz ve ucuz yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutan rüzgâr enerjisi genel olarak,

- Düşük güç gerektiren yerlerde yani aydınlatmalarda,
- Yüksek kurulu güçlü santraller ile yüksek güç gerektiren yerlerde,
- Küçük işyerleri ve küçük islemelerde, çiftlikler, evler ve büyük ölçekli sulamalarda kullanılabilir.¹³⁴

Rüzgâr enerjisi kullanımının avantajları,

- Sera gazı etkisi yaratmıyor olması,
- Temiz bir enerji kaynağı olması,
- Güvenirliği ve ucuzluğu gittikçe artış göstermesi,
- Rüzgâr türbini kurulan bir arazi ikili kullanım imkânına sahip olması
- Dışa bağımlı olmaması olarak sıralanabilir.



Harita 1. Ülkemizdeki rüzgâr enerjisi sistemlerinin dağılımı¹³⁵

¹³³ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

¹³⁴ Kulözü, N., Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği

¹³⁵ Çolak, İ., Demirtaş, M., Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretiminin Türkiye'deki Gelişimi

Rüzgâr enerjisi enerjisinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar ise,

- Gürültü kirliliği yaratması,
- Kuşların yaralanma ve ölümlerine sebep olması,
- TV görüntüleri ve iletişim sistemlerine etkisinin bulunması olarak belirtilebilir. ¹³⁶

Yıl	Toplam kurulu güç (MW)	Rüzgar enerjisinin payı (%)
2000	27.264	0,07
2010	58.651	3,6
2020	116.240	4,3

Tablo 17. Rüzgâr enerjisinin 2000, 2010 ve 2020 yılında öngörülen toplam enerji kapasite içindeki payı¹³⁷

Eksen yapısına göre rüzgâr türbinleri;

- Yatay eksenli türbinler
- Düşey eksenli türbinler
- Eğik eksenli türbinler olarak sınıflandırılır.

Pervane kanat sayısına göre rüzgâr türbinleri;

- Üç kanatlı rüzgâr türbini
- İki kanatlı rüzgâr türbini ¹³⁸
- Tek kanatlı rüzgâr türbini olarak 3 grupta sınıflandırılır

Pasif sistemlerle rüzgâr enerjilerinden etkin şekilde faydalanmak için, bazı tasarım parametrelerine uyulmalıdır. Bunlar yapının yeri, diğer yapılarla olan mesafesi ve konumlandırılış durumu, yönü, biçimi, kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri, güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri olarak sayılabilir. Güneş enerjisinde olduğu gibi, rüzgâr enerjisinden de pasif ve aktif sistemler ile yararlanmak mümkündür. ¹³⁹

¹³⁶ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

¹³⁷ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

¹³⁸ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

¹³⁹ Yüksek, İ., Esin, T., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yapılarda Kullanım Olanakları



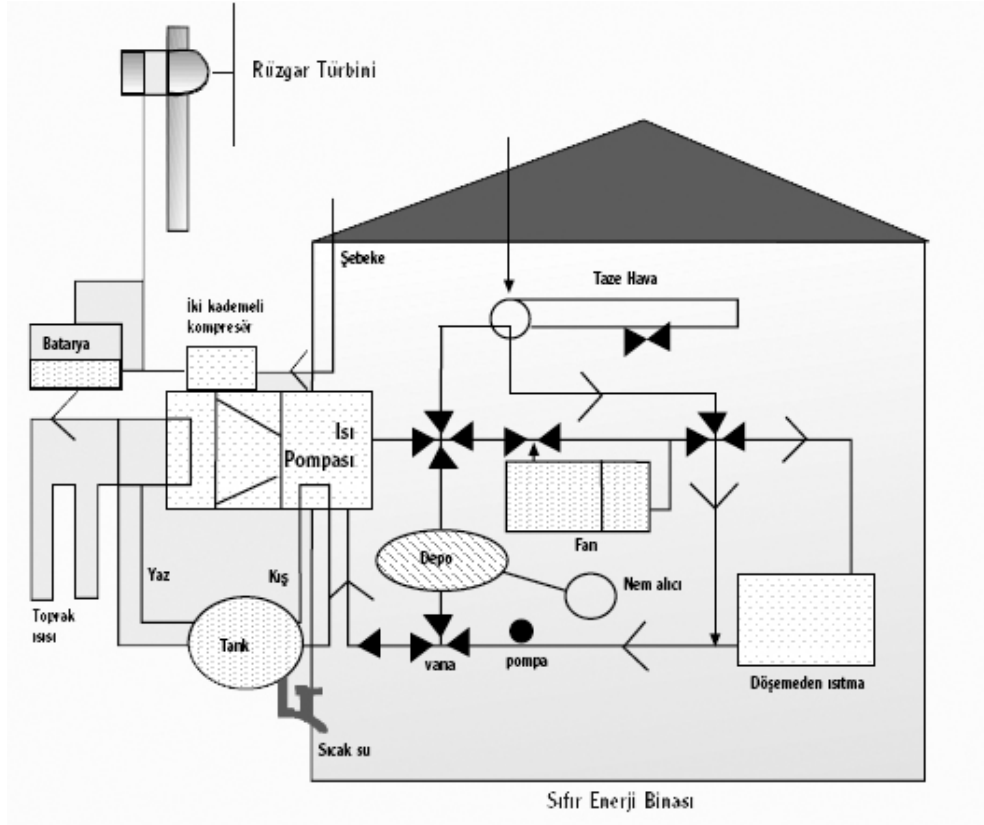
Şema 29. Rüzgâr Türbini detayı ¹⁴⁰

Sıcak nemli iklimlerdeki pasif yapı soğutması doğal havalandırma ile sağlanır. Doğal havalandırma için açılabilir pencerelerin kullanılır. Ayrıca planlama aşamasında yapı içerisinde hâkim rüzgâr yönünde olacak şekilde bir iç avlu tasarlanabilir. İç avluyu saran hacimler pencereler yoluyla soğuk havayla dolarken, avlu sıcak havayı toplayarak dışarı taşır. Soğutma yükünün fazla olduğu Ortadoğu ülkelerindeki geleneksel yapılarda, yaygın olarak kullanılan ve ‘badgir’ olarak isimlendirilen rüzgâr bacaları da, rüzgâr enerjisinden pasif sistemler ile yararlanmaya örnek olarak gösterilebilir. ¹⁴¹ Dünya yüzeyinin %27’sinde rüzgârdan elektrik elde etmek mümkündür. 2040 yılında tüm dünyanın, enerjinin %40’ını rüzgârdan elde etmesi öngörülmektedir. ¹⁴²

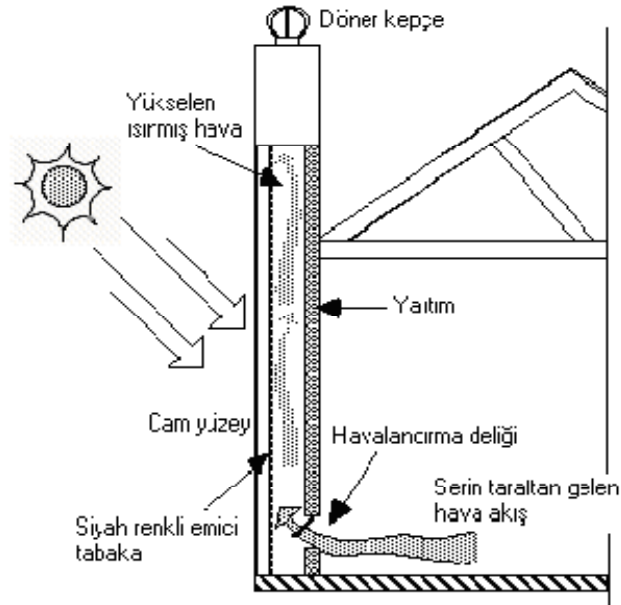
¹⁴⁰ www.metronomenerji.com

¹⁴¹ Ok, V., Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.

¹⁴² Yüksek, İ., Esin, T., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yapılarda Kullanım Olanakları



Şema 30. Rüzgâr türbininin yapıya adaptasyonu ¹⁴³



Şema 31. Isısal Baca ile Havalandırma ve Soğutma Sağlanması ¹⁴⁴

¹⁴³ Kılıkış, B., Kendimiz Yapalım, Rüzgarla Isınmak

¹⁴⁴ Yüksek, İ., Esin, T., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yapılarda Kullanım Olanakları

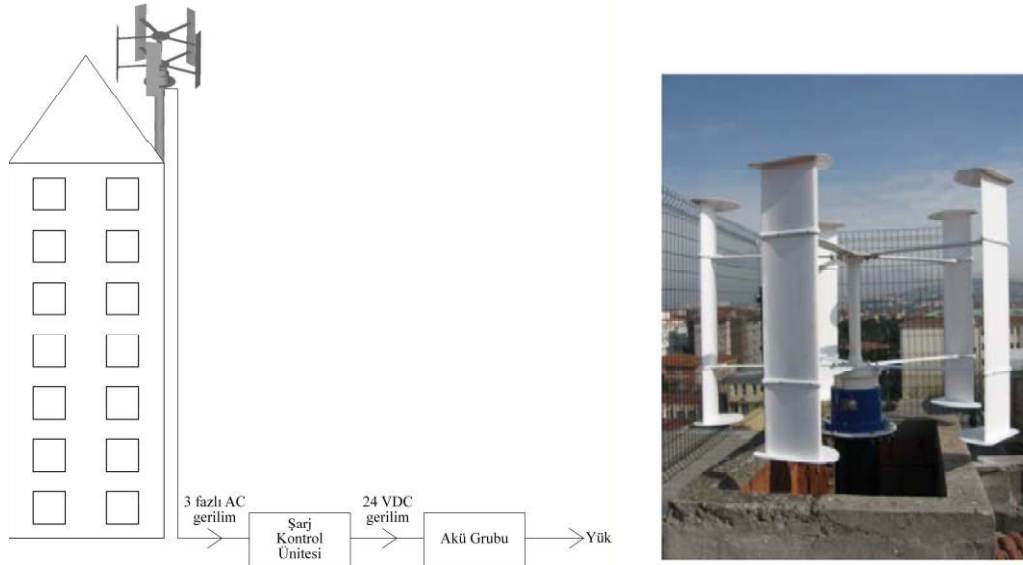
Ülkemizde ekonomik rüzgâr potansiyeli yıllık 10.000 MW olarak hesaplanmıştır. Aktif rüzgâr enerjisi kullanım sistemleri rüzgâr tribünleridir. Binalarda orta ve küçük ölçekli rüzgâr tribünleri kullanılmaktadır. Bu tribünler bahçede uygun bir noktaya konulabildiği gibi çatılara konulabilmektedir. Çok katlı yüksek yapılarda ise yapıya entegre rüzgâr tribünlerinin kullanım örnekleri vardır. Yeryüzünde gün geçtikçe artan nüfusu göz önüne alırsak ve enerjinin temel bir gereksinim olduğu düşünürsek, her geçen gün enerji ihtiyacımız daha çok artacaktır. Kömürün 230 yıl, petrolün 38 ve doğal gazın 60 yıl sonra tükeneceğini göz önüne alırsak alternatif enerji kaynaklarına süratle yönelmemiz gerekir.¹⁴⁵

Dünyamızın geleceği açısından çevreyi kirletmeyen, ekonomik olan, ülkemiz açısından da dış ülkelere bağımlılığı olmayan rüzgâr enerjisine, yatırımların artırılması rüzgâr potansiyelinden faydalanılması bir zorunluluk haline gelmektedir. Dünya nüfusunun yaklaşık % 80'i kırsal kesimde yaşamaktadır. Yaklaşık % 65'i şebekeden elektrik enerjisi temin edememektedir. Gelecek 30 yıl içinde şebekeden yararlanmayacak insan sayısının yaklaşık 2 milyar civarında olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle küçük ve şebekesiz yerlerde, rüzgâr yardımıyla enerji temini yüksek bir potansiyele sahip olabilecektir. Diğer taraftan, rüzgâr enerjisinin süreksiz bir enerji olması, dolayısıyla mevcut enerji üretim sistemleriyle entegre çalışması veya depolama için yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu nedenle her ülkede veya bölgede, rüzgâr enerjisi kaynağını ortaya çıkaracak daha detaylı analizler yapılmalıdır. Durumun ayrıca çevresel şartlara göre de değerlendirilmesi, düşük veya yüksek sıcaklık, buz, kar, havada üflenen kum ve havanın tuz ihtiva ettiği yerlerin dikkatle incelenmesine gerek vardır. Bu nedenle her ülkede veya bölgede, rüzgâr enerjisi kaynağını ortaya çıkaracak daha detaylı analizler yapılmalıdır. Durumun ayrıca çevresel şartlara göre de değerlendirilmesi, düşük veya yüksek sıcaklık, buz, kar, havada üflenen kum ve havanın tuz ihtiva ettiği yerlerin dikkatle incelenmesine gerek vardır.¹⁴⁶

¹⁴⁵ Sezer, R.A., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Elektrik Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları

¹⁴⁶ Taşgetiren, S., 1998, Rüzgâr enerjisi.



Fotoğraf 10. Küçük Güçlü Rüzgar Türbini Uygulamasının Prensipt Seması- Marmara Üniversitesi Göztepe Kampusundaki Uygulama Görüntüsü ¹⁴⁷

Türbinlerin değerlendirilmesi, test metotları için pratik tavsiyelerin geliştirilmesi, karma sistemler, deniz rüzgâr sistemleri, turbülans etkisi ve rüzgâr meteorolojisini de kapsayan projelerin yürütülmesi için bir iş bölümü yapılmalıdır.

4.5. Jeotermal Enerji'nin yapılarda kullanımı:

Jeotermal enerji, yer kabuğunun işletilebilir derinliklerinde birikmiş olan ısının meydana getirdiği bir enerji türüdür. Yeraltına sızan sular burada gözenekli ve geçirimli özellikleri bulunan hazne kayalarda toplanır. Hazne kayalar üstünde geçirimsiz örtü kayalar vardır. Isı, yer kabuğundaki kırık veya çatlaklarda dolaşan sular vasıtasıyla yeryüzüne aktarılır. Eğer yer kabuğunda doğal su dolaşımını sağlayacak yeterli kırık yoksa ve ısı birikimi tespit edilirse, oluşturulacak yapay kırıklardan dolaştırılacak akışkanlardan enerji elde edilmesi mümkündür. Jeotermal enerji alanları, etkin depremlerin olduğu tektonik bakımdan aktif olan genç volkanların bulunduğu kuşaklardır. Yeryüzüne ulaşan buhar ve sıcak suyun içerdiği enerjiden ya doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılmaktadır.

148

¹⁴⁷ www.emo.org.tr

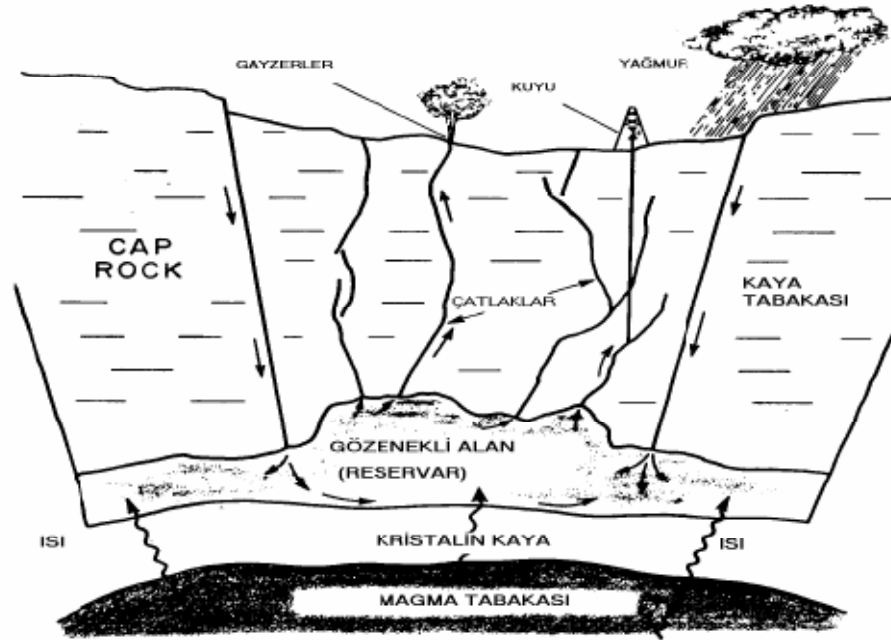
¹⁴⁸ www.kimyamuhendisi.com

Ülkeler bazında rüzgar türbini yatırımları			
(yıl sonu verileri)			
Sıra	Ülke	2005 (MW)	2006 (MW)
1	Almanya	18	20,621
2	İspanya	10,028	11,615
3	Amerika Birleşik Devletleri	9,149	11,603
4	Hindistan	4,43	6,27
5	Danimarka	3,132	3,136
6	Çin	1,26	2,604
7	İtalya	1,718	2,123
8	İngiltere	1,332	1,963
9	Portekiz	1,022	1,716
10	Fransa	757	1,567
11	Hollanda	1,219	1,56
12	Kanada	683	1,459
13	Japonya	1,061	1,394
14	Avusturya	819	965
15	Avustralya	708	817
16	Yunanistan	573	746
17	İrlanda	496	745
18	İsveç	510	572
19	Norveç	267	314
20	Brezilya	29	237
21	Mısır	145	230
22	Belçika	167	193
23	Tayvan	104	188
24	Güney Kore	98	173
25	Yeni Zelenda	169	171
26	Polonya	83	153
27	Fas	64	124
28	Meksika	3	88
29	Finlandiya	82	86
30	Ukrayna	77	86
31	Kosta Rika	71	74
32	Macaristan	18	61
33	Litvanya	6	55
34	Türkiye	20	51
35	Çek Cumhuriyeti	28	50
36	İran	23	48
	Avrupa'nın Geri Kalanı	129	163
	Amerika'nın Geri Kalanı	109	109
	Asya'nın Geri Kalanı	38	38
	Afrika ve Orta Doğu'nun Geri Kalanı	31	31
	Okyanusya'nın Geri Kalanı	12	12
	Dünya Toplam	59,091 MW	74,223 MW

Tablo 18. Ülkeler bazında rüzgâr türbini yatırımları ¹⁴⁹

¹⁴⁹ Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

Jeotermal enerji kullanımındaki en büyük problem bu enerji kaynağının oldukça yayılmış bir karaktere sahip olmasıdır. Dünyadan uzaya yılda yaklaşık 4×10^{17} KJ jeotermal enerji yayılmaktadır. Eğer biz bu enerjiyi kullanabilseydik dünyanın tüm enerji ihtiyacını 20 kez karşılayabilirdik. Yalnız bu miktar tüm dünya yüzeyine yayıldığından metrekare başına sadece 0.063 W enerji düşer ki bu güneşten gelen enerjiden çok daha azdır.¹⁵⁰ Eğer jeotermal enerji tüm yer kabuğuna eşit olarak dağılmış olsaydı, belki de faydalı enerji olarak kullanılma olasılığı olmayacaktı. Genellikle tektonik levha sınırları diye bilinen ve depremlerin sık ve şiddetli olmasıyla veya volkanik faaliyetlerle de tanımlanan bölgelerde, yer kabuğunda kırıklar oluştuğundan bu bölgeler genellikle jeotermal enerji açısından zengin bölgelerdir.



Şema 32. Jeotermal – hidrotermal kaynak ve oluşumu için gerekli yapı¹⁵¹

Jeotermal enerji kaynakları;

- Normal ısı gradyanlı sahalar
- Radyojenik sahalar
- Yüksek ısı akışlı bölgeler
- Basınç altındaki jeotermal sahalar
- Nokta ısı kaynakları olarak gruplandırılmaktadır.

¹⁵⁰ www.fizik.biz

¹⁵¹ www.kimyamuhendisi.com

Jeotermal enerji kullanım alanları;

- 180°C - Elektrik enerjisi üretimi, Amonyak absorpsiyonu ile soğutma yüksek konsantrasyonda buharlaştırma, kağıt sanayi
- 170°C – Elektrik üretimi, ağır su ve hidrojen sülfid prosesleri, Diatomik malzeme kurutma
- 160°C – Konvensiyel güç üretimi, kereste ve balık kurutma.
- 150°C – Konvensiyel güç üretimi, bayer yöntemi ile alüminyum eldesi .
- 140°C - Konvensiyel güç üretimi, tarım ürünlerinin hızlı kurutulması.
- 130°C - Konvensiyel güç üretimi, şeker rafinasyonunda buharlaştırma
- 120°C - Distilasyon ile temiz su eldesi, Tuz elde edilmesi, Şeker sanayii, Damıtma prosesleri
- 110°C - Çok yönlü buharlaştırma, yün yıkama ve kurutma
- 100°C - Meyve, sebze ve küspe kurutma
- 90°C - Hacim ısıtılması
- 80°C - Lityum bromür yöntemi ile soğutma
- 70°C - Endüstri proses suyu
- 60°C - Sera, ahır, kümes ısıtılması
- 50°C - Mantar yetiştirme
- 40°C - Toprak ısıtma
- 30°C - Yüzme havuzları, turizm, sağlık amaçlı banyolar olarak sıralanabilir.

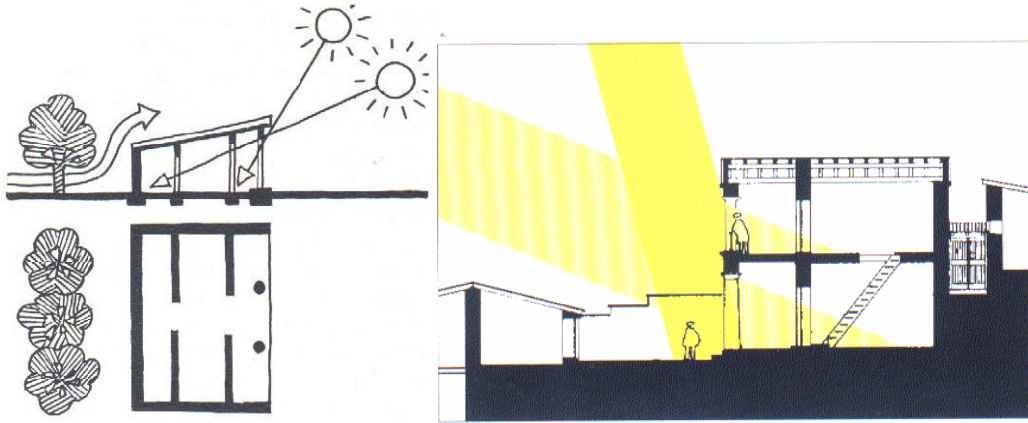
Jeotermal enerjiden elektrik üretimi için,

- Kuru Buharlı Jeotermal Santraller
- Buhar Ayırmalı (Tek faz dönüşümlü) Santraller
- Buhar Ayırma ve Su Buharlaştrırmalı (Çift Faz Dönüşümlü) Santraller
- Buhar Ayırma ve Çok Kademeli Su Buharlaştrırmalı (Çok faz dönüşümlü) Santraller
- Kuyudan Pompayla Jeotermal sıvı çekilen sıvı buharlaştrırmalı (tek faz dönüşümlü) santraller
- İkinci Bir Termodinamik Çevrim Sıvısı Kullanan (Bınarı Tipi) Santraller

- Hibrid Fossil /Jeotermal Santraller tercih edilmektedir. ¹⁵²

4.6. Geleneksel mimari'den ekolojik çözümler:

İklimsel değerleri göz önünde bulundurma ve iklim koşullarının negatif etkilerinden korunma düşüncesi tarihin eski dönemlerinden beri yapı tasarımı ve uygulaması alanında önemli parametrelerden biri olmuştur. Zor iklim şartlarına uyum sağlamak üzerine geliştirilmiş yapı tiplerine örnek olarak Amerikan yerlilerinin çadırı 'Tipi' ve Eskimoların konutları 'İgloo' verilebilir. Yerliler çadırlarını kurdukları yere ve iklime göre çadırın üzerindeki hayvan derisini çok amaçlı olarak kullanmaktadırlar; ya rüzgârı içeri alıp mekânı serinletmek ya da soğuk hava girişini önlemeye dayalı stratejilerle mekân sıcaklığını kontrol etmeye çalışmaktadırlar. Eskimoların kullandıkları igloolar ise hem minimum yüzeyle ısı transferini azaltmakta hem de uzun giriş koridoruyla tampon bölge oluşturmayı başarmaktadır. ¹⁵³



Şema 33. Sokrates evi, MÖ 469-397

Pirene Yerleşimi, MÖ 400 ¹⁵⁴

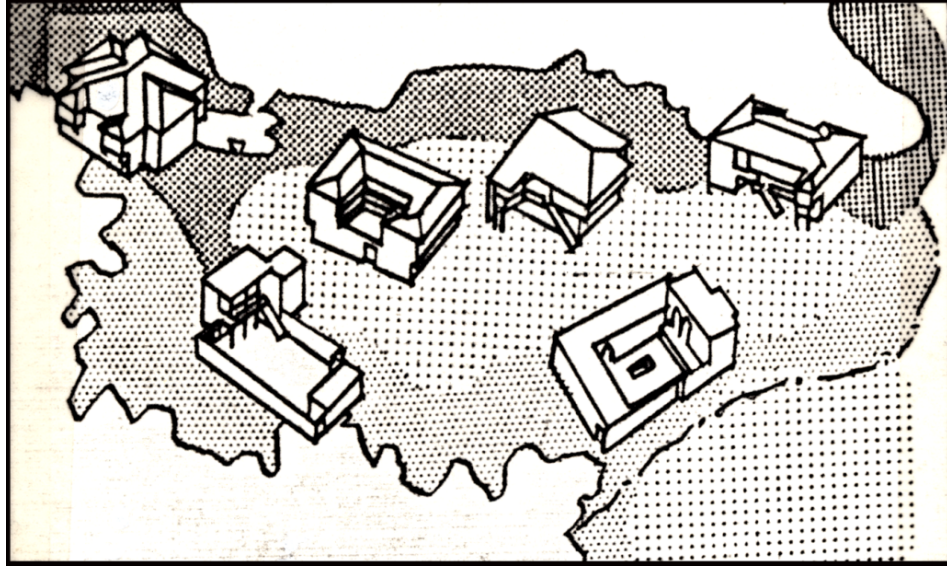
Bunun yanı sıra tarihsel veriler, toplumların çok eski tarihlerden beri ısınma amacıyla güneşten yararlandıklarını göstermektedir. MÖ.470-339 yılları arasında yaşayan Sokrates güney yönünde cepheli evlerin kullanım açısından daha faydalı olduğunu, kış güneşinin eğik açıyla gelerek yapı içini ısıttığını ve yazın daha dik bir açıyla gelen güneşin çatı ve saçak tarafından gölgelendiğini belirtmiştir. Güney cephesinin kat yüksekliğinin daha fazla, kuzey cephesinin ise soğuk rüzgârdan korunmak için daha alçak yapılmasının faydalı olacağından bahsetmiştir. Vitruvius

¹⁵² Toka, B., Jeotermal Enerji

¹⁵³ Özdemir, M.A., İklim Değişmeleri ve Uygarlıklar Üzerindeki Yansımalarına İlişkin Bazı Örnekler

¹⁵⁴ Özalta, T.G., Mimari, Güneş ve Teknoloji İlişkisi.

MÖ. 25 yılında yazdığı De Architectura’da özel konut tasarımlarında konutun yapıldığı ülke ve iklim koşullarının dikkate alınmasından bahsetmiştir.¹⁵⁵



Şema 34. İklımsel bölgelerine göre ‘Eski Türk konut’ tipleri¹⁵⁶

MÖ 4.yy’da uygulanan ve ideal bir solar kent olarak bilinen Priene’de kamuya açık yapıların ve diğer tüm yapıların güneşe dönük olarak konumlandırılmış olduğu bilinmektedir. İbn’i Sina ve Biruni ise, yeni kurulacak yerleşim yerlerinde öncelikle suyu ve ulaşım durumu gibi özellikler dikkate alınıp uygun yerleşim alanları belirlendikten sonra havası en temiz olan yere şehrin kurulmasının doğru olacağını belirtmişlerdir.¹⁵⁷

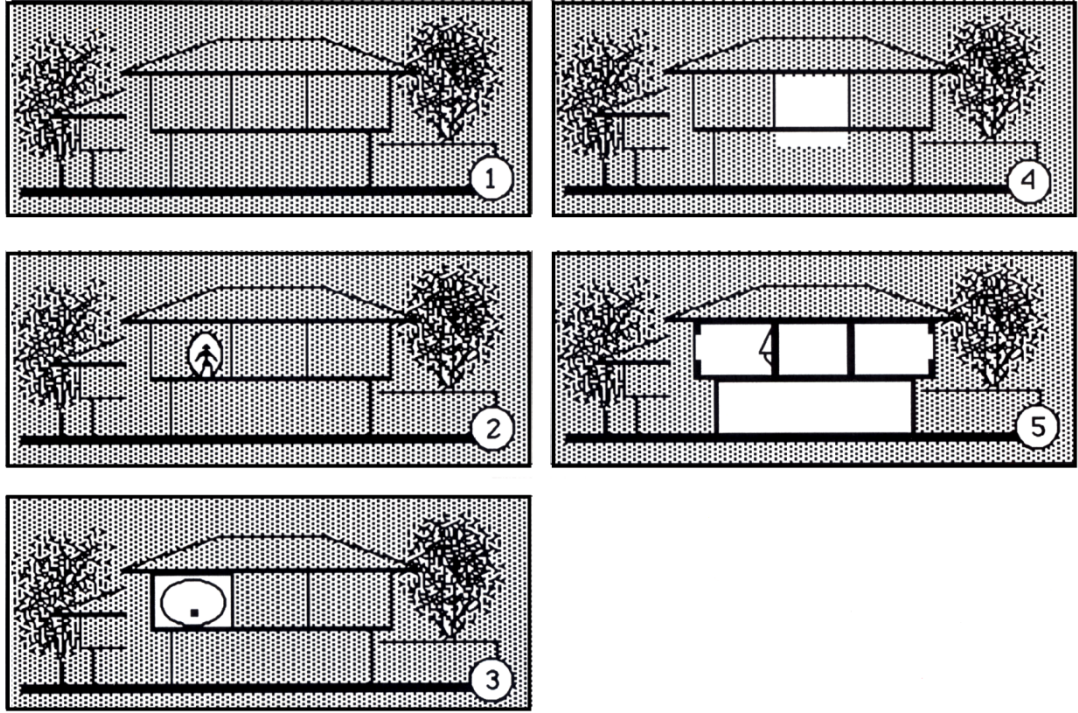
Geleneksel konut yapıları, buldukları iklim özelliklerine göre, en uygun malzeme ve bileşenlerle inşa edilmişlerdir. Bol yağış alan yerlerde sivri çatılar, güneşlenme süresi bol bölgelerdeyse, teras çatılar kullanılmıştır. Mekân organizasyonunda çevresel veriler çok önemlidir. Örneğin Anadolu’daki geleneksel Türk konutunda, odaların açıldığı mekân olan ‘hayat’ın konumu, iklim şartlarına ve konutun bulunduğu yöreye bağlı olarak değişiklik gösterir. Hayat, ılıman ve sıcak bölgelerde dışarı ile daha ilişkili iken soğuk iklim bölgelerinde konutun merkezinde yer alır. Böylece konfor koşulları daha kolay sağlanmış olur. Sıcak bir iklim niteliği

¹⁵⁵ Soysal, S., 2008, Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketim İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

¹⁵⁶ Hacaloğlu, A., 2007, Sürdürülebilir Apartman Tasarımı, Yapı dergisi.

¹⁵⁷ Bektaşoğlu, M., 1999, Çevre, Diyanet Dergisi.

taşıyan Güneydoğu Anadolu'dan Mardin Savur örneğinde iklimsel uyumluluk gözlenebilmektedir.¹⁵⁸



- 1- Serinletilen iç düzen için, yapı ve odalar, özel olarak çözümlenmiştir. Genellikle sıcak bölgelerdeki yazlık evlerde görülen bir durumdur.
- 2- Çevre ısıtılıp soğutulmaz, soğuksa giysiler giyilir sıcaksa giysiler hafifletilir.
- 3- Odalar ocak ya da mangalla ısıtılarak belirli süreler içinde kullanılabilir.
- 4- Evin belirli kesimleri ve odaları kolay ısıtılacak ve sıcak kalacak biçim ve özellikle tasarlanmıştır. Gerektiği zaman bu odalara geçilir.
- 5- Geçmişten beri Anadolu'nun birçok bölgesinde sıcak ve soğuk aylarda değişik evlerde yaşanmıştır. Böylece gerektiğinde yeterince ısıtılamayan yazlık evden (yayla evinden), kolay ısıtılan kışık eve geçilmiştir.¹⁵⁹

¹⁵⁸ www.mardin.gov.tr

¹⁵⁹ Hacaloğlu, A., 2007, Sürdürülebilir Apartman Tasarımı, Yapı dergisi.



Fotoğraf 11. Mardin Savur'un genel görünüşü ¹⁶⁰

Geleneksel yapı biçiminden kopmalar 18. Yüzyılın ikinci yarısında gerçekleşen endüstri devrimi ile gerçekleşmiştir. Teknolojiye günlük hayata girmiş, enerji tüketim ve talebinde artışlar meydana gelmiştir. 1945'ten sonra petrol ve nükleer endüstri, enerji elde etmekte kullanılmaya başlanmış ve yaşam standartlarını yükseltmek adına elektronik aletler, arabalar ve iklimlendiriciler üretilmiştir. Bu dönemde tarım ve el sanatlarına dayalı geleneksel yaşam terk edilmeye başlanarak kentleşme ve makine kullanım süreci başlamıştır. Hızla artan kent nüfusu ile artan sanayinin yarattığı çevre kirliliği sağlıksız ortamlar oluşmasına sebep olmuştur. ¹⁶¹

Özellikle sanayi devriminin ilk yıllarında Avrupa'da yaşam oldukça kötü şartlar altında sürmüştür. Çok ağır çalışma saatlerinin yanında insanların kaldıkları yerlerin hastalıklara sebep olması, çıkmaz sokaklar, çöplük haline gelmiş çevre, rutubetli bodrum katları insan yaşamını olumsuz yönde etkilemiştir. 1854'te kolera salgınına araştıran bir komisyonun yaptığı nüfus sayımında ailelerin yarısının tek odalı evlerde 8–12 kişi birlikte yaşadığı belirlenmiştir. Kömür kullanımından dolayı hava kirliliği meydana gelmiştir. İnsanlar birbirlerine yabancılaşmışlardır. Kırsal kesimde kendi evlerinde yaşayan insanlar, müstakil mülkiyetten sıkışık binaların içinde yaşamaya zorlanarak kat mülkiyetine geçmişlerdir. ¹⁶²

¹⁶⁰ Halifeoğlu, F.M., 2006, Savur Geleneksel Kent Dokusu İle Sosyal Yapı İlişkisi Üzerine Bir inceleme.

¹⁶¹ Candan, E., Akbey, F., Başer, N.E., Bilgi Ekonomisi Ve Birikim Sürecinin Mekandan Kopması

¹⁶² Soysal, S., 2008, Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketim İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.



Fotoğraf 12. Londra 19.yy'da kötü yaşam koşulları ¹⁶³



Fotoğraf 13. Peabody Evleri, Londra 1864 ¹⁶⁴

18.yüzyılda ve 19. Yüzyıl başında yapılan konutların genel olarak maliyeti düşük olmasına önem verilmiştir. Sırt-sırta yapılan konutlar tek cepheli

¹⁶³ Karabaş, B., 2008, Sosyal Sınıfların Şekillendirdiği Kent: Londra, www.arkitera.com.

¹⁶⁴ Karabaş, B., 2008, Sosyal Sınıfların Şekillendirdiği Kent: Londra, www.arkitera.com.

olduklarından cephe maliyetlerini düşürmüşlerdir. Ancak tek cepheden dış ortam ile ilişkilenebilen bu konutlarda, hava sirkülasyonu sağlanmadığı ve güneşten yeteri kadar yararlanılmadığı için yaşam koşulları oldukça sağlıklı konutlar olmuştur. Sıra evlerde ise, iki cephe söz konusu olmasına karşın sadece yol cephesinin önemsenmesi, arka cephede kalitesiz malzeme kullanımı, yaşama mekânlarının yol cephesinde olmasından dolayı oluşan gürültü sorunu bu konutların yaşam kalitesini düşürmüştür.¹⁶⁵

EYVAN DERİNLİĞİ				
1 Modül	1,5 Modül	2 Modül	2,5 Modül	3 Modül

Tablo 19. Geleneksel savur evlerinde plan düzenleri¹⁶⁶

¹⁶⁵ Soysal, S., 2008, Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketim İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

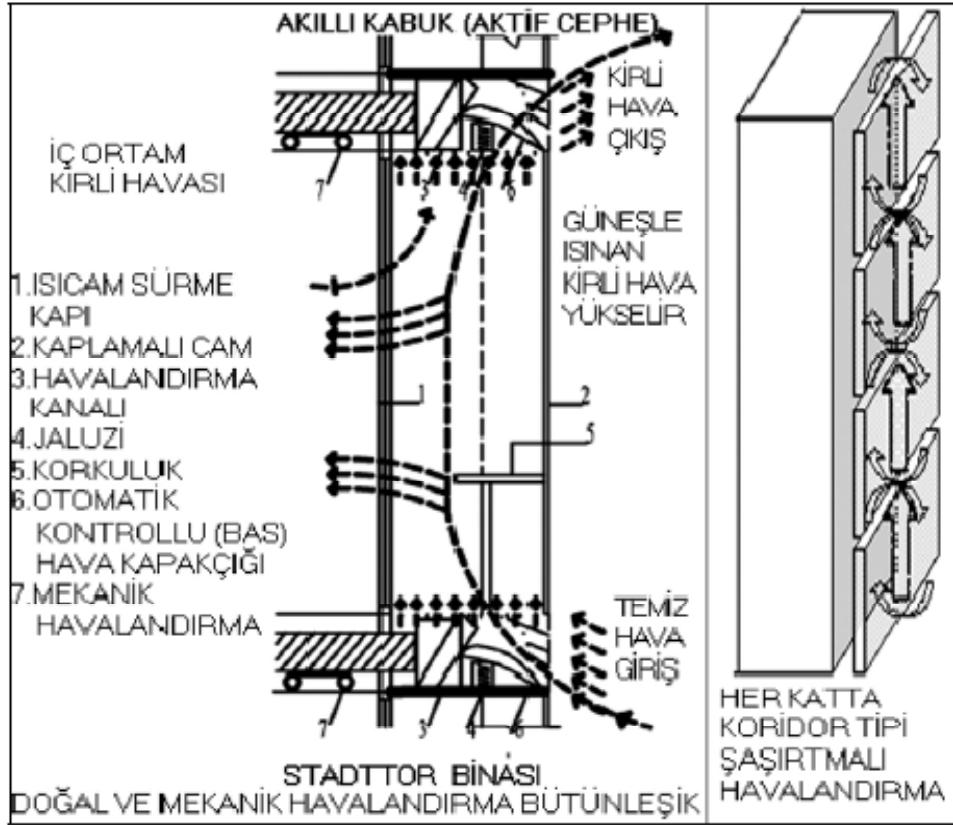
¹⁶⁶ Halifeoğlu, F.M., Dalkılıç, N., 2006, Mardin-Savur Geleneksel Kent Dokusu Ve Evleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi

4.7. Akıllı binalar:

Binaların pasif sistem olarak gösterdikleri enerji performansı ve binadaki mekanik ve elektronik sistemlerin (aktif sistemler) enerji verimliliği, binaya ilişkin mimari tasarım parametreleriyle ilişkilidir. Bu parametreler içerisinde en önemlileri olarak, binanın yeri, diğer binalara göre konumu, yönü, formu ve bina kabuğu gösterilir. Binanın enerji performansına etkileri birbirleriyle bağlantılı olan bu parametreler, her birisinin değeri binanın yenilenebilir enerji kaynaklarından optimum yararlanmasını gerçekleştirecek şekilde birbirleriyle ilişkili olmalıdır. Akıllı binaların hedefi binaların enerji etkin sistemler olmasını sağlamaktır. Buna göre, akıllı binaların tasarımında mimari tasarım parametreleri gözetilmelidir. Aksi halde yapı sadece otomasyon ile mekanik ve elektrik-elektronik sistemlerin kontrolü sağlanmış, fazla enerji tüketen bir yapıdan farksızdır.

Yapılarda kullanılan enerji sistemlerinin boyutlandırılması genellikle ortalama meteorolojik verilere dayandırılır. Bilinçsiz uygulamalarla ileri teknolojik sistemler kullanılmış akıllı binalarda dahi enerji verimliliği sağlanamamaktadır. Akıllı binalar enerji verimliliğini artırmak üzere binanın enerji harcamalarının otomatik olarak binanın kendisiyle ve ek sistemlerle kontrol edildiği sistemlerdir. Dolayısıyla akıllı binanın temel görevi, kullanıcı konforunu en üst düzeyde sağlayıp, enerji etkin sistemde çalışmayı sağlamaktır. Dünyada ve ülkemizde toplam enerjinin çok önemli bir oranı binalarda kullanıcı konforunu sağlamak üzere ısıtma, klima, havalandırma ve aydınlatma amaçlı kullanılmaktadır.¹⁶⁷

¹⁶⁷ Günaydın, H.M., Zağpus, S., Türkiye’de Bina Otomasyon Sistemlerinin Mimarlar Tarafından Algılanması, Akıllı Bina Tasarım Süreci ve Kalitesi, VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi.



Şema 36. Enerji etkin akıllı bina, Stadttor Binası ¹⁶⁸



Şema 37. Enerji etkin akıllı bina ¹⁶⁹

¹⁶⁸ Oğultekin, G., Tapan, M., Şener, S.M., 2008, Yüksek teknoloji yapılarında biçim/sentez ilişkisi

¹⁶⁹ Oğultekin, G., Tapan, M., Şener, S.M., 2008, Yüksek teknoloji yapılarında biçim/sentez ilişkisi

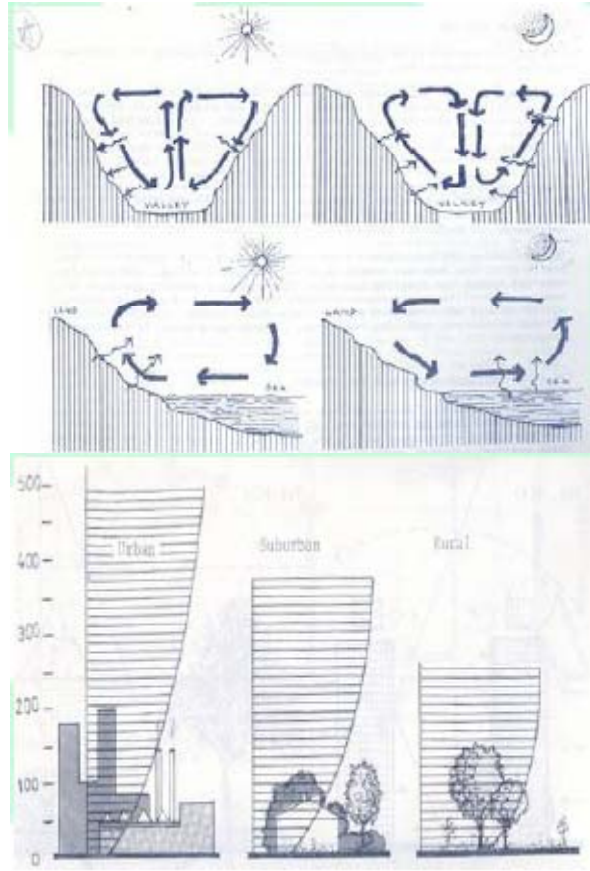
Akıllı binaların enerji etkin olmasının yanı sıra yüksek maliyetli kontrol sistemlerine de gereksinim duyduğundan, genellikle bu sistemler enerji harcamalarının çok yüksek olduğu büyük kamu ve ofis binaları gibi kullanım alanı ve kullanıcı sayısı fazla olan binalar için önerilmektedir. Akıllı bina denildiğinde, özellikle ülkemizde yapının mekanik ve elektrik sistemlerinin otomatik kontrolü ile enerji yönetiminin yapılması akla gelmektedir. Oysaki yapı; mimari tasarımı, yapım sistemi, taşıyıcı sistemi, mekanik ve elektrik sistemi gibi alt sistemlerin bir bütünüdür. Bu alt sistemlerin her birisinin akıllı bina kavramına uygun olması gerekmektedir. O nedenle, akıllı bina tasarım aşamasından itibaren ilgili tüm yapı alt sistemleri enerji etkin sistemde mimar ve mühendislerin işbirliği ile gerçekleştirilmelidir. Yapının enerji etkinliğinde en önemli değer, binanın yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan pasif sistem olarak gösterdiği enerji performansdır.

Binanın pasif sistem olarak enerji performansını etkileyen başlıca tasarım parametreleri;

- Binanın yeri,
- Binanın diğer binalara olan mesafesi ve konumlandırılış durumu,
- Binanın yönü,
- Binanın formu,
- Binayı çevreleyen kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri ve
- Güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri sayılabilir.

Binanın bulunduğu yer; enerji harcamalarını etkileyen güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim elemanlarının değerlerinin bilinmesi için önemli olduğu kadar, binanın enerji etkinliğinde çok önemli rol oynayan mikro-klima koşullarının da belirleyicisidir. Binanın konumlandırılış durumu, diğer binalar ve engeller ile arasındaki mesafe, binayı etkileyen güneş ışınımı miktarını ve bina etrafındaki hava akışı hızını ve tipini belirleyen en önemli tasarım değişkenlerinden biridir. O nedenle, binanın arazideki konumu güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji

kaynaklarından yararlanmak veya korunmak amacına uygun olarak belirlenmelidir.¹⁷⁰



Şema 38. Binanın Yerine Bağlı Olarak Bina Çevresindeki İklim Koşullarının Değişimi ¹⁷¹



Şema 39. Şehir Dokusunun Bina Çevresindeki İklim Üzerindeki Etkisi ¹⁷²

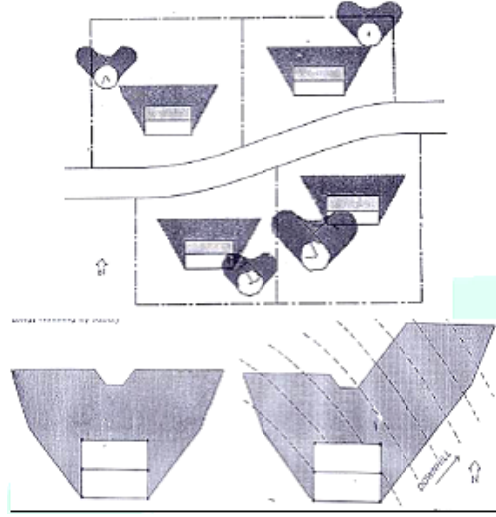
Binanın yönü ile binanın güneşten faydalanması arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Aynı zamanda binaların yönü; rüzgâr alma durumunu, dolayısıyla doğal havalandırma imkânını ve hava sızıntısı ile ısı kaybı miktarını da etkiler. Bu

¹⁷⁰ Yılmaz, Z., Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.

¹⁷¹ Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı.

¹⁷² Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı.

sebeple yapının bulunduğu iklim bölgesinin biyoklimatik olanakları göz önüne alınarak, güneş ve rüzgârdan gerektiğinde yararlanacak gerektiğinde korunacak şekilde yönlendirilmeli ve mekân organizasyonu buna uygun düzenlenmelidir. Dolayısıyla, farklı iklimsel özelliklere sahip bölgelerde enerji etkin tasarımda formun önemi, geleneksel mimari tasarım örneklerinde çok net gözlenmektedir.



Şema 40. Binanın diğer binalara göre konumu ¹⁷³

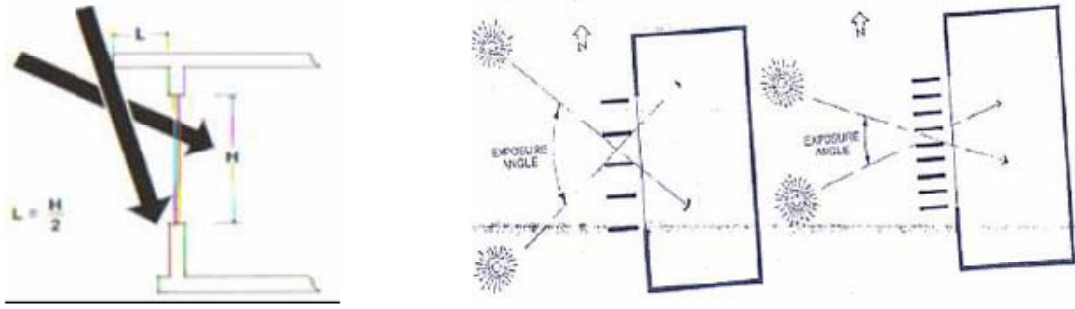
Soğuk iklim bölgelerinde enerji kaybeden yüzeylerin en aza indirmek için, kompakt formlar tercih edilirken; sıcak, kuru iklim bölgelerinde fazla ısıdan korunmak; gölgeli, serin yaşama alanları elde etmek amacıyla kompakt ve avlulu formlar kullanılmaktadır. Sıcak nemli iklim bölgesinde karşılıklı havalandırmaya maksimum düzeyde olanak sağlayan hâkim rüzgâr doğrultusuna uzun cephesi yönlendirilmiş ince uzun formlar ve ılımlı iklim bölgelerinde mümkün olduğunca kompakt ama soğuk iklim bölgesine göre daha esnek bina formları geleneksel mimariden örneklenen enerji etkin bina formları olarak ortaya çıkmaktadır. Bina kabuğu opak ve saydam olmak üzere fiziksel özellikleri ve ısı geçişine karşı davranışları birbirinden farklı iki bileşenden oluşur.

Bina kabuğunun ısısal performansını etkileyen fiziksel özellikleri;

- Opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı (U , $W/m^2 \cdot K$),
- Opak bileşenin genlik küçültme faktörü (ϕ),
- Opak bileşenin zaman geciktirmesi (Φ , h) ve

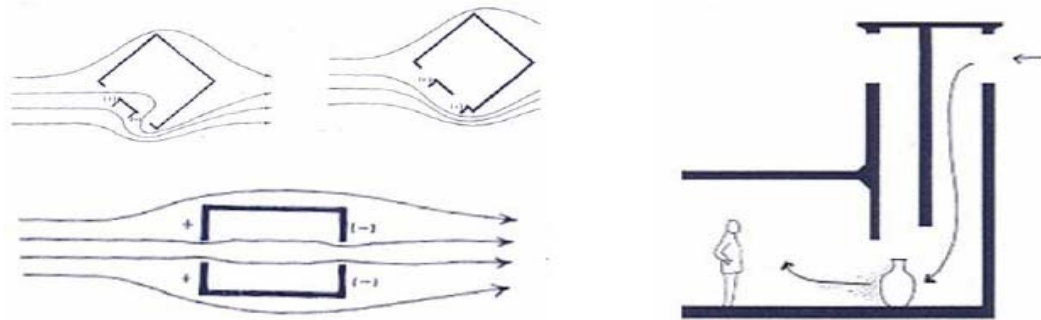
¹⁷³ Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı.

- Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz), yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları (τ , a ve r) olarak sıralanabilir. ¹⁷⁴



Şema 41. Farklı Yönler için Uygun Güneş Kontrol Sistemlerine Örnek ¹⁷⁵

Bahsedilen tasarım değişkenlerinin beraberinde bina kabuğu üzerinde güneş kontrolü ve doğal havalandırma sistemlerine de enerji etkin yapı tasarımı adına gereksinim duyulabilir. Binanın enerji giderlerini en az düzeyde tutabilmek için bu sistemlerin uygun yönlerde uygun biçim ve boyutlarda tasarlanmış olması gerekir. Enerji etkin akıllı bina; pasif sistem olarak mekanik ve elektrik sistemlere en az gereksinim duyacak şekilde tasarlanmış, güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından gerektiğinde yararlanmak, gerektiğinde korunmak üzere kendi kontrol eden prensipte yapılardır. Pasif sisteme ek olarak ısıtma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerine gereksinim duyulduğu zaman bu sistemlerin pasif sistem öğeleriyle uyumlu olarak tasarlanması ve işletilmesi bu binaların özelliklerindedir. Tüm bu sistemlerin ise, otomatik olarak kontrol edilmesi kullanıcıya ihtiyaç duyduğu zamanlarda uygun konfor koşullarının sağlanması akıllı binaların esas niteliğidir. ¹⁷⁶



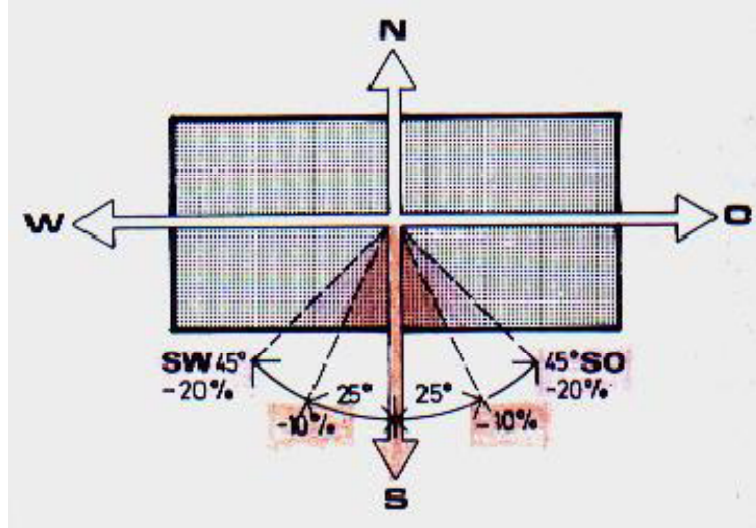
Şema 42. Doğal Havalandırma Sistemlerine Örnek ¹⁷⁷

¹⁷⁴ Yılmaz, Z., Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi

¹⁷⁵ Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı

¹⁷⁶ Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı

¹⁷⁷ Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı



Şema 43. Güney yönünden sapma durumunda güneşten kazancın azalması ¹⁷⁸

Pasif sistem olarak binanın enerji performansını etkileyen en önemli tasarım parametresi bina kabuğudur. Bir binanın cephesi maliyetinin toplam bina maliyeti içerisindeki payının %15-%40 arasında olmasına rağmen bina cephesinin bina işletim sistemlerinin maliyeti üzerindeki etkisi %40 ve ya daha fazla olabilmektedir. O nedenle, son yıllarda dünya enerji kaynaklarının elde edilmesindeki sıkıntılar, bu kaynakların kullanılmasının yarattığı çevre sorunları, bir ülkedeki toplam enerjinin %40-50 gibi çok önemli payının binalarda kullanılıyor olması ve dolayısıyla binalarda enerji verimliliğinin önem kazanmasıyla birlikte, yapı ve malzeme teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak akıllı kabuk tasarımı gündeme gelmiştir.¹⁷⁹

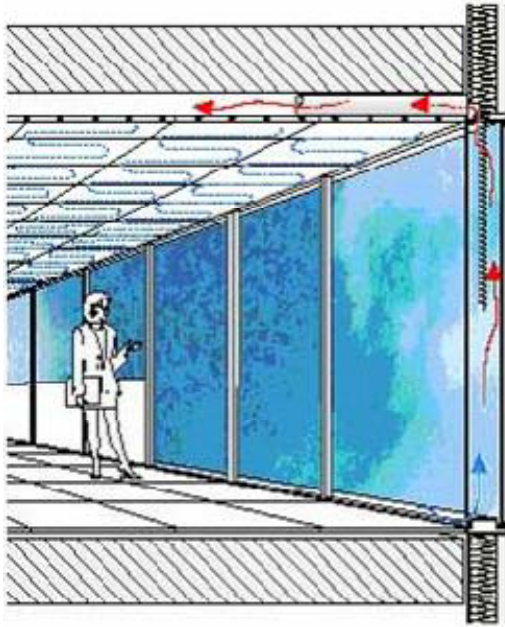
Akıllı kabuk kullanımı, ülkemizde henüz yeteri kadar gelişmemiştir, ancak tüm dünyada akıllı bina tasarımının vazgeçilmez elemanıdır. Akıllı kabuklar, doğal havalandırma ve güneş kontrol elemanlarının otomatik hareketiyle binanın havalandırma, klima ve aydınlatma enerjisi yüklerini en aza indirgeyen ve kullanıcı konforunu olabildiğince doğal yollarla sağlayan kabuklar olarak tanımlanabilirler. Çift cidarlı cepheler aşırı ısınmayı ve ya iç mekândaki fazla ışıklılığı önlemek üzere güneş kontrol elemanlarıyla donatılabilir, güneş kontrol ve doğal havalandırma

¹⁷⁸ Özbalta, T.G., Mimari, Güneş ve Teknoloji İlişkisi.

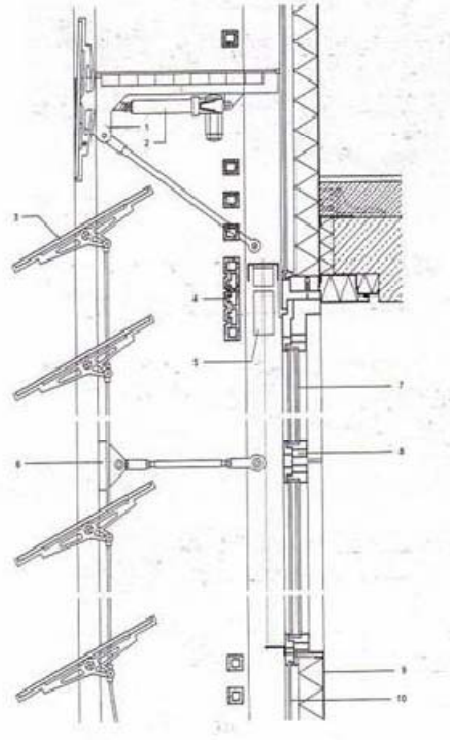
¹⁷⁹ Bayraktar, M., Yılmaz, Z., Bina Enerji Tasarrufunda Pasif Akıllılığın Önemi

¹⁷⁹ Aykal, F.D., Gümüş, B., Akça, Y.B.Ö., 2009, Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Kullanılması, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.

sistemleri kullanıcı konfor ihtiyacına göre otomatik olarak kontrol edilebilir ve çift cidar arasında hava kışın ısı geri kazanım sistemi için kullanılabilir.¹⁸⁰



Şema 44. Çift cidarlı cepheler

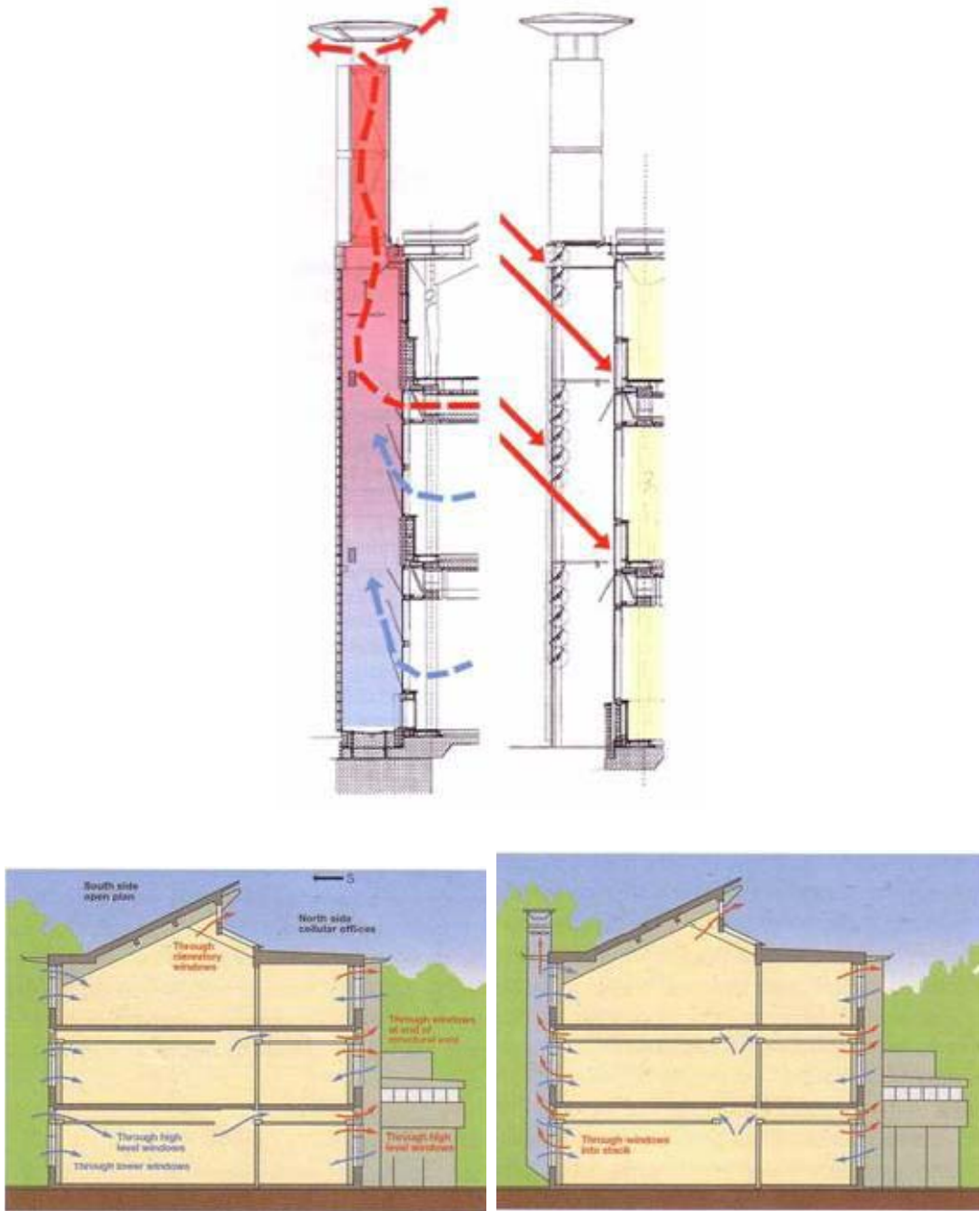


Berlin'deki Debis binasının cephe kesiti¹⁸¹

Örneklenen yapıda otomatik kontrol sistemiyle hareket ettirilebilen cam gölgeleme araçları iç cephe üzerindeki rüzgâr yükünü azaltmakta ve yağmuru tutmaktadır. Bu sayede iç cephedeki pencereler doğal havalandırma için kullanılabilir. Bu saydam güneş kontrol elemanları doğrudan güneş ışınımının içeriye girmesini engellemekte ve doğal aydınlatma yoluyla binanın aydınlatmasını sağlamaktadır. Aktif cepheler, cephedeki pencereler ve gölgeleme araçlarının ısısal ve optik özellikleri iklim koşulları, kullanıcı tercihleri ve bina enerji yönetim sistemlerinin ihtiyaçlarına göre otomatik olarak değişebildiği cephelerdir. Bunlar, otomatik kontrol ile pozisyonu değişen gölgeleme elemanlarını, optik özellikleri güneş ışınımına göre değişebilen kaplamalı camları, elektrik enerjisi üretmek üzere

¹⁸¹ Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı

gölgeleme veya cephe malzemesi olarak fotovoltaik (PV) üniteleri bulunan cephelerdir.¹⁸²



Şema 45. Çift cidarlı ve foto-voltaik cephe kaplamaları bulunan “Building Research Establishment” ofis binası detayları¹⁸³

¹⁸² Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı

¹⁸³ Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı

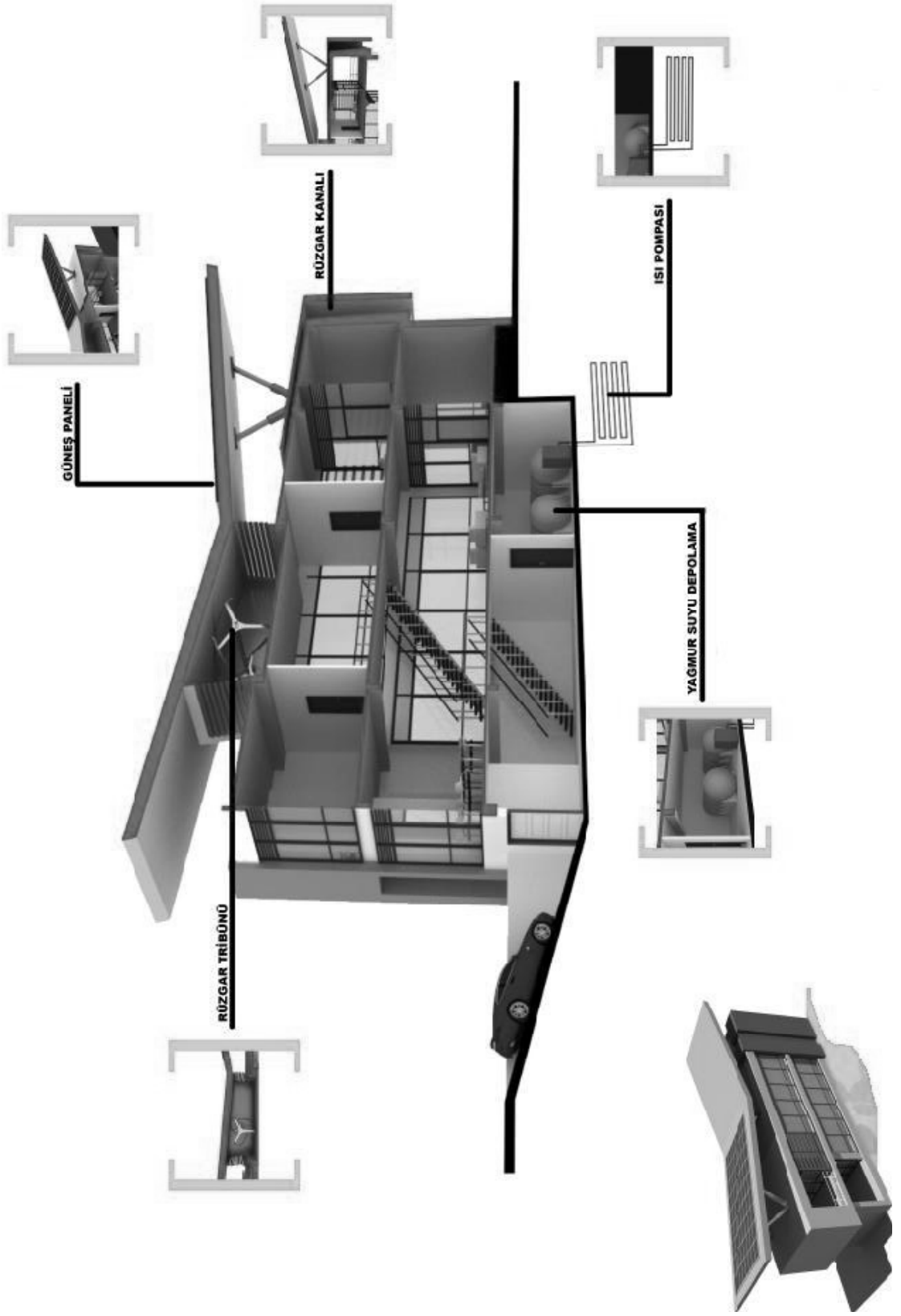
4.8. Konut yapılarında enerjinin etkin kullanımı adına uygulanan tasarım parametreleri

Sera gazı salınımı ve küresel ısınmanın tedbirinin alınması yaşadığımız mekânlardan başlamalıdır. Bu bağlamda günlük yaşantımızın çoğunu geçirdiğimiz konut alanları enerji etkin olmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim sağlanmalıdır. Mevcut yapıların enerji kullanımının yenilenebilir kaynaklardan temin edilmesinin dönüşümü yapılabileceği gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yapıda henüz tasarım aşamasındayken öngörülebilir. Ancak uygulanan örneklerde güneş panelleri, rüzgâr tirbünleri, trombe duvarı, yağmur suyu toplama sistemleri ve doğal havalandırma gibi kullanılan teknik çözümlerin estetik açıdan yapı tasarımı ile bütünleşemediği görülmektedir. Oysaki enerjiyi etkin kullanarak kullanıcının konfor koşullarını sağlayan bir yapının aynı zamanda estetik beğenilere de hitap etmesi gereklidir.

Sürdürülebilir gelişmenin dört temel elemanı; insan, çevre, enerji ve ekonomidir. Bu öğelerin bir araya gelmesiyle ortaya konulan yaklaşımlarla sürdürülebilir mimarlıktan bahsedilebilir. Ülkemizde son dönemlerde gündemde olan yasa tasarıları ile sürdürülebilir mimarlık ve enerjinin yapılarda etkin kullanımı adına birçok adım atılmıştır. Sadece yasal anlamda değil sürdürülebilir yatırımları teşvik anlamında da ülkemizde gelişmeler yaşanmıştır. TOKİ projelerinde konut başına 2 kW'lık güneş pili ve toprak kaynaklı ısı pompası kullanılması, binaların yalıtımının denetlenmesi gibi önlemler bu yolda atılan adımlar arasında sayılabilir.¹⁸⁴ Enerji etkin bir yapı tasarımında ön tasarım aşamasından başlayarak makine, inşaat, elektrik-elektronik, çevre mühendisliği ve mimarlık disiplinlerinin birlikte çalışması sağlıklı sonuçlar verecektir. Yapıların yalıtım, yağmur suyu toplama sistemi, enerji depolama sistemleri, ısı pompası, PV/T, rüzgâr türbini, doğal havalandırma, aşırı güneş ışınımını önlemek adına aktif ve pasif sistemleri kullanmasına gerek duyulmaktadır.¹⁸⁵

¹⁸⁴ Coşkun, C., Oktay, Z., Sarpdağ, Ö., Coşkunyürek, A.H., Evciman, M., 2008, Yeşil Enerji Etkin Akıllı Villalara Yönelik Özgün Bir Tasarım, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.

¹⁸⁵ Sakıncı, E., 2006, Sürdürülebilirlik Bağlamında Güneş Enerjili Etkin Sistemlerin Tasarım Ögesi Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.



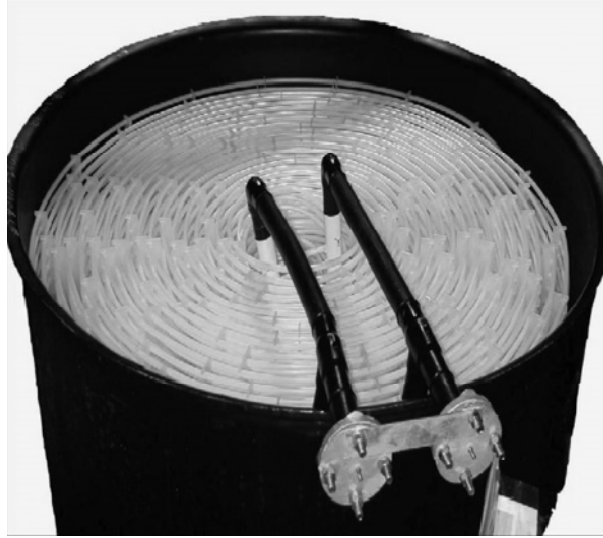
Şema 46. Enerji etkin konut tasarımında aktif ve pasif sistemlerin kullanımı¹⁸⁶

¹⁸⁶ Coskun, C., 2008, Yeşil enerji etkin akıllı villalara yönelik özgün bir tasarım.

4.8.1. Aktif ve Pasif Önlemler:

- Çatı sistemi tasarımı: İki çatı düzlem çizgisi arasındaki açıklıktan rüzgârın hareketiyle hava akımı oluşmaktadır ve çatının soğuması sağlanmaktadır. Bu sayede yazın çatı katlarında aşırı ısınma sorunu büyük oranda ortadan kalkmaktadır. Yine yaz aylarında çatı arasının soğutulması için harcanan enerji miktarı aza indirilmekte beklide alternatif yöntemlerle böyle bir mekanik soğutmaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Kanat şeklindeki çatı örtüsü ayrıca direk güneş ışınlarını tutarak aşağıdaki çatıya bir gölgelik görevi görmektedir.
- Gölgeleme: Yaz aylarındaki uygulamalarda bina dış kabuğu ile cam yüzeyi arasındaki sera etkisini azaltmak amacıyla, güneş ışınlarını yansıtan beyaz renkli stor perde sistemi ile bina dış duvarlarında ısı kazancı azaltılmaktadır. Böylece yapının fazla ısınması önlenmektedir.
- Trombe duvarı uygulaması
- Yağmur suyu toplama sistemi: Çatının V şeklindeki formu sayesinde yağmur suları rahatlıkla merkezde toplanabilmektedir. Merkezde toplanan yağmur suyu binanın dışından görülmeyecek şekilde bir boru sistemiyle bodrum kattaki depoya iletilmesi sağlanmaktadır. Borunun yapının dışından olması aynı zamanda ses yalıtımı da sağlamaktadır. Aksi halde yapı içinde sürekli su sesi duyulacaktır. Bodrum kattaki bir depoya iletilen su bahçe sulama temizlik gibi amaçlarla kullanılabilir. Ancak bu sistemin öngörülebileceği yapının çatı malzemesinin insan ve bitki sağlığına zararlı olmaması gerekmektedir.
- Sıcak ve soğuk enerji depolanması: Akşam rüzgâr türbininden sağlanacak enerji, serpantin yöntemiyle buz depolama sisteminde kullanılır. Daha sonra gündüz soğutma ihtiyacının bir kısmı bu sistemle karşılanır. Sıcak su ise PV/T panellerinden sağlanarak bir yalıtımlı bir depo sisteminde depolanacaktır.
- Değişken açılı PV/T sistemi: PV/T sisteminin güneş ışınlarının mevsimsel değişikliklerine bağlı olarak eğiminin değişmesi sonucu ışınları alacağı eğiminin değiştirilebilir şekilde tasarlanması mümkündür.
- Doğal havalandırma-soğutma ve iklimlendirme sistemleri: Dış kısımdaki hava kapakların açılması sensörlü ve otomatik çalışan bir sistem sayesinde iç ve dış ortamın sıcaklığına bağlı olarak çalışmaktadır. Dış hava giriş menfezleri binanın cephesinde yerden belli mesafede yükseklikte ve çıkış menfezleri ise üst kısımda bulunmaktadır. Bunun yanında ayrıca rüzgâr türbinin çıkış kanalında çatıya

yerleştirilmiş olan hava kanalları sayesinde buradan alınan hava konutun iç kısmına yollanmaktadır.

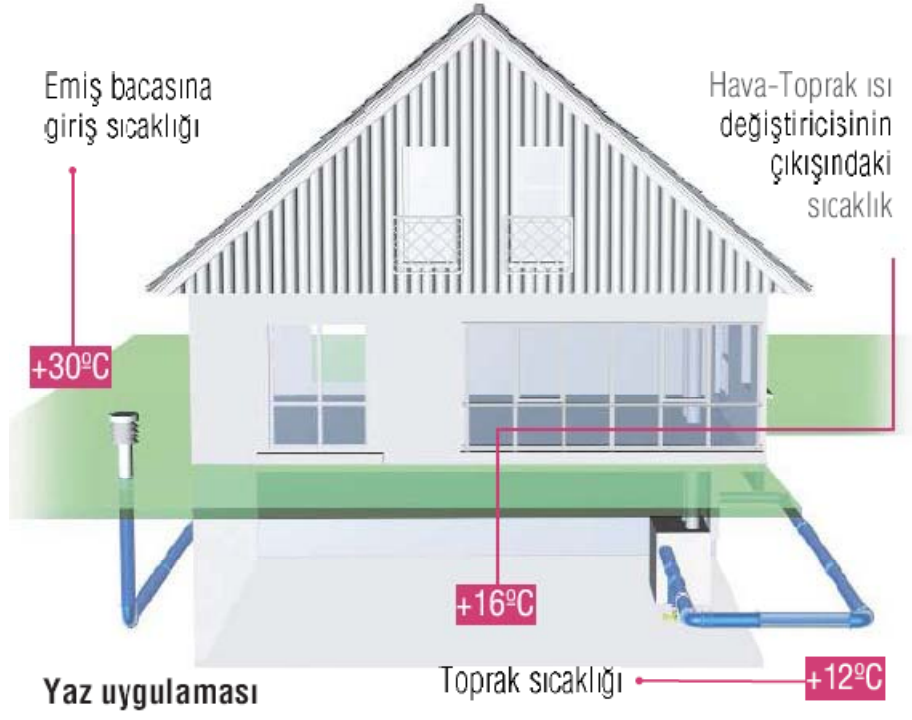


Fotoğraf 14. Serpantinli enerji (buz) depolama yöntemi¹⁸⁷

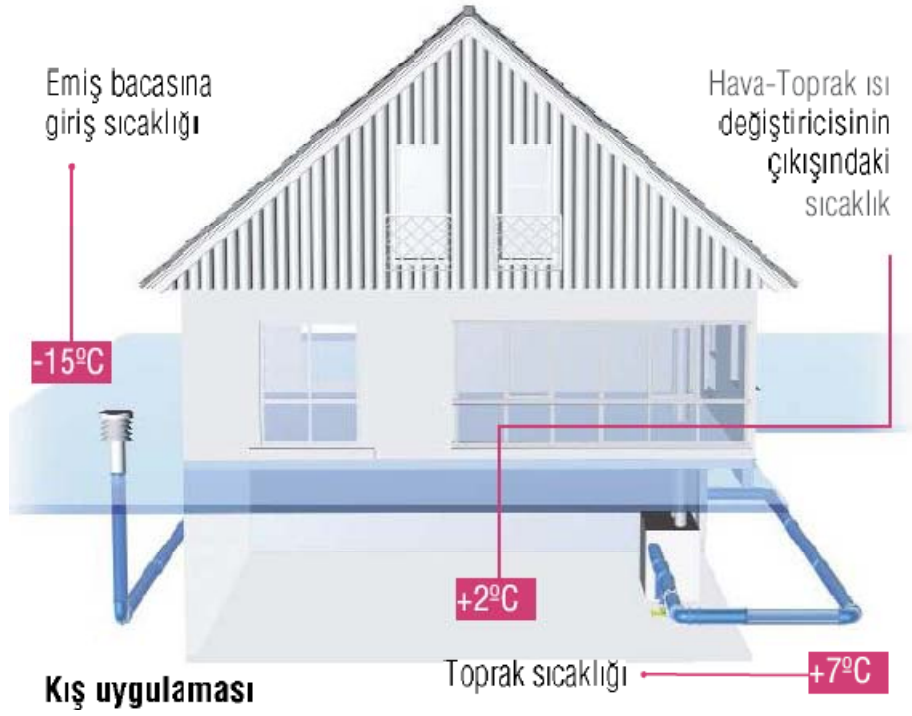
Jeotermik hava değişim sistemi olarak adlandırılan bu sistem sayesinde dış ortamdan alınan hava yer altına yerleştirilmiş olan kanallardan geçirilerek sıcaklığı toprak sıcaklığına yakın bir seviyeye getirilmektedir. Mevsimsel koşullara bağlı olarak değişken bir hava akım gücü Awadukt Thermo sistemi ile toprağın içinde dolaştırılarak ısı pompası sistemine buradan da bina içerisindeki ortama verilmektedir. Bu sayede kışın dış ortamdan soğuk olarak emilen hava iç ortama sıcak, yazın ise sıcak olarak emilen hava, ortama serin olarak gönderilecektir. Yaz uygulaması için ısı pompasına ilaveten, soğuk enerji depolama sisteminde depolanan buzun gizli ısısından yararlanılabilir. Pik yük taleplerinde bu sistem devreye girerek gerekli serin havayı sağlamaktadır.¹⁸⁸

¹⁸⁷ Coskun, C., 2008, Yeşil enerji etkin akıllı villalara yönelik özgün bir tasarım.

¹⁸⁸ Coşkun, C., Oktay, Z., Sarpdağ, Ö., Coşkunyürek, A.H., Evciman, M., 2008, Yeşil Enerji Etkin Akıllı Villalara Yönelik Özgün Bir Tasarım, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.



şema 47. Awadukt Thermo sistemi yaz uygulaması¹⁸⁹



şema 48. Awadukt Thermo sistemi kış uygulaması¹⁹⁰

¹⁸⁹ Rehau 2009 kataloğu

¹⁹⁰ Rehau 2009 kataloğu

4.9. Konutlarda ısıtma biçiminin seçimi ve kullanıcı beklentileri

Yapılar sergiledikleri enerji performansı açısından içsel ısı kazancı yüksek ve düşük yapılar olarak iki gruba ayrılmaktadırlar. Kullanıcı sayısının dolayısıyla içsel ısı kazancının yüksek olduğu okullar, ofis yapıları ve ticari yapılar, güneş kontrol tasarımları çok dikkatli yapılmalı ve iç mekânın havalandırılması dikkatle kontrol edilmelidir. Konut yapıları ise az sayıda kullanıcıya sahip oldukları için güneşten yararlanılarak ısı kazançları artırılmalı, yapı kabuğunun ısısal performansı güçlendirilerek ısı kayıpları azaltılmalıdır.

Konutların işletim sırasındaki enerji giderleri dikkate alındığında kullanılan enerjinin %80'inin ısıtma amaçlı olduğu görülür bu da özellikle ısıtma konusunda enerji etkin bir anlayışın yaygınlaşması gerektiğinin göstergesidir. Yapay ısıtma sistemleri hizmet ettikleri yapının ihtiyaç durumuna göre gün içinde ve ya mevsim değişimlerinde durdurulabilirler. İşletim sisteminin günün belirli aralıklarında durdurulması ve ya kapatılması yapı kabuğunun ısı depolama özelliğine de bağlı olarak farklı enerji sarfiyatlarına yol açmaktadır. Yapıyı ısıtma amacıyla kullanılacak sistemin işletme şekli, iklimsel konfor, yapay çevre değişkenlerine ve özellikle de yapı kabuğunun termofiziksel özelliklerine uyumlu olarak seçilmelidir. Ancak bu şekilde, yapı için en uygun işletme sistemi seçilebilir ve enerji kullanımında tasarrufa gidilebilir.¹⁹¹

4.9.1. Konutta ısıtma yüküne etki eden değerler

Konutların mekân organizasyonu kullanıcıların alışkanlıklarına göre şekillenmelidir. Isıtmaya ve ya soğutmaya ihtiyaç duyulacak mekânlar, havalandırma ihtiyacı olacak mekânlar ve ya farklı aydınlık seviyelerine ihtiyaç duyacak mekânlar kullanıcının beklentileri doğrultusunda konumlandırılmalıdır. Mimarın öncelikli görevi kullanıcının konfor koşullarını sağlayabileceği bir ortam yaratmak olmalıdır.

Biyoklimatik konfor, kişilerin içinde buldukları mekânda en az enerji harcayarak konfor koşullarını yakalaması durumu olarak tanımlanmaktadır. Enerjiyi daha etkin kullanabilmek amacıyla mimarların, iklim koşullarını dikkate alması ve iç

¹⁹¹ Soysal, S., 2008, Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketim İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

iklimsel konforu etkileyen yapay çevre değişkenlerinin bileşenlerini en uygun şekilde tasarıda yerlerini almaları gerekmektedir. İç mekânda oluşan konfor koşullarının kullanıcının beklentilerini karşılayamadığında, ısıtma havalandırma ve iklimlendirme gibi enerji tüketen sistemlerle uygun ortam şartları oluşturulmaya çalışılacaktır.¹⁹²

Isıtılacak yapının nitelik ve nicelikleri, kullanıcı sayısı ve yaşları, toplumsal ekonomik kültürel gelişmişlik düzeyleri kullanıcıların beklentilerini tanımlamak amacıyla kullanılabilir. Kullanıcının aile yapısı ve yaşam biçimi kullanıcı gereksinimleri adına önemli verilerdir. Büyük aileler daha çok mekân sayısına ihtiyaç duyarken, az bireye sahip ailelerin alan ihtiyacı daha azdır. Yaş da yaşam biçimini ve buna bağlı olarak da konut seçimini etkileyen önemli bir etkidir. Yaşlı insanların ve ya küçük çocukların bulunduğu kullanıcı tipleri için daha çabuk etkilenecek olmaları sebebiyle iklimsel konfor daha fazla önem taşımaktadır.

Konut binalarında;

- U değeri,
- Yönlenme,
- 1 m² alan birimi bazında şeffaf kabuk oranının ısıtma yüküne etkisi,
- Çok katlı konut bloklarında düşey bölgelemenin etkisi,
- Daire ölçeğinde lokal ısıtma sisteminde, ısıtılmayan dairelerin, ısıtılan dairelere ısıtma yükü etkisi, ısıtma giderleri anlamında belirgin rol oynayan faktörlerdir.

Bu değerlerin dışında kalan topografik ve iklimsel veriler, doğal çevre örtüsü, yakın çevredeki yapılaşma etkisi, yapının formu, yapının içinde yer aldığı yerleşme ünitesinin dokusu, yapı aralıkları, mekân organizasyonu ve kullanıcı profili de yapının ısı değişimlerine etki eden verilerdir.¹⁹³

4.10. Doğal arıtma

Hızlı kentleşme ve sanayileşme sonucunda insan ihtiyaçlarının karşılanmasına bağlı olarak oluşan evsel ve endüstriyel atıklar gün geçtikçe artmaktadır. Çevreye gelişigüzel dökülen katı atıklar ile nehir ve akarsulara karışmaktadır. Arıtılmadan bırakılan atık sular havayı, suyu, toprağı kirleterek insan,

¹⁹² Topay, M., Yılmaz, B., Biyoklimatik Konfora Sahip Alanların Belirlenmesinde CBS'den Yararlanma Olanakları: Muğla İli Örneği.

¹⁹³ Harputlugil, G.U., 2009, Enerji Performansı Öncelikli Mimari Tasarım Sürecinin İlk Aşamasında Kullanılabilecek Tasarıma Destek Değerlendirme Modeli, Doktora Tezi, Ankara.

hayvan ve bitki sağlığına zarar vermektedir. Gelecek nesillere daha temiz bir ortam bırakmak için bu atıkların, arıtılarak çevreye verilmesi gerekmektedir. Başlangıçta fiziksel ve kimyasal yollarla yapılan arıtım işlemi bu yöntemlerin çok maliyetli olması, fazla enerji ve teknik personele ihtiyaç duyulması, sistemlerin bakım maliyetlerinin fazla olması sebebiyle yaygınlaştıramamıştır. Çevre kirliliği ile mücadele etmek ve toplumların hayat kalitesini iyileştirmek adına maliyetli teknikler ve yöntemler yerine, doğadaki mevcut biyolojik sistemlerin kullanılabilceği düşüncesi son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır.¹⁹⁴

Bu yöntemin temelinde; bugüne kadar faydasız ya da zararlı olara nitelendirilen bazı bitkisel ve hayvansal canlıların kullanıldığı alanların oluşturulması yatmaktadır. Bu canlı biyolojik sistemlerin organik maddeleri büyük bir hızla absorbe edip, nitrat, fosfat ve ağır metalleri uzaklaştırabilme yeteneklerinin olduğu bilinmektedir. Bu canlı biyolojik sistemlerin yanı sıra, biyolojik materyallerden elde edilen bazı organik maddelerin de atık suların arıtılmasında göz ardı edilemeyecek bir etkinliğe sahip oldukları gözlenmiştir. Atık suların arıtılmasında kullanılan biyolojik sistemlerden maliyeti en düşük ve çevre dostu arıtma şekli doğal arıtmadır.

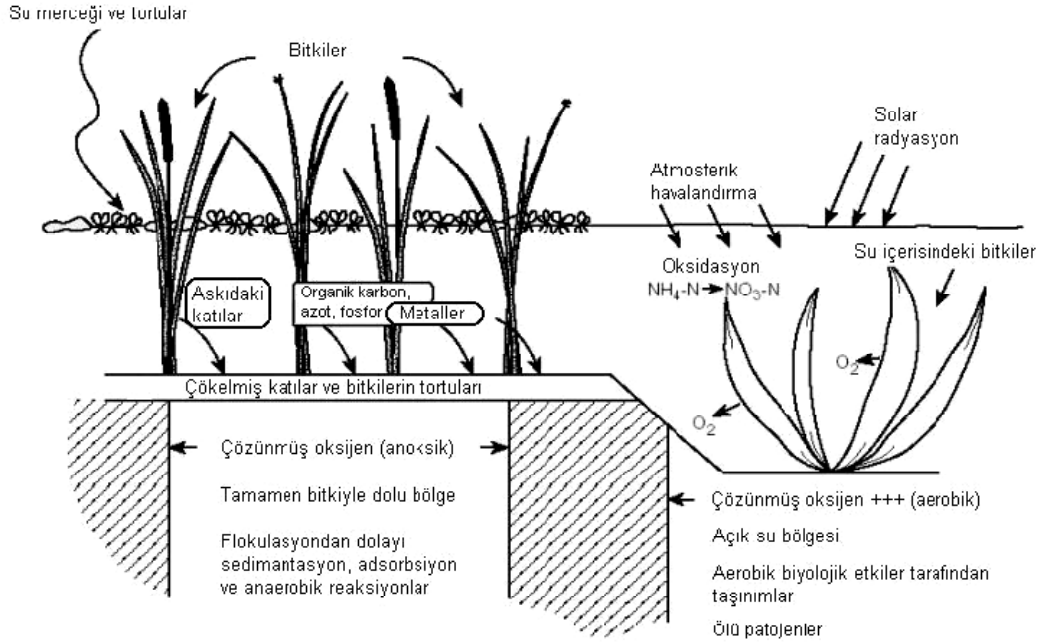
Doğal arıtma sistemleri;

- Stabilizasyon Havuzları
- Arazide Arıtma
- Yeraltında Bırakma
- Buharlaştırma Havuzu ve
- Yapay Sulak Alanlar olarak ayrılmaktadır.

Doğal arıtma sistemleri genellikle doğal yapıya fazla müdahale edilmeden oluşturulan sistemlerdir. Geniş alana ihtiyaç duymaları ve taban suyunu kirlileme ihtimalleri de bu sistemlerin dezavantajları olarak sayılabilir. Bu sakıncaları ortadan kaldırmak ve daha iyi bir arıtma elde etmek amacıyla son yıllarda yapay sulak alan sistemleri geliştirilmiştir. Yapay sulak alan arıtma sistemleri birden çok sucul canlının arıtma görevi üstlendiği, genellikle dar, uzun ve sığ havuzlardan oluşmaktadır. Çevredeki doğal malzeme kullanılarak ihtiyaç büyüklüğünde hazırlanan havuzlarda atık suyun filtre edilmesi, yetiştirilen sulak alan bitkileri ve filtre ortamındaki mikroorganizmalarla suyun arıtılması esasına dayanan bu sistem,

¹⁹⁴ Akten, M., Akten, S., 2008, Kentsel Atıksu Yönetimi ve Atıksuların Yeniden Kazanımında Yapay Sulak Alanların Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri, TMMOB, 2. Su Politikaları Kongresi.

doğal yapının küçük bir taklidi niteliğindedir. Bu yöntemin küçük yerleşim birimlerinden, büyük şehirlere hatta endüstriyel atık suların arıtılmasına kadar birçok uygulama alanı vardır.¹⁹⁵



Şema 49. Yapay sulak alanda gerçekleşen arıtım mekanizması¹⁹⁶

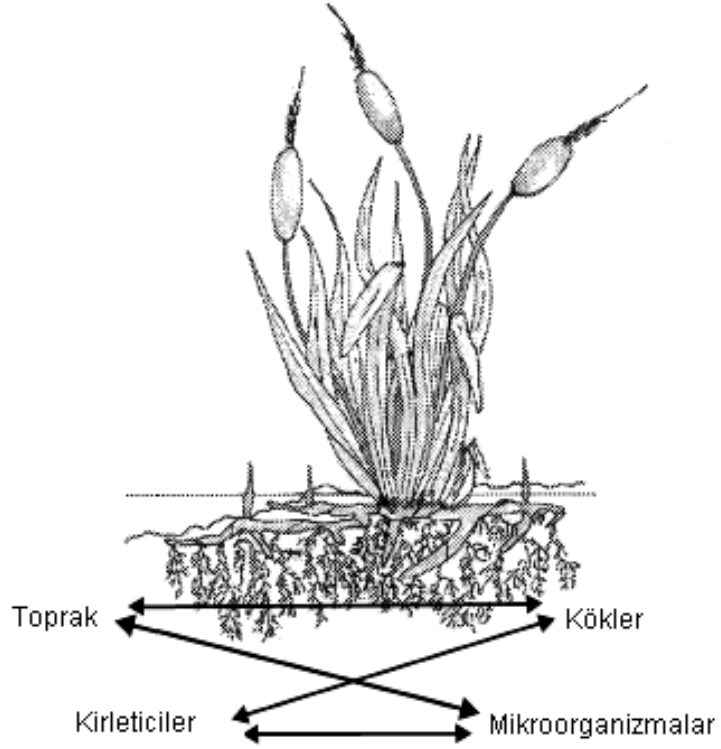
Konvansiyonel arıtım sistemleri ile yapay sulak alanların karşılaştırılmasında, yapay sulak alanların şu avantajları olduğu ortaya çıkmaktadır;

- Yapay sulak alanların inşası diğer arıtma alternatiflerinden daha ekonomiktir.
- İşletme ve bakım maliyeti daha azdır.
- Debideki değişimlerin tolere edilebilmesi imkânı bulunmaktadır.
- Besin tutma kapasitesi yüksektir.
- Çamur üretiminin yok denecek kadar az olduğu bilinmektedir.
- Aktif çamur için çok seyreltik olan atık sular, yapay sulak alanlarda arıtılabilmektedir.
- Suyun tekrar kullanımını ve dönüşümünü kolaylaştırmaktadır.
- Birçok sulak alan organizması için yaşam alanı oluşturmaktadır.
- Doğal manzara ile uyum içinde inşa edilebilmeleri mümkündür.

¹⁹⁵ Akten, M., Akten, S., 2008, Kentsel Atıksu Yönetimi ve Atıksuların Yeniden Kazanımında Yapay Sulak Alanların Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri, TMMOB, 2. Su Politikaları Kongresi.

¹⁹⁶ Çiftçi, H., Kaplan, Ş.Ş., Köseoğlu, H., Karakaya, E., Kitiş, M., 2007, Yapay Sulak Alanlarda Atıksu Arıtımı ve Ekolojik Yaşam, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.

- Yabani hayat için yaşama alanı oluşturması ve açık alanları daha estetik bir hale getirmesi gibi faydaları bulunmaktadır.



Şema 50. Yapay sulak alanda bitki kök bölgesinde oluşan etkileşimler¹⁹⁷

Arıtma amacının yanı sıra, uygun koşullar altında yapay sulak alanlar;

- Su kalitesinin artırılması,
- Rekreasyon amaçlı kullanım,
- Besinlerin dönüşümü,
- Balık ve vahşi yaşam için ortam oluşturma,
- Pasif dinlenme (kuş gözlemi, fotoğrafçılık vs.),
- Aktif dinlenme (avlanma vs.),
- Eğitim ve araştırma gibi fonksiyonları da sağlayabilmektedirler.

¹⁹⁷ Çiftçi, H., Kaplan, Ş.Ş., Köseoğlu, H., Karakaya, E., Kitiş, M., 2007, Yapay Sulak Alanlarda Atıksu Arıtımı ve Ekolojik Yaşam, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.

5. SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPI TASARIM, ÜRETİM VE İŞLETİMİNDE MALİYET PARAMETRELERİ

5.1. Ekonomik Yapılabilirlik Çalışmaları Kapsamında Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımının Maliyete Etkisi

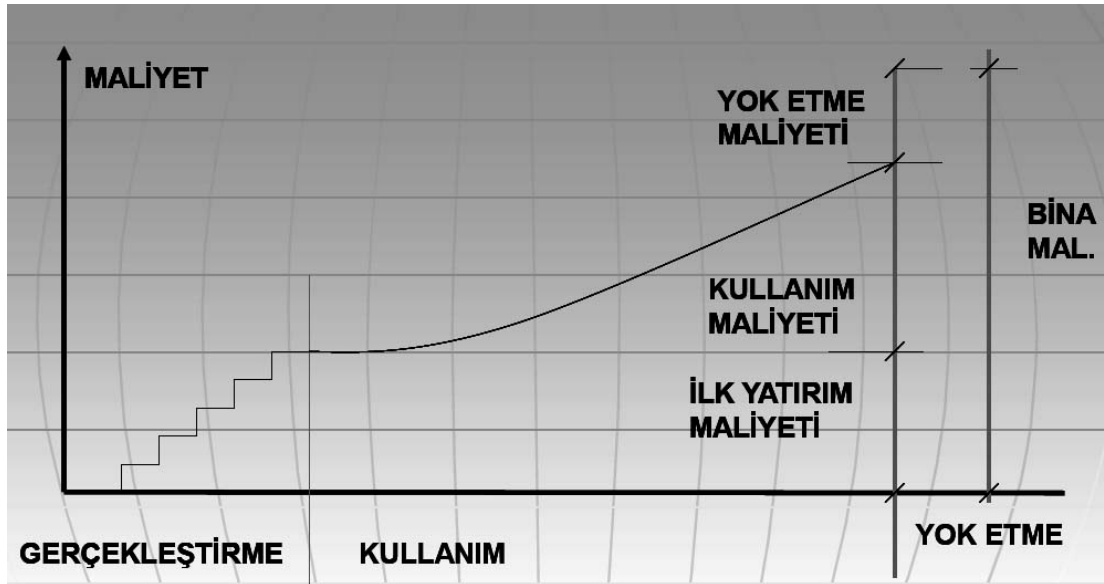
Dünyadaki bugün kullandığımız enerji kaynaklarından kömür, petrol, doğalgaz gibi sınırlı olanlarının elli yıl içinde büyük oranda tükeneceği gerçeği bilinmektedir. Bu durumda çözüm yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmaktır. Bir yanda da günümüzde kullanılan sınırlı enerji kaynaklarını kullanan sistemleri, bu yeni kaynakları kullanır hale çevirerek; enerji sarfiyatını minimuma indirme imkânı bulunmaktadır. Mevcut yapıların kendi enerjilerini korumaları, ısınma-soğutma için sarf edilen enerjiyi azaltmaları, üretebiliyorlarsa bir kısım enerjilerini üretmeleri, doğaya zarar vermeden; kullanıcılarına üst düzey konfor koşulları sağlamaları günümüzde bir çağdaşlık ölçütü olarak ele alınmaktadır. Ancak bu yöntem çevreye dost ifadesinin yanında, aynı zamanda ekonomik boyutta bir anlam da ifade etmektedir. İlk yatırım maliyeti yönünden yapının her türlü ısı ve nem yalıtımlarının yapılması, güneş enerjisini kullanımına ve ya istenmeyen etkilerini azaltmaya yönelik düzeneklerin sağlanması gibi temel ekolojik yaklaşımların uygulanması maalesef ki bazı yatırımcılar tarafından bu sistemlerin tercih edilmeme sebebi olmaktadır.

Yapılarda kullanılan enerjinin yanı sıra, ülke çapında kullanılan enerji açısından düşündüğümüzde ise örneğin Türkiye'nin her yıl enerjiye harcadığı miktar bugün için 50 milyar dolar civarındadır. Ülkemiz günümüzde kullanmayı tercih ettiği bazı sınırlı enerji kaynakları sebebiyle başka ülkelere bağımlı bir politika sürdürmektedir. 2020 yılında ülkemizin yıllık enerjiye harcadığı miktar bugünün gelişim seyri ile 150–180 milyar doları bulacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu miktarın ülkemizin alternatif enerji kaynaklarını kullanma imkânı olduğu için, dış ülkelere bağımlı kalarak arttırılması yerine; azaltılması ülkemizin kalkınması ve ekonomisine fayda sağlaması anlamına gelmektedir.

Kişinin ihtiyacı olan konfor koşullarını sağlayan yapılara olan talep günümüzde artarken, ekolojik yapım prensipleri yaygınlaşmakta ve uygulamaların maliyet boyutları erişilebilir seviyelere gelmektedir. Daha 10 yıl öncesine kadar ekolojik yapım tekniklerinin yapı inşasında kullanımı, toplam inşaat bütçesine %

20'ye yakın ek maliyet getirmekteyken; günümüzde bu oran % 1- 9 oranlarına düşmüştür. Bu farkın en önemli nedenleri arasında, yükselen enerji maliyetleri ve ekolojik yapıların işletme verimliliğinin geliştirilmesi yer almaktadır.

Alışıl gelmiş sistemlere göre ekolojik binaların ilk yatırım maliyetleri biraz daha yüksek olsa da, zaman içinde işletim bütçesine katkıları ve çevreye dost tavırlarıyla uygun bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadırlar. Ekolojik binalarla geleneksel binalar arasındaki maliyet farkının gün geçtikçe azalması, ekolojik binaların devrinin yaklaştığının bir işaretçisidir. Ekolojik malzeme pazarının genişlemesi, bu alanda bilgi ve deneyim sahibi, eğitilmiş tasarımcıların sayısının artması ve ekolojik yapılar üzerine uzmanlaşan yatırımcı ve müteahhit sayısının artmasıyla ekolojik yapıların maliyetleri düşmekte, gün geçtikçe uygulamaları yaygınlaşmaktadır. ABD'de 'ekolojik yapı malzemeleri' pazarında, Amerikan Ekolojik Yapılar Konseyi (USGBC) verilerine göre 7 milyar dolar ile 2008 yılına göre 2009 yılında yakalanan % 37'lik bir büyüme olmuştur. Sektörün büyümesi ve konuda uzmanlık sahibi kişilerin sayılarının artmasıyla birlikte düşük enerjili yapıların maliyetleri de düşmeye başlamıştır.



Grafik 3. Bir yapının toplam maliyetine etki eden dönemler ¹⁹⁸

¹⁹⁸ Taş, E., Yapının Maliyeti Etkileyen Faktörler.

Ekolojik yaklaşım ile yapı tasarlamının temel felsefesi; uygun tasarım kriterlerini bir araya getirerek olabildiğince enerjiden tasarruf sağlamak ve doğaya zarar vermeden sürdürülebilir bir yaşama ortamı sağlamaktır. Bu sebeple ekolojik bir yapı tasarlarırken, tasarım elemanları birbirleriyle bütünleştirilerek kullanılmalıdır. Örneğin yapıda konfor koşullarını yaz ve kış mevsimlerinde en üst düzeyde sağlamak adına düşük enerji mimarisinde ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerine yapılan yatırım; yatırım maliyeti olarak göze ilk aşamada fazla gelebilir. Çünkü alıştığımız mimari tasarım ve mekanik çözümlerde, ısıtma genellikle sınırlı kaynaklar esas alınarak kurulan bir sistemle, soğutma ise genellikle elektrik enerjisinin kullanıldığı klima sistemleri ile çözülmektedir. Bu çözümler mimari tasarıma herhangi bir payda sağlamamakla birlikte sınırlı olan ve yapı işletmesinde artı maliyet getiren kaynakları kullanarak gelecek kuşakların doğal servetinden çalmaktadır.

Oysaki düşük enerji mimarlığı çerçevesinde yapıya yapılan ilk yatırım maliyetinin toplam bütçeye yayılarak düşürülmesi olasıdır. Mesela, yağmur suyunu kullanarak geliştirilen sulama sistemini kullanmak, peyzaj tasarımında yine ekolojik yaklaşımları ilke edinmek ve uygun maliyetli bitkiler seçmek ilk aşamada toplam yapı bütçesinde bazı maliyetleri azaltabilecek birkaç kalemdir.

İşletme giderleri açısından bakıldığında ise, bir binada inşaat maliyetini artırıcı unsurlar olarak görülen birinci sınıf giydirme cephe ve ekstra izolasyonun, kullanım sırasında kışın sıcak havayı içeride tutması, yazın da güneş ışınlarını yansıtması nedeniyle, daha küçük bir ısıtma ve soğutma sistemi kullanmaya olanak tanınması örnek olarak gösterilebilir. Binanın ömrü boyunca kullanım maliyetleri hesaplandığında, enerji tasarrufunun yanı sıra işletme giderlerinin de düşeceği görülebilmektedir.

İstanbul'un ilk 'yeşil' gökdeleni İstanbul Sapphire'dir. Yapının 10 bodrum katı ve zemin üzerinde 51 katı bulunmaktadır. Toplam 182.000 m² alana sahip olan Sapphire, 35.000 m² alışveriş merkezi ve toplam 22 farklı tipte 174 adet konut bulunmaktadır. 261 m² yüksekliği ile aynı zamanda Türkiye'nin en yüksek yapısı ünvanına sahip olan Sapphire'in toplam proje bedeli 250 milyon doları bulmuştur. Yapının camlarında özel geliştirilen mantolama sistemi sayesinde ısıtma ve soğutma enerjilerinin sarfiyatından %25 oranında tasarruf sağlanması planlanmaktadır.

Dışarıdan sağlanan havanın yapı içinde kullanılması hedeflenen cephede birbirinden bağımsız iki kabuk kullanılarak, olumsuz hava koşullarının ve dış ortamdaki gürültünün iç mekânda hissedilmemesi sağlanmıştır. Sunulan konfor koşulları İstanbul Sapphire'e aynı zamanda bir prestij değeri katmaktadır.

Ekolojik yapı uygulamalarına başka bir yönden bakıldığında; enerji etkin yapıları kiralayanların ve kullananların da sağladığı faydalar ortaya çıkmaktadır. Şirketler, hem işletme maliyeti daha düşük olan yapıları kiralamayı tercih ederek, hem doğrudan bütçelerine katkı sağlamakta hem de dolaylı yoldan; çalışanlarına baş ağrıları ve solunum yolu hastalıklarına neden olan sağlığa zararlı yapı malzemelerini içermeyen ekolojik yapılarda sağlıklı bir çalışma ortamı sağlayarak, çalışma verimliliğinin, arttırmaktadır. Amerikan Çevre Koruma Ajansı tarafından yapılan bir araştırma, sağlıksız binaların neden olduğu hastalıklar ve verim kaybı nedeniyle meydana gelen işgücü kaybının maliyetinin yılda 180 milyar doları bulunduğunu ortaya çıktığı verisine göre sağlıklı yapıların kullanımının bu anlamda da faydalı olduğu kanıtlanmaktadır.

Öyle ki, 1970'lerde hizmete açılmasının üstünden henüz beş yıl geçmeden 'sağlıksız bina' olarak ün yapan Texas Üniversitesi Hemşirelik Okulu, 2004 yılında 42 milyon dolarlık yatırımla, ekolojik bina prensipleriyle yeniden inşa edilmiştir. Yaklaşık 18 bin metrekarelik alanıyla 8 katlı olan bina ülkenin en büyük ekolojik binalarından biri olurken, geleneksel metotlarla yapılmış bir projeye göre sadece % 4 daha pahalıya mal olduğu ortaya konmuştur. İlk yatırım maliyetine gelen ek %4 oranındaki maliyetin yanı sıra yapı yıllık enerji harcamasında dengi bir yapıya oranla %65 oranında tasarruf sağlayarak; farkını kanıtlamıştır. İnsanlara severek geleceklere ve içinde isteyerek çalışacakları bir çalışma ortamı sunmak ise bir işveren için bir prestij göstergesidir.

Ekolojik binaların tercih edilmesinin bir diğer nedeni de sürdürülebilirlik kriterlerinin etkin olması nedeniyle finansal kiralamaya uygunluklarıdır. Bu eğilimin devam etmesi durumunda, sürdürülebilir binalar alışıl gelmiş binalara oranla daha çabuk ve daha yüksek fiyatlara kiralanabilecek seviyeye gelecektir. Ayrıca 20 yıllık bir binaya metrekaresi 15 dolardan yerleşip, ek olarak elektrik giderlerine 5 dolar ödemek yerine, ekolojik bir binanın metrekaresine 16 dolar ödeyip elektrik giderleri için 1 dolar ödemek her şirket yönetimine daha mantıklı gelmektedir.

Tüm bu bahsedilen yeşil binaların olumlu özelliklerinin gerçek hayattaki uygulama projelerine aktarılabilmesi için şüphesiz ki teşvikte bulunulması gerekmektedir. Düşük enerji prensipli, doğaya dost, sürdürülebilir kaynaklı yapıların mal sahipleri tarafından talep edilmesi, mimarlar tarafından tasarlanması ve yükleniciler tarafından uygulanabilmesi için; hükümetlerin vergi ve kredi teşviklerinde bulunması uygulanabilecek en etkili yöntem olacaktır.

5.2. Enerji Korunumu, İklimsel Konfor ve İnşaat Maliyetleri Açısından Uygun Bina Kabuğunun Seçilmesi

Bir yapının ısıtma ve soğutulması için harcanan enerji maliyetlerinin düşürülmesi; seçilen ısıtma ve soğutma sistemlerinin türüne ve iç mekândaki iklimsel konfor koşullarını minimum enerji ile kontrol altına alabilen uygun seçilmiş bir bina kabuğu ile gerçekleştirilebilir. Ancak yapı için seçilecek olan uygun bina kabuğu; henüz tasarım aşamasında yapılacak hesaplamalar ile ortaya konur ve hesaplamalar sonucunda yapının ısıtma ve soğutulması için harcanacak enerji maliyetleri ortaya konur. Bu hesaplama yöntemi ile hem yapının hangi ısıtma sistemini kullandığında daha verimli ve ekonomik çalışacağı kontrol altına alınabilirken hem de hangi tür bina kabuğu ile verimli ve ekonomik performans sağlayacağı henüz tasarım aşamasında kontrol altına alınır. Tasarım aşamasında hesaplamalar aracılığıyla sağlanan maliyet kontrolü ile iklimsel konfor koşullarını minimum ısı kaybı ile sağlayan bina kabuğu-ısıtma-soğutma sistemlerinin işletme biçimi seçenekleri arasından uygun bina kabuğu ve ısıtma-soğutma sistemini seçmek mümkün olacaktır. Bu şekilde hem uygulama aşamasında yüklenicilerin hem de kullanım aşamasında kullanıcıların sınırlı olan ve yenilenebilir kaynakları ülke ve kendi menfaatlerinin yararına kullanmaları imkânlı olacaktır.

Yapının kabuğu seçilirken hem kabuk altındaki iç mekân etkinliği hem de yapının bulunduğu dış çevrenin etkileri önem kazanmaktadır. İç mekânda istenen ısıtma, soğutma, havalandırma sistemleri aynı zamanda gerekli olan aydınlık durumu bina kabuğunun özellikleri için tanımlayıcı noktalardır. Mesela sıcak-kuru bir iklim bölgesinde, bina kabuğunun zaman geciktirmesinden faydalanmak amacıyla termal kütlesi yüksek olan malzemeler tercih edilmelidir. Böylece bina kabuğunda gerçekleşen ısı transferi yavaşlayarak dış hava sıcaklığının etkisi azalır ve binalarda gün içinde serin mekânlar elde edilir. Diğer yandan dış yüzeyde çok yüksek yüzey

sıcaklığına sahip bu termal kütle gece boyunca hızla radyasyon yoluyla ısıtma enerjisi kaybedecek ve ertesi gün yeniden daha serin bir seviyeden ısı kazanmaya başlayacaktır.

İşlevleri, en basit şekliyle iç ve dış mekân arasında bir sınır oluşturarak insanları doğanın etkilerinden korumak olan cepheler, insan gelişimi ve teknolojik gelişmelerden en çok etkilenen öğelerdir. Strüktürel bir bütün içinde bir araya getirilmiş mekânlara kabuk oluşturmanın yollarından biri de giydirme cephe sistemi uygulamalarıdır. Mimarlık tarihi için etkileri her zaman açıkça görülen II. Dünya Savaşı, giydirme cephelerin gelişimine de katkıda bulunmuştur. Hızlı yapılaşma için prefabrikasyonun yayılması, birbirine eş boyuttaki bileşenlerden oluşan giydirme cephe teknolojisinin de gelişmesine neden olmuştur. 1970 sonrasında çıkan enerji krizi sonrası, Batılı ülkeler enerji korunumu sağlayan, az enerji sarfiyatı yapan yapılar üretmeye başlamıştır. Bu çabalar sonucu fosil yakıtların kullanımı azalmaya başlamış; güneş, su ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmıştır. Ayrıca bina dış kabuğunda çift cam, yalıtımlı duvar ve yalıtımlı çatı gibi bazı tedbirler alınarak daha az enerji harcayarak yapı içindeki konfor koşullarının sağlanması çalışmaları yapılmıştır.

1990'lı yıllarda akıllı cepheler yapı dünyasına katılmıştır. Kendi enerjisini üretebilen, havalandırmayı, ısıtmayı ve soğutmayı sağlayabilen yapılarda akıllı cepheler kullanılmıştır. 19. yüzyılda sera yapılarında kullanılmaya başlanan cam ve çeliğin oluşturduğu giydirme cepheler; günümüzde yönetim merkezi yapıları, çok katlı iş merkezleri, ofisler, alışveriş merkezleri, gar yapıları, havaalanı-terminal binaları, oteller ve fuar binaları gibi birçok insanın aynı anda bulunduğu büyük yapıların, dış kabuğunun oluşturulmasında kullanılmakta ve adeta bir prestij göstergesi sayılmaktadır.

20. yüzyılın sonlarında, giydirme cephe teknolojisindeki gelişmeler ve 21. yüzyıldaki beklentiler sonucu giydirme cepheler artık yalnız iç ve dış mekanları ayıran, rüzgar ve kendi yükü dışında yük taşımayan hafif cephe sistemleri olma özelliklerinin yanı sıra iç konforu düzenleyen iç mekanı gerektiğinde ısıtan gerektiğinde soğutan ihtiyaç duyulduğunda havalandıran akıllı cephe sistemlerine yerlerini bırakmaya başlamışlardır.¹⁹⁹

¹⁹⁹ Akyürek, Y., 2003, Yetenekli Camlar ve Akıllı Çözümler, Dizayn Konstrüksiyon, sayı:216

Bina kabuğu seçiminde etkili olan dış çevre değişkenleri şöyle sıralanmaktadır.

5.2.1. Binanın Yeri

Binanın yeri; bulunduğu arazinin eğimi, konumu, bitki örtüsü ve baktığı yönün özelliklerine etki ederek; yapının çeşitli mekânlarındaki iklim kontrolünde etkin bir tasarım parametresidir. Seçilecek olan yapı kabuğu, binanın yeri ve binanın yeri dolayısıyla değişen faktörler vasıtasıyla değişkenlik gösterir. Çok sıcak ve ya çok soğuk bölgelerde dış ortamın olumsuz koşullarını iç ortama yansıtmakta geciktiren bir kabuk seçimi hem kullanıcı konforunu yardımcı sistem gerektirmeden ve ya yardımcı sistemlerin kullanımı azaltarak sağlayacak hem de uygun konfor koşulları sağlanırken ekonomik maliyetler çerçevesinde kalınacaktır. Bu sebeple tasarım aşamasında yapının yerine, iklim şartlarına uygun yapı kabuğunun tasarlanması işletim maliyetleri adına önemli bir parametredir.

5.2.2. Binanın Diğer Binalara Göre Konumu

Binayı etkileyen dış iklim elemanlarından güneş ışınımının etkisi ve hava hareketinin hızı çevre binaların ve ya diğer engellerin ele alınan binadan uzaklığına, yüksekliğine ve bu binaya göre konumlandırılış durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Güneş ışınımından maksimum yararlanılmak istendiğinde, bina aralıkları komşu binaların ve diğer engellerin en uzun gölge boyuna eşit ya da bundan büyük olmalıdır. Ancak güneşin yakıcı etkisinden korunmak istenen iklimlerde yerleşim dokusu oldukça sıkışıktır. Aynı zamanda yapı kabuğu gerekli olan noktalarda geçirgenlik göstererek gün ışığını içeri aldığı gibi gerekli durumlarda mahremiyeti sağlamak adına geçirimsiz olarak tercih edilir. Gerekli mahremiyeti sağlamak adına tasarlanan yapı kabuğu artı tedbirler almaya gerek bırakmaz böylece ekonomik açıdan fayda sağlanmış olur. Ancak istenen mahremiyet düzeyini sağlamayan bir yapı kabuğu, birbirine yakın olarak konumlanan yapılarda; fazladan tedbirler alınması sebep olur.

5.2.3. Binanın boyutları ve biçim faktörü

Hacmin yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, hacmi çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanını belirleyen değişkenlerdir. Kabuk iç yüzey sıcaklığı diğer yüzeylerin sıcaklığından farklı olduğu için, kabuk alanının

değişimi, ortalama ışımsal sıcaklığın, kabuk elemanından geçen ısı miktarının ve dolayısıyla iç hava sıcaklığının değişimine yol açar. Bu sebeple yapımızın boyutlarına uygun bir kabuk seçilmelidir. Aynı şekilde hem işlevsel yönden hem de ekonomik açıdan seçilen kabuğun kullanıcı ve yükleniciyi tatmin etmesi gerekmektedir. Birim fiyatı çok yüksek olan bir kabuk tasarımı; belki iç mekânda en uygun konfor koşullarını sağlayacaktır ancak yapıya getirdiği ek maliyetler sebebiyle alıcı bulamayacaktır.

	DIŞ KABUK ALANI(M2)	DÖŞEME ALANI(M2)	DIŞ KABUK ALANI/DÖŞEME ALANI	MALİYET KATSAYISI
PLAN A	180	225	0,8	1
PLAN B	222	225	0,99	1,24
PLAN C	252	225	1,12	1,4

Tablo 20. Bina Kabuğu- Maliyet oranı ²⁰⁰

Dolayısıyla yapının amacına ve fiziksel ölçülerine uygun bir yapı kabuğu seçilmesi ancak aynı zamanda da seçilen kabuğun yapının hitap edeceği bütçeye uygun olması tasarımcıyı daha gerçekçi tercihlere götürecektir.

5.2.4. Binanın yönlendiriliş durumu

Binayı çevreleyen kabuk elemanlarından güneş ışımasını aracılığı ile kazanılan ısı miktarı, iklimsel konforu etkileyen iç hava sıcaklığı ve ortalama ışımsal sıcaklık gibi çevresel değişkenlerin değerlerinin değişiminde rol oynayan önemli etkenlerden biridir. Buna göre, farklı yönlere bakan yüzeyleri etkileyen güneş ışımasını şiddeti de farklı olacaktır. Bu sebeple, yapı içi hacimlerin güneş ışımsalından kazandığı ısı miktarı bina dış kabuğunun baktığı yönün bir fonksiyonudur. Yapının cephelerinde güneşten ışımsal miktarı tasarım aşamasında hesaplanmalı ve iç mekân fonksiyonları ile örtüşecek olan cephe karakteri oluşturulmalıdır. Gerekli alanlarda saydamlık ve gerekli alanlarda opaklık sağlanarak iç mekânda iklimsel etkiler sebebiyle gerekli olacak fazladan ısıtma ve soğutma, aynı zamanda havalandırma maliyetlerinin önüne

²⁰⁰ Taş, E., Yapının Maliyeti Etkileyen Faktörler'den geliştirilerek

geçilmelidir. Bu tasarım girdisiyle hem fonksiyonel mekânlar üretilecek hem de yüklenici ve kullanıcıların bütçelerine katkı sağlanacaktır.

5.2.5. Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri ısıtma sisteminin etkisiyle kabuğun opak ve saydam bileşenlerinden geçen ısı miktarında etkili olurlar. Dışarıdan içeri etki eden hava sıcaklığı, iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarının değişimlerinde etkili olur. İç mekân iklimsel koşulları ve iklimlendirme yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla bina kabuğu iç mekânın sıcaklık dengesinin korunmasında önemli bir rol oynar denilebilir.

Opak ve saydam bileşenlerden oluşan kabuk elemanlarının ısı geçirimsizliği derecesi, iç mekânın mevcut ısısının korunmasında aynı zamanda iç mekânda istenen iklimlendirmenin sağlanması için harcanacak enerji miktarında etkiye sahiptir. Yapı kabuğunun geçirimsizliğini etkileyen optik ve termofiziksel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayısı
- Opak bileşenlerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü
- Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı yutuculuk geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları
- Saydamlık oranı

Yapının ihtiyacı olan ısıtma, soğutma ve havalandırma etkinliklerini kendi bünyesinde karşılayabilen ve ya olabildiğince az enerji ile sağlayan bir cephe malzemesi, gelecek kuşakların sınırlı kaynaklarına zarar vermez ve doğaya dost bir tutum gösterir.

5.2.6. Yapıya Önerilen Uygun Kabuk ve İklimlendirme Biçimi Seçeneklerinin, Yaşam Dönemi Maliyetlerinin Hesaplanması

Yapının proje ve üretim sürecini de içine alan, ilk yatırım maliyetleri ve işletme enerjisi maliyetleri göz önünde tutularak yapılan bir ekonomik değerlendirme, yapıda tercih edilecek olan, beklentileri karşılayan en ekonomik bina kabuğu ve ısıtma sistemi işletme biçiminin belirlenmesini sağlayacaktır. Yaşam

dönemi maliyeti yaklaşımının hesaplanmasında, uygulamada kullanılan kabuk alternatiflerinin ilk yatırım maliyetleri ve kullanılacak enerji maliyetlerinin finansal değerlerinde zaman bakımından oluşan farkları ortadan kaldırmak ve bu değerleri eşdeğer hale getirmek için, eşdeğerlik kavramına dayalı yöntemlerden, bugünkü değer yöntemi ve gelecekteki değer yöntemi kullanılacaktır.

Binalarda ısıtma ekonomisi sadece kullanım aşamasında alınacak önlemlerle değil, tasarım aşamasında alınacak kararlar yardımıyla da sağlanabilir. Binanın ömrü boyunca ısıtma ekonomisi yapılabilmesi için, binanın ısı kaybı miktarının belirlenmesinde rol oynayan en önemli tasarım parametresi olan bina kabuğu, ısı performansını etkileyen termofiziksel özellikleri ve ısıtma sisteminin işletme biçiminin yanı sıra, ilk yatırım ve işletme maliyetlerine de bağlı olarak değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme sonucunda, binanın ömrü boyunca ısıtma ekonomisi sağlayacak bina kabuğu-işletme biçimi seçeneği belirlenebilecektir.

Maliyetlerin ve enerji harcamalarının kontrolü, sadece işletme biçimlerinin bina fonksiyonuna göre seçimi ile değil, bina kabuğunun da işletme biçimi ile birlikte doğru bir şekilde seçimi ile olanaklıdır. Isıtma enerjisi ekonomisi için, iklimsel konfor şartlarını minimum ısı kaybı ile sağlayan kabuk-işletme biçimi seçeneği her zaman en ekonomik seçenek olmayabilir. Bu nedenle, ilk yatırım maliyetleriyle birlikte işletme maliyetlerinin de göz önünde tutularak bir yaşam dönemi maliyeti hesaplaması gerekmektedir. Minimum yaşam dönemi maliyeti ile konfor şartlarını sağlayabilen bina kabuğu-işletme biçimi en ekonomik seçenektir. Tasarımı ve uygulaması yükleniciler tarafından bitirilmiş bir binada, kullanıcılar ile yüklenicilerin aynı kişiler olmaması durumunda, binanın sadece kullanım maliyetleri göz önünde bulundurularak bir tercih yapılacaksa, mevcut bina kabuğu ile minimum ısı kaybını ve dolayısıyla minimum yakıt sarfiyatını sağlayan ısıtma sistemi işletme biçimi seçilmelidir.

Enerji bakımından diğer ülkelere bağımlı hale gelen ülkemizde tüketilen enerjinin büyük bir bölümü binaların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Enerjiyi daha etkin kullanabilmek için mimarların, her türlü dış iklim koşulunda binaların yeterliliklerini değerlendirerek iklimsel konforu etkileyen yapma çevre değişkenlerinin bileşimlerini optimize etmeleri gerekmektedir. Ayrıca enerjiye ilişkin tüm değişkenler de ekonomik olarak değerlendirilmelidir.

	Yalıtımsız	Orta yalıtımlı	İyi yalıtımlı	
	6mm. Kalınlıkta renksiz cam(tekcam)	6+12+6mm.hava boşluklu renksiz çift cam ünitesi	6+12+6mm.Low-E kaplanmış hava boşluklu renksiz çift cam ünitesi	6+12+6mm.Low-E kaplanmış Argon gazlı renksiz çift cam ünitesi
Isıl geçirgenlik katsayısı U(w/M2K)	5,7	2,8	1,7	1,3
Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı Q (kcal)	52502	25791	15659	11974
Aylık yakıt tüketimi Lt	7,29	3,58	2,17	1,66
Yakıt tasarruf oranı %	.	51%	71%	78%
Aylık yakıt maliyeti dolar/m2	1,92	0,94	0,57	0,44
Birim cam maliyeti dolar/m2	40	65	69	73

Tablo 21. Cam Tiplerinin, Isıtma Enerjisi, Yakıt Gideri ve Cam Maliyeti Oranları ²⁰¹

Örnek binada konfor sıcaklığını sağlayabilen bina kabuğu-ısıtma sisteminin işletme biçimi seçenekleri, minimum enerji harcaması kriteri esas alınarak belirlenmiş ve bu seçenekler arasından, minimum yaşam dönemi maliyetini sağlayan seçenekler en uygun seçenekler olarak tespit edilmiştir. İşletme biçimlerinin tespiti doğrudan binanın fonksiyonu ile ilgilidir. Kabul edilmiş standart işletme biçimleri (10 saat, 14 saat, 24 saat) her bina türü ve her iklim bölgesi için çözüm getirmeyip, gereksiz enerji harcamalarına ve dolayısıyla maliyet artışlarına sebep olmaktadır. İşletme biçiminin seçiminde, sistemin günün hangi zaman diliminde çalıştırılacağı da ısı kayıplarının kontrolü açısından önemlidir. Aynı sürede fakat gün içinde farklı saatlerde çalıştırılmış ısıtma sistemleri farklı ısı kaybı değerleri sağlamaktadır.

²⁰¹ Savaşır, K., Beğec, H., Giydirme Cephelerde Kullanılan Camların Isı Yalıtımı ve Maliyet Açısından Performanslarının Karşılaştırılması

5.3. Ekolojik Yapı Kullanım Süreci ve Yatırımın Geri Dönüş Sistemi

Bazı büyük konut projeleri, ofis binaları, alışveriş merkezleri ve endüstri yapılarının talep ve tasarım süreçlerinde ekoloji ve sürdürülebilirliğin önemi anlaşılmaya başlanmıştır. ABD'de yapılan araştırmalara göre ekolojik kurallara uygun, enerji etkin prensiplerle inşa edilen yapılar, kullanım süreleri boyunca %9'a varan ölçüde tasarruf sağlanmaktadır. Yapıların değeri 'ekolojik, yeşil bina, enerji etkin, düşük enerji mimarlığı' kavramlarıyla tanınması üzerine %7.5 artmaktadır. Yatırımın geri dönüşü sıradan bir yapıya oranla ekolojik yapılarda kullanım süreci boyunca %6.6 hızlanmaktadır. Aynı zamanda yapının sahip olduğu prestij değeri ve kiralanması durumunda şirket çalışanlarının sağlıklı bir ortamda bulunacakları sebebiyle kira değerinde sıradan bir yapıya oranla %3'e varan bir artış sağlanmaktadır. Ekolojik yapılarda, beklenen konfor koşullarında gün içinde çalışan kişilerin iş verimliliği %2 ile 16 arasında artış gösterdiği bilinmektedir, böylece işverenler ve yatırımcılar ekolojik ofis yapılarını bir motivasyon elemanı olarak ele almaktadırlar.

ABD'de 2010 yılında uygulamaya başlanan yapıların yüzde 10'unun ekolojik olmasının beklendiğini bilinmektedir. ABD'de halen toplam değerleri 12 milyar dolar olan ekolojik binaların 2010'da 60 milyar dolar büyüklüğünde sermayeye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin kullandığı enerjinin yüzde 72'inin ithalata dayalı olduğunu daha önce belirtmiştik. Ülkemizdeki toplam enerji sarfiyatının yüzde 31'inin yapılarda tüketiliyor olması, yapılarda kullanılan enerjinin de yüzde 15'inin aydınlatma, yüzde 85'inin de ısıtma ve soğutma için kullanıldığı bilinmektedir. Ekolojik yapılarda ise, tasarlanan sistem elemanları ve tasarım kriterleri ile enerji kullanımını % 24 ile 50 arasında azalmaktadır. Karbon salınımı %33 ile 39 arasında azalmakta ve su kullanımından çeşitli sistemler aracılığıyla %40 oranında tasarruf sağlanmaktadır. Günümüzün enerji konusunda en büyük sorunlarından biri olan katı atık kullanımında ise ekolojik yapılarda %70 oranında tasarruf sağlanarak sınırlı kaynakların kullanımı azaltılmaktadır.²⁰²

Ekolojik yapıların ilk yatırım maliyetlerinin büyük kısmı tasarım ve mühendislik için daha fazla zaman harcanmasından kaynaklanmaktadır. Ekolojik

²⁰² www.arkitera.com

yapı uygulamaları ÷lkemizde yaygınlaştıkça, tasarım ve mühendislik çalışmaları standart hale gelecek ve böylece kolay çözülen tasarım sorunları proje tasarım sürecine fayda sağlayacak ve ekolojik yapı maliyetleri düşecektir. Bunun en iyi örneği bugün Kaliforniya'da sıfır ön yatırım maliyetiyle inşa edilmekte olan 'yeşil okullar'dır. Binanın yeşil yapılmasına yatırımcı, mimarla ve proje yöneticisi ekiple el sıkışırken karar verilirse maliyet o kadar düşer.²⁰³

²⁰³ www.asmaz.com.tr

6. ENERJİ ETKİN YAPI ÖRNEKLERİ

6.1. Türkiye’den enerji etkin yapı örnekleri

6.1.1. ODTÜ Matpum

ODTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık, Araştırma, Tasarım, Planlama ve Uygulama Merkezi (MATPUM)’un çalışma alanı, bina ölçeğinden bölge ölçeğine mimarlık, tasarım, planlama ve uygulamayı kapsamaktadır. 2006 yılında Mimarlık Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Haluk Pamir tarafından kurulan ve Başkanlığı Doç. Dr. Melih Pınarcıoğlu tarafından yürütülen ODTÜ MATPUM, kısa geçmişine rağmen birçok projeye imza atmıştır. Proje geliştirdiği kuruluşlar arasında; TÜBİTAK, TC Başbakanlık Toplu Konut İdaresi (TOKİ), Emniyet Genel Müdürlüğü, Türk Kızılay Derneği, Dış Ticaret Müsteşarlığı, NATO, üniversiteler bulunmaktadır.

Matpum’un temel ilkelerinden biri, ‘enerji etkin ve yenilenebilir enerji çözümlerini’ çalışmalarına dâhil edebilmektir. Ülkemizde enerjinin etkin kullanımı anlamında çalışmalar yapan kurum ve kuruluşlar bulunsa da bu konuda uygulama örneklerine rastlamak oldukça zordur. Bu bakış açısını mekânsal ve kentsel tasarım boyutuna taşımak ve yapılı çevre ölçeğinde enerji etkin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının bütüncül bir yaklaşım ile kullanımını destekleyici çözümler üretmek Matpum’un temel amacıdır. Matpum Binası’nın tasarım, inşaat ve işletim süreci de, ‘Enerji Etkin Bina’ konseptine en uygun yapılardan biridir. 2008 Mart ayında, Yapı Endüstri Merkezi tarafından düzenlenen mimari tasarım yarışmasında, ‘enerji etkin tasarım ve uygulama’ özelliği ile Doç. Dr. Abdi Güzer’in projesi birinci olarak uygulamaya değer görülmüştür. ‘Proje Mimarı’ Doç. Dr. Abdi Güzer, ‘Yapı kuzeyde daha kapalı ve korunaklı bir cephe barındırırken, güneyde geçirgen ve açık bir cephe sunuyor.’ifadesini kullanmıştır. Bu yaklaşım yapının verimli enerji kullanımının alt yapısını oluşturmaktadır. Güneyde yapı yüzeyi önünde yer alan ve adeta ikinci bir cephe görevi gören güneş kırıcı yüzey ve ara boşluk, güneş ışığının denetimli bir biçimde yapı ile değişken ilişki kurmasını sağlamaktadır. Yapının güney batı köşesinde yer alan stüdyo mekânı gelişmiş algılama ve denetim sistemlerinin önemli rol oynadığı biçimde tasarlanmıştır. Stüdyo bölümü, yapı üzerindeki ışık, rüzgâr ve ısı yüklerini algılayarak kendi ortamını denetleyebilen niteliktedir. Stüdyo önündeki güneş kırıcılar güneş etkisini denetleyecek biçimde bir otomasyon sunmaktadır. Benzer biçimde yapının dış kabuğu çift çidarlı bir denetim ortamı, bir ara yüz olarak

işlev görmektedir, kuzey cephesinde yalıtım değerleri artırılırken, güney cephesinde daha geçirgen bir yüzey sağlamaktadır.

Ayrıca bu yapının az enerji ile yetinebilen tasarımına, pasif ısıtma-soğutma-havalandırma ve ışık sistemine destek olmak üzere, yalnızca kendi enerjisiyle yetinebilmesi için kullanılacak olan ısı pompası, güneş 106ineer106rü, güneş paneli ve rüzgâr türbininin sağlanması çalışmaları devam etmektedir. Bunun yanı sıra binanın bu konuda tüm ülkeye hizmet verebilecek kapsamda bir araştırma geliştirme merkezi olabilmesi için gerekli olacak tüm ölçme sistemlerinin, cihazların, ilgili simülasyon ve yazılımların sağlanabilmesi için de kapsamlı çalışmalar sürmektedir. Bu konuda ODTÜ-Matpum, Avrupa Birliği 7.Çerçeve Programı REGPOT-2008-1 ve AB Leonardo da Vinci Yenilik Transferi Projesi kapsamında kendi kapasitesini arttırmak ve bu kapasitenin çıktılarının ulusal çapta kullanılması için, çeşitli projeler hazırlamış ve bazı projelerde de ortak olarak yer almıştır.²⁰⁴



Fotoğraf 15. Odtü Matpum (www.arkitera.com)

²⁰⁴ Künar, A., ODTÜ-MATPUM, Enerji Etkin ve Yenilenebilir Enerji Kullanımlı Yapı Tasarım-Proje-Uygulama Merkezi.



Fotoğraf 16. Odtü Matpum (www.arkitera.com)



Fotoğraf 17. Odtü Matpum (www.arkitera.com)

Matpum, ODTÜ yerleşkesinin batı kısmında, Mimarlık Fakültesi ile Teknopark arasında, eğimli bir alanda yer almaktadır. Yapının tasarımında ‘yer ve yön’ verileri doğrudan bir girdi oluşturmuştur. Yapı, doğu batı eksenini üzerinde uzun kenarlarını kuzey ve güneye dönen çizgisel bir blok olarak düşünülmüştür. Bu tutum bir yandan yapının birden fazla düzlemde zeminle ilişki kurmasını sağlarken, öte yandan güneş enerjisinden yararlanma olanağını sağlamıştır. Yapı, dikdörtgen biçimin orta ekseninde yer alan ve bir iç sokak gibi davranan bir atrium mekânı ile onun iki yanında düzenlenmiş stüdyolar ve araştırma birimlerinden oluşmaktadır. Dikdörtgen blok kendisine dik olarak arazi eğimini tutan ve doğu yönü toprak içinde kalarak, istinat duvarı gibi davranan bir zemin yapısının üzerine uzanmaktadır.²⁰⁵

²⁰⁵ Künar, A., ODTÜ-MATPUM, Enerji Etkin ve Yenilenebilir Enerji Kullanımlı Yapı Tasarım-Proje-Uygulama Merkezi.



Fotoğraf 18. Odtü Matpum (www.arkitera.com)

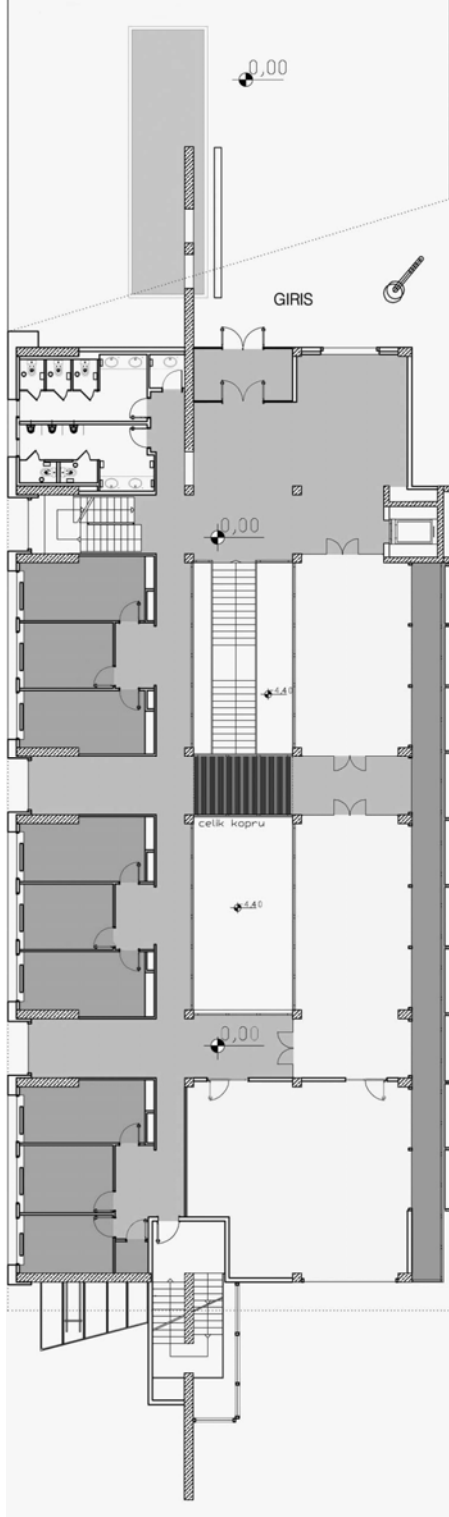


Fotoğraf 19. Odtü Matpum (www.arkitera.com)²⁰⁶

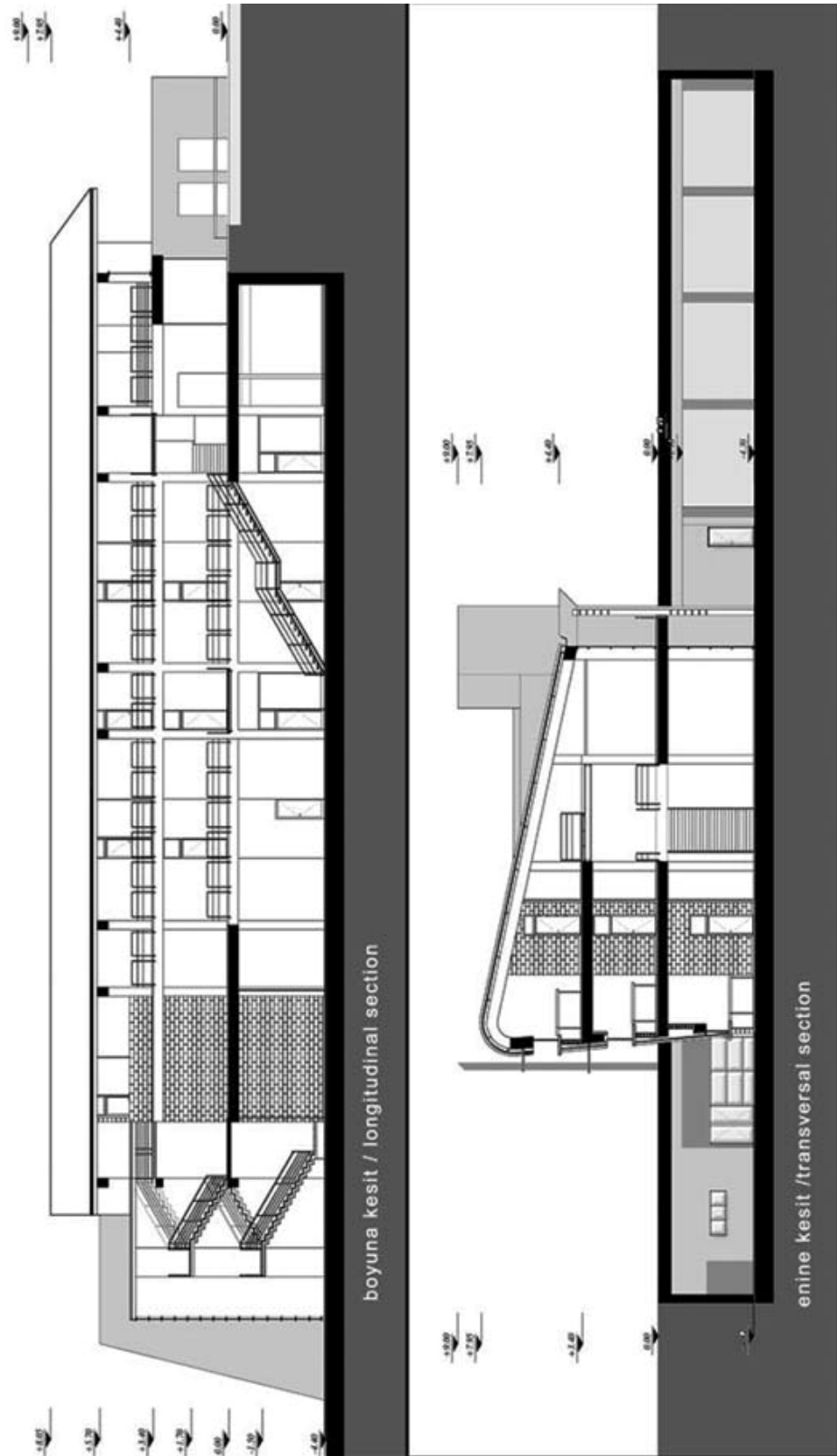
Yapı alt ve üst kotları birbirine bağlayan ve bir iç sokak işlevi gören lineer bir atrium etrafında tasarlanmıştır. Atrium, üç katta düzenlenmiş ofisler, stüdyolar ve diğer çalışma birimleri ile çevrilidir. Ofis mekânları kuzey, stüdyolar ise güneyde konumlanmıştır. İki köprü ile birbirine bağlanan bu iki 108ineer blok düzeni cepheye de yansımış ve iç- dış mekân arasındaki ilişkiyi düzenleyen bir tasarım girdisi olarak kullanılmıştır. Strüktür sistemi, mekanik ve elektrik sistemleri açıkta tasarlanmış ve mimari dili oluşturan öğeler olarak değerlendirilmiştir. Yapı dış mekân tasarımı, peyzaj ve olası büyümelere imkân verecek bir çekirdek yapı olarak ele alınmıştır; doğu ucu, topografyanın da öngördüğü şekilde bir istinat duvarı işlevi görecektir şekilde gömülü bırakılmıştır. İklimsel verileri ön plana alan yapıda yöneliş ve cephe tasarımı önemli tasarım ölçütleridir.²⁰⁷

²⁰⁶ www.arkitera.com

²⁰⁷ www.arkitera.com

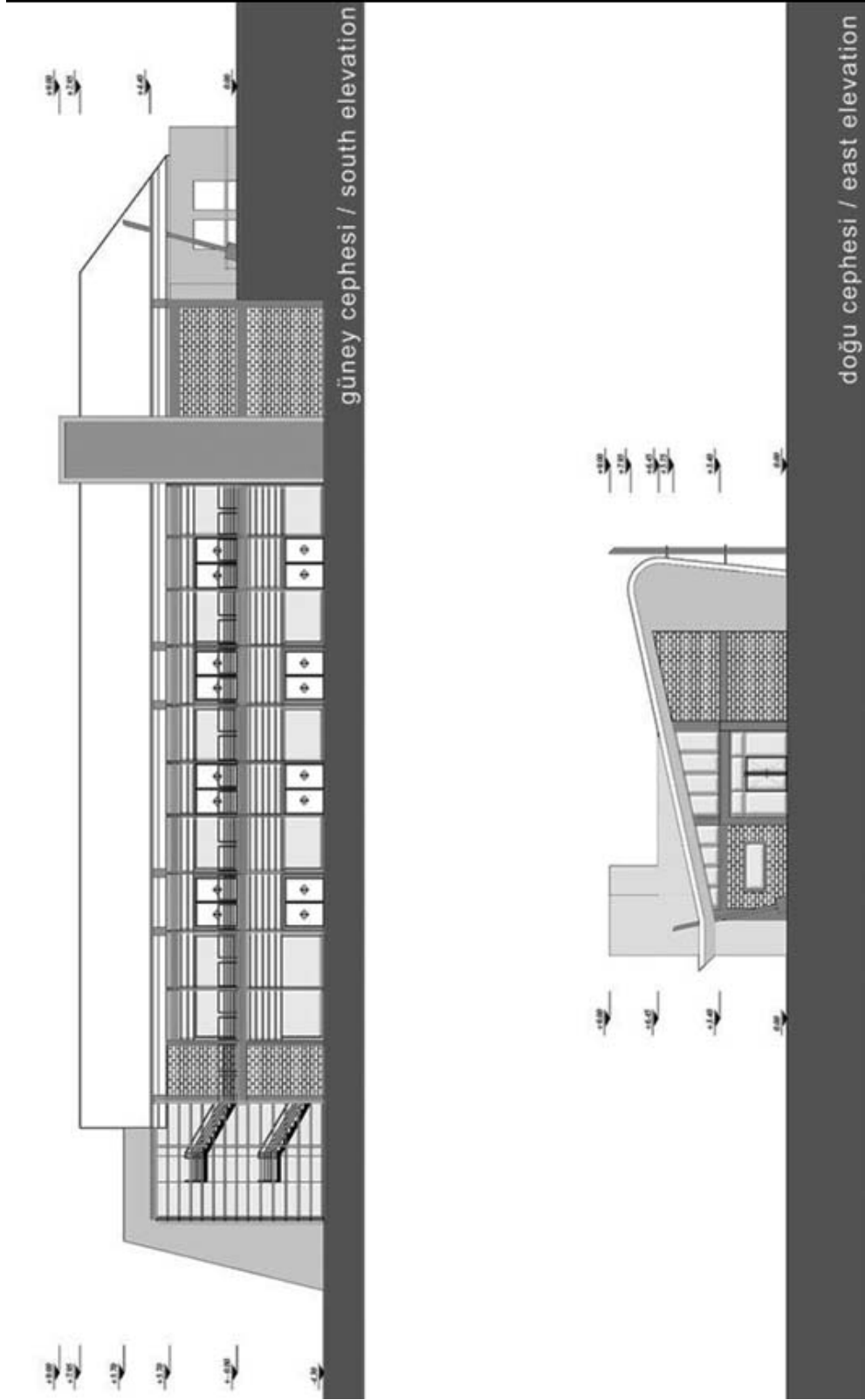


Plan 1. Odtü Matpum zemin kat planı²⁰⁸



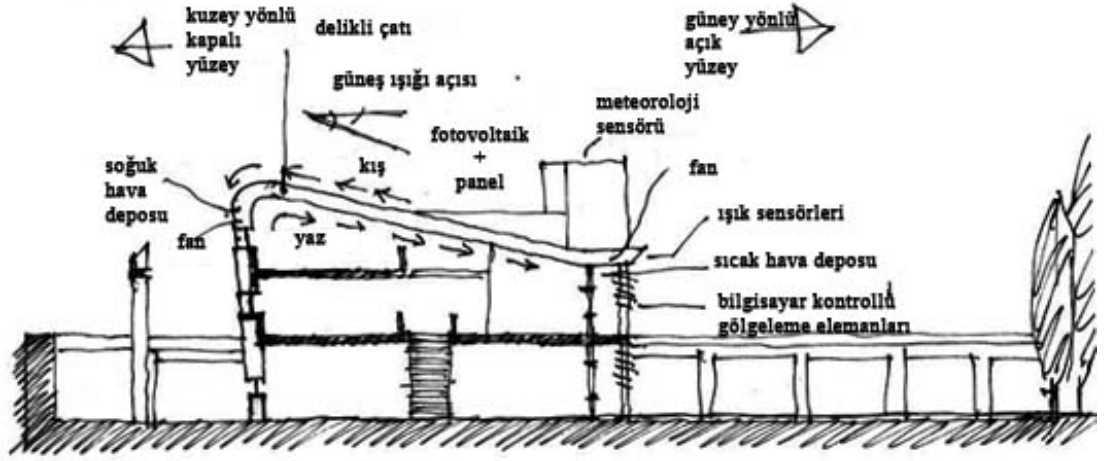
Kesit 1. Odtü Matpum kesit ²⁰⁹

²⁰⁹ www.arkitera.com



Kesit 2. Odtü Matpum kesit ²¹⁰

²¹⁰ www.arkitera.com



Şema 51. Odtü Matpum mikroklima eskizi ²¹¹

6.1.2. Diyarbakır güneş evi

Kendi enerjisinin tamamını üretebilen ve ‘Enerji Mimarlığı’ ilkelerine göre inşa edilmiş bir yapı olan Diyarbakır Güneş Evi; Sümerpark alanında, Eğitim ve Uygulama Parkı projesi çerçevesinde, Avrupa Birliği Sürdürülebilir Kalkınma Desteği kullanarak üretilmiştir. Bir evin kendi enerjisinin tamamını üretebildiğini kanıtlayan; halka ve bilim dünyasına daima bu konularda bilgi aktarılan bir eğitim yapısı niteliğindedir. Ülkemizin güneşlenme süresi ortalaması en uzun olan ilimiz Diyarbakır’dır. Diyarbakır Büyükşehir Belediyesinin desteğiyle, Yüksek Mimar Çelik Erengeçgin’in gönüllü projesi ve AB proje danışmanlığı altında gerçekleştirilen bu yapı, 74 firmanın katkısıyla inşa edilmiştir. Güneş Evi, esas olarak insan-doğa ilişkisinde, temel bir eğitim merkezi olma işlevini yürütmektedir. ²¹² Diyarbakır Güneş Evi’nin enerji etkin tasarım yaklaşımları şu çerçevededir.

- **Toprak altı enerjisinin kullanımı:** Yapılan ölçümlerde, evin hemen yanında bulunan eski kuyudaki mevcut suyun sıcaklığının, en sıcak yaz gününde ve en soğuk kış gününde daima 12-17 dereceler arasında olduğu tespit edilmiştir. Arka bahçedeki toprak zeminin 3 metre derinliğine döşenen borularda dolaşan su aracılığı ile ortalama 15 derecedeki su, zemin kat döşemesinde, tavanlarda ve asma kat altındaki özel borularda dolaştırılarak yazın evin doğal havalandırılması sağlanmaktadır. Bu enerjiden, havadan havaya enerji transferi yolu ile istifade edebilmek için de yine

²¹¹ www.arkitera.com

²¹² www.gunesevi.org

toprak altına 30 cm çapında 88 metre boru döşenmiştir. Hava borularında terleme sonucu oluşabilecek su yoğuşmasına karşı tedbir olarak başta ve sonda tahliye noktaları oluşturulmuştur. Tromp duvarları ve seranın yaratacağı vakum etkisi ile doğal yöntemle ve gerektiğinde devreye giren aspiratörle bu doğal serinlik yaz mevsiminde iç mekâna alınmaktadır.

- **Sera ve güneş duvarları sistemi:** Güney cephesindeki yaşama mekânına eklenen serada, evin ihtiyacı olan bazı sebzeler in yetiştirilmesine imkân tanınmıştır. Güneşin ısıttığı bu bölümde ve güneş duvarlarımızda (tromp); altta ve üstte, iç mekâna açılan hava menfezleri vardır. Alttaki menfezden tromp duvarına giren serin hava, güneşin etkisi ile ısınmakta ve hafiflediği için yükselerek üstteki menfezden tekrar yaşama mekânına girmektedir ve iç mekânın hızla ısınmasını sağlamaktadır. Güneş duvarı camlarından geçen kısa dalga boylu ışın, tromp duvarının içindeki siyah saça çarptığında ısıya dönüşmekte ve dalga boyunu büyütmektedir. Dalga boyu fiziki olarak büyüdüğü için girdiği camdan tekrar geri çıkamayan ışın, ‘sera etkisi’ oluşturarak, iç ısınmayı sağlamaktadır. Bu ısının güneş olmadığı zaman bir süre daha kalıcı olması için 1,5 mm’lik siyah boyalı saçın arkasına kum doldurularak ısı depolayıcı bir kütle yaratılmıştır. Soğuk ülkelerde, bu ısı kütle doğrudan binanın tuğla ve ya taş duvarı olabilmektedir. Fakat Diyarbakır için, yazın gündüz ısınan duvarın iç mekânı fazla ısıtabilecek olması göz önüne alınarak, ısı kütle olarak kum kullanılmış ve izolasyonlu duvarın dışına taşınmıştır.

- **Sera ve güneş duvarları ile soğutma:** Güneş duvarları ve serada, içe açılan menfezlere ilave olarak dışa açılan menfezlerde vardır. İç menfez kapanıp dış menfez açılırsa, yine ısınıp yükselen hava, kuzey cephesindeki pencere ve menfezlerden ya da yer altı kanallarından gelecek olan serin havayı içeri çekerek bir vakum etkisi yaratmaktadır. Bu düzenek ile soğutma sağlandığı gibi, sürüklenen havanın yarattığı esinti, tıpkı bir vantilatörün yaptığı gibi serinlik hissini arttırmaktadır. Yaz aylarında, sera yüzeyinde aşırı ısınmayı önlemek için, kışın yaprağını döken sarmaşık ve ağaçlarla bu bölümün gölgede kalması sağlanacaktır. Yaz gecelerinde ise, dış hava gündüze göre daha serin olduğundan dışarıya açılan dış menfez kapatılacak, bu kez yukarıdan seraya ve güneş duvarlarına giren sıcak iç hava, dışarıdaki cam yüzeyde soğuyarak aşağı inecektir. Ve aşağıdaki menfezlerden ve ya kapılardan mekâna yine geri dönerek iç serinliğe katkı sağlayacaktır.



Model 1. Diyarbakır Güneş Evi (www.gunesevi.org)

- **Venturi bacası ve rüzgâr kepçesi:** Esen rüzgâr, ağzı daraltılmış, huni benzeri bir düzenekten geçerken hızını artırır. Bu esintinin, düşey yöndeki kanal ile iç mekana temiz ve serin hava olarak girmesi sağlanır. İç mekânda ısınıp yükselen pis havanın ise, venturi bacası ile dışarı atılması sağlanmaktadır. Bilindiği gibi bir şişenin havasını boşaltma yöntemi, ağzına paralel yönde şiddetli hava üflemdir. Baca ve kepçe, çatının en tepe noktasında, güneş kolektörlerinin üst tarafında bırakılmış geniş çatı deliğine monte edilmiştir. Özel tasarım olan siyah boyalı saçtan imal edilen düzenekte, rüzgâr kepçesi ve venturi bacası, farklı kanallar oluşturulup, birlikte çözülmüştür. Tromp, sera ve venturi bacasındaki tüm menfezlerin açılıp kapanması elle kumanda edilebileceği gibi; güneşi, hava sıcaklığını ve rüzgârı takip eden sensörler vasıtası ile otomasyon sistemine de bağlanabilmektedir.
- **İzolasyon:** Duvar ve tavanlarda sağlığa hiçbir zararı olmayan, selüloz ve bor bileşiği hamurundan üretilen izolasyon malzemesi kullanılmıştır. Ahşap konstrüksiyonun içi, püskürtme yöntemi ile doldurulmuştur. Farklı sonuçları gözlemlemek amacı ile çatının bir bölümünde serbest perlit, bir bölümünde ise geleneksel Anadolu evlerinin çatı çözümü olan kil ve kamış kullanılmıştır. İç yüzeyler alçı levha ile kaplanmıştır. Bilindiği gibi alçı tozu yangın söndürücü, alçı levhalar da yanmaz özelliği ile yangın geciktiricidir. Binanın tabanında ve dış yüzeylerde, lifli sunta üzerine perlitin organik bir bağlayıcı ile birleştirilmesinden üretilen özel bir sıva kullanılmıştır. Bu sıva, su ve ısı geçirmeyen fakat buhar geçiren yapısı ile akılcı bir çözüm elemanıdır.



Model 2. Diyarbakır Güneş Evi (www.gunesevi.org)

- **Ocak:** Döküm gövdeli akıllı şömine çok az bir yakıtle, ortalama 10 derecenin altına düşmeyeceği hesaplanan iç havaya 15 derece ekleyerek 25 dereceye kolaylıkla ulaşılmaktadır. Şöminede yanan odun, ancak yetişirken bünyesine topladığı karbon miktarı kadar atık oluşturabilmektedir. Olağandışı iklim koşullarında, biyokütle dediğimiz, yapraklar, dallar dâhil olmak üzere her türlü orman ürününü kapalı hücrelerde yakabilen, ısısını yatay ve düşey kanallarla tüm eve yayabilen bir ısınma aracı kullanılmıştır.
- **PV güneş panelleri ve güneş kolektörleri:** Yörenin enlemine eşit olarak 40 derece eğimli olan güney çatısında ve yine güneye bakan 17 derece eğimli mutfak çatısında; her biri 162 watt'lık, toplam 3,88 kw kurulu güce ulaşan 24 adet PV güneş paneli bulunmaktadır. Bu düzenek, invertör, regülatör ve depolama amaçlı 16 adet 12 volt 100 amper özel akü aracılığı ile güneş evinin elektrik ihtiyacımızı sürekli olarak karşılayabilmektedir. Evin çatısında ayrıca, sıcak su ihtiyacını karşılamak üzere iki adet güneş kolektörüm ve zemin katta özel sıcak su deposu (boiler) bulunmaktadır. Güneşli kış günlerinde elde edilen ve depolanan sıcak su, geceleri döşeme altındaki borular vasıtası ile iç mekânın ısıtılmasına da katkıda bulunacaktır.
- **Biyolojik arıtma:** Evsel atıklar, Dönen Biyolojik Disk (Rotating Biological Disk) yöntemiyle, plastik dairesel levhalar üzerinde üreyen bakteriler sayesinde, çok düşük bir enerji kullanımı ile % 90-95 oranında arıtılmakta, bahçe sulamasında kullanılmak üzere yağmur suyu deposuna aktarılmaktadır. Belli aralıklarla toplanan

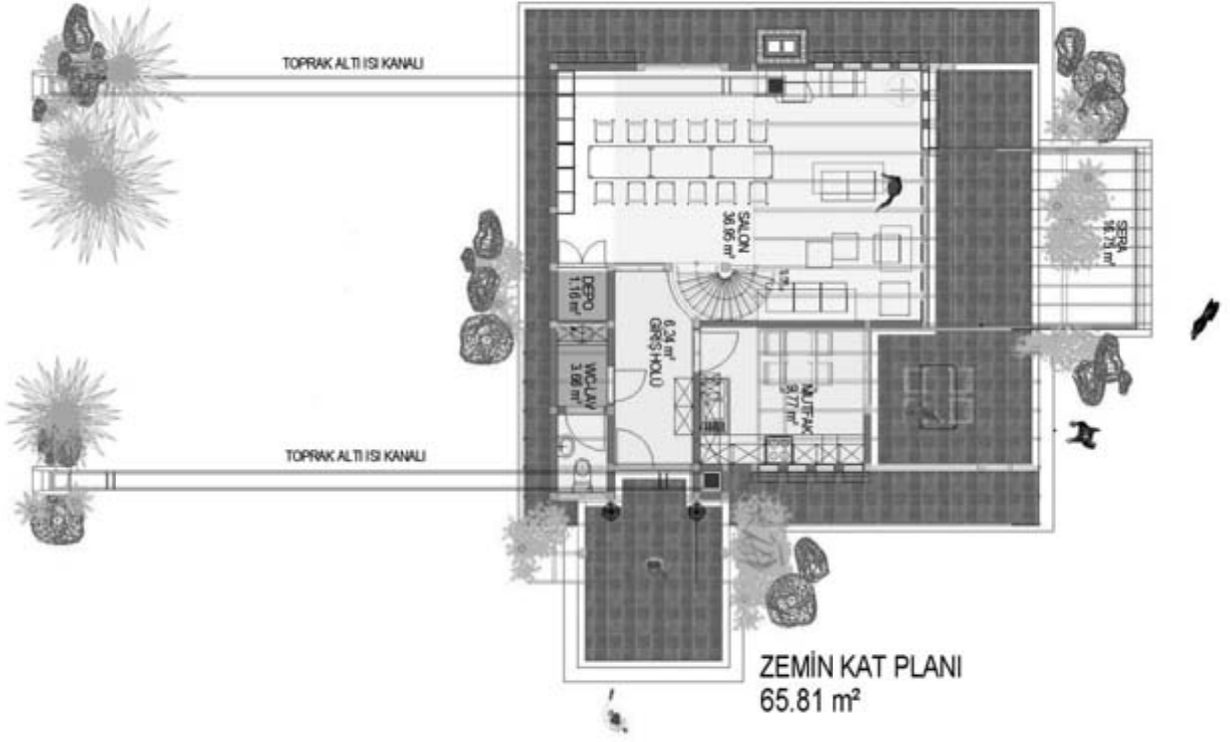
katı atıklar da kurutulup, yine bahçemizde gübre olarak değerlendirilmektedir. Disklerin yüzeyindeki bakteriler tamamen doğal olarak oluşmakta ve ani değişkenlik gösteren organik yüke, diğer sistemlere göre çok daha hızlı uyum sağlamaktadır. Arıtmayı gerçekleştiren bakterilerin çoğalabileceği yüzeyin, dönen disklerden ibaret olması küçük bir alana yüzlerce metrekaarelik yüzeyin sığdırılabilmesini mümkün kılmaktadır. Sistem, disklerin bağlı olduğu mil rulmanının periyodik olarak yağlanması dışında bakım gerektirmemektedir. Aktif çamur ünitelerindeki gürültülü hava üfleyiciler, kapasitelerine göre 5-15 kW gibi bir güç harcamaktadır. Biyolojik arıtma ünitelerinde kullanılan 1 kW'tan daha az güç gerektiren redüktörlü motorlar ise %80'e varan enerji tasarrufu sağlamaktadır. Redüktörlü bir motorun çıkardığı ses bir otomobil içindeki ses düzeyi (60 desibel) kadardır. Bu tip arıtmalar sessiz ve kokusuz olma özelliğine sahiptir. İlave modüllerin eklenebilmesi ya da mevcut modüllerin bir bölümünün çalıştırılmamasıyla da kapasite değişikliği yapılabilir.

- **Yağmur suyu:** Evin inşa edildiği Sümerpark alanında her ne kadar yeraltı su kaynakları bol ise de, suyun gelecekteki değeri ve her yörede bulunmaması yüzünden örnek bir uygulama yapılmıştır. Bu amaçla, çatılardan alınıp borularla kuzey cephesindeki su deposuna yönlendirilen yağmur suyu, yer altında saklanmaktadır. Evsel atık arıtmasından elde edilen suyun karbon filtreden geçirilmesi sonucu, ikisi birlikte bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Bu suyun, rezervuarlarda kullanılması da mümkündür. Yağmur suyu toplama işlemi bir ileri aşamada, 50-60 cm bahçe toprağı altına yerleştirilecek çakıl benzeri süzek malzeme ve drenaj kanalları kullanarak yani yağmur düşen yüzey alanını büyüterek arttırılabilir. Böylece bahçe toprağını ve yüzey bitkilerinin köklerinin ıslatıp işlevini yerine getiren yağmurun fazlası geri kazanılıp depolanabilmektedir.

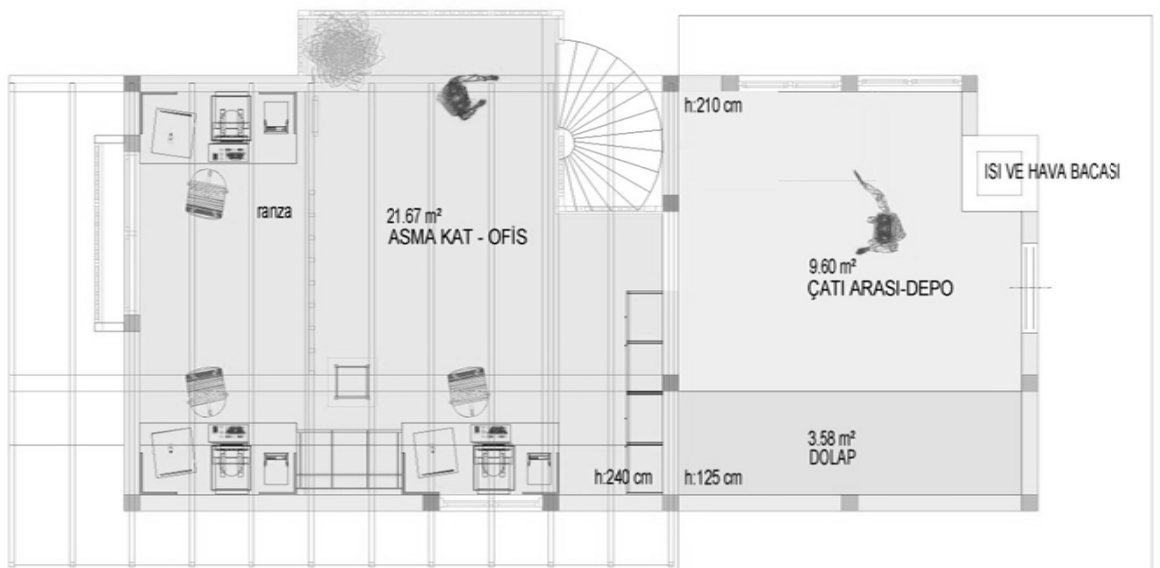
- **Ahşap taşıyıcı sistem:** Dünyadaki tek geri dönüşümlü yapı malzemesi olan ahşap, Diyarbakır Güneş Evi'nin de taşıyıcı sistemini oluşturmaktadır. Böylece evin deprem riski azalmıştır. Ahşabın getirdiği montaj kolaylığı ile 2 ay içinde taşıyıcı sistem kurulumu tamamlanmıştır. Aynı zamanda ısı yalıtımı ve yangın dayanımına da sahip bir strüktür elde edilmiştir.

- **Enerji üreten ve enerjiyi koruyan cam malzeme:** Diyarbakır Güneş Evi'nin, serasında ve üç cephesinde de bulunan güneş duvarlarında cam malzeme kullanılmıştır. Cam, sadece güneşten ısı üretmekle kalmayıp, ısınan havanın yükselmesi sırasında yaratılan vakum etkisi ile evin soğutulmasına da katkıda

bulunmaktadır. Isı korunumu amaçlı çift cam kullanımının yanı sıra, camdan geçerek bir iç yüzeye çarpan güneş ışığının, kısa dalga boyundan uzun dalga boyuna geçişi, yani faz değiştirmesi sırasında içeride üretilen enerji üretilmesi amacıyla cam malzeme kullanılmaktadır.



Plan 2. Diyarbakır Güneş Evi planı (www.gunesevi.org)



Plan 3. Diyarbakır Güneş Evi planı (www.gunesevi.org)

- **Güneş ocağı:** Camın faz değıştirici özelliğinden yararlanarak, altı ve çevresi basit ısı izolasyonlu, iç yüzeyi yansıtıcı olan bir kutunun üst kısmına cam yerleştirilerek, uygun bir güneşte sera etkisi ile yemek pişirecek kadar ısı sağlanacaktır. Örneğın alüminyum folyo ile kaplı, yansıtıcı yüzeyi olan ve kendi merkezinde bir ışık odağı sağlayacak şekilde katlanmış kartonla dahi ısıtıcı bir düzenek yapmak mümkündür. Şemsiye biçiminde katlanabilen yansıtıcı levhaları güneşte açtığımızda, piknikte omlet yapmanıza yeterli olacak ısıyı üretebilmektedir. Diyarbakır Güneş Evimizde, ters şemsiyeye benzer bir yöntemle ısı oluşturan bir güneş ocağı bulunmaktadır. İç bükey parlak metal levhalar, güneşı odaklamakta ve odak noktasında bulunan tel platforma yerleştirilmiş kabın içindeki suyu kaynatmakta ya da yemeğı pişirebilmektedir.

6.1.3. Biopark Ekolojik havuz sistemleri- Biopark örneğı

Biopark biyolojik havuz sistemleri, doğal yüzme göletleri ve biyolojik arıtma sistemleri sayesinde insan sağlığına olumsuz etkisi olan klordan uzak bir havuz sistemi önermektedir. Doğaya dost tutumu, ekolojik yaklaşımı, aynı zamanda sunduğı berrak ve temiz bir suda yüzme konforu ile oldukça düşük enerji sarfiyatlı bir havuz modelidir. Bu teknoloji; yüzme alanlarında dezenfekte edilmiş ve dezenfekte edici su sunabilen bir örnektir. Havuzda kirlenen suların arıtılması sadece doğal süreç ile sağlanmaktadır.²¹³



Fotoğraf 20. Standart sistem²¹⁴

²¹³ www.yapikatalogu.com

²¹⁴ www.biopark.com.tr



Fotoğraf 21. Lambri ile uygulanan sistem²¹⁵

Biopark havuz sistemleri taleplere ve ihtiyaçlara göre çeşitli konseptlerle tasarlanabilmektedir. Tamamen tüketicinin arzusu ve uygulanacağı alanın gereklerine şekillenebilen biyolojik havuzlarda, özellikle çocukların alışılmış klorla hijyen sağlanmaya çalışılan havuz tiplerinde gördüğü zarar bu sistemlerde görülmemektedir.²¹⁶Sistem suyun mümkün olduğunca devir daim edilmesi ve içine oksijen enjekte edilmesi prensibine dayanmaktadır. Sistemde oksijenin temizleme ve parçalama özelliğinden yararlanılarak doğal arıtma sağlanmaktadır. Aynı zamanda havuzda yaşayan bitkilerin köklerinde süren fotosentez ile de havuza oksijen salınımı yapılmaktadır. Bitkiler havuz suyunun temizlenmesinde yaklaşık olarak % 50 civarında etkiyle görev almaktadırlar. Havuzda kullanılan bitkiler Türkiye coğrafyasında yaşayan ve özel bakıma ihtiyaç duymayan bitkiler oldukları için fazladan maliyet gerektirmezler. Tüm sistem doğanın kendi dengesi içinde kendini yenilemesi ve temizlemesi prensibinden yola çıkarak planlanmaktadır.²¹⁷

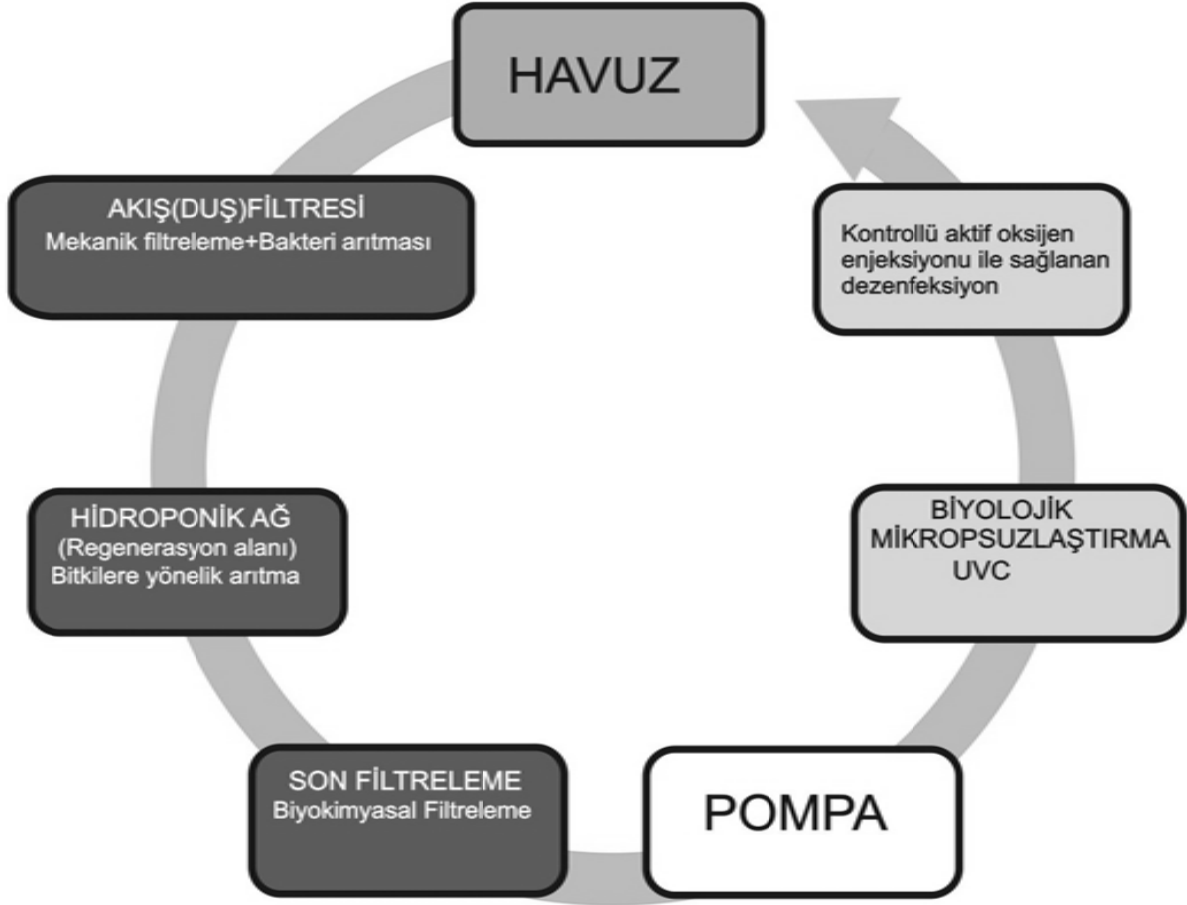
Konut yapılarında, otellerin ve diğer büyük tesislerin havuzlarında kullanılan sistemde; havuz suları özellikle eksojenlerin mekanik filtrelemesinin gerçekleşmesi için, doğal akış ile akış filtresine tahliye edilir. Ardından yerleştirilmiş olan bakterili destekler sayesinde biyolojik arıtma gerçekleşmektedir. Organik maddelerin biyolojik arıtma faaliyetinin gerçekleştiği hidroponik ağa taşınma ve özellikle atıksal arıtma ürünlerinin tahliyesi ile sistem işleyişi devam etmektedir. Organik arıtma

²¹⁵ www.biopark.com.tr

²¹⁶ www.biyologlar.com

²¹⁷ www.yapi.com.tr

sürecinin son filtrelemesi; substratlar ile biyokimyasal arıtma şeklinde olmaktadır. Pompalama ile biyolojik mikropsuzlaştırma; tüm patojenlerin %99.9 oranında dezenfeksiyonu sağlanmaktadır. Daha sonra suya aktif oksijen enjeksiyonu kontrollü bir şekilde yapılır ve suyun havuza dönüşü sağlanır. Böylece suyun sistemdeki devri tamamlanmış olur ve oldukça az enerji sarfıyatı ile insan sağlığı ile barışık olan su kalitesi havuz hacmine sağlanmış olur.²¹⁸



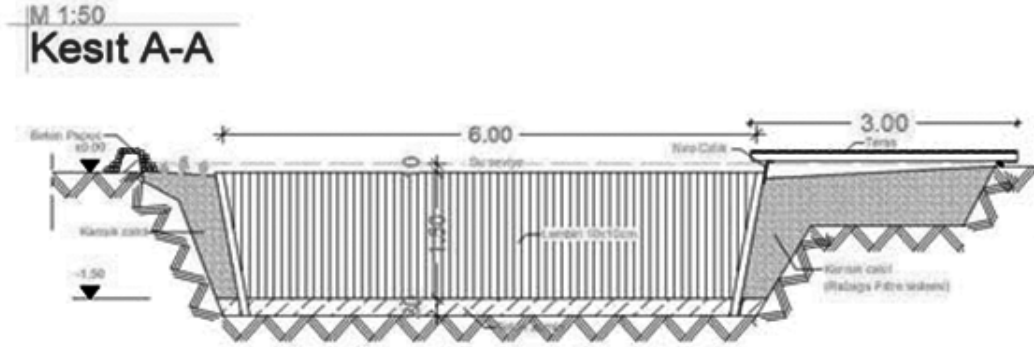
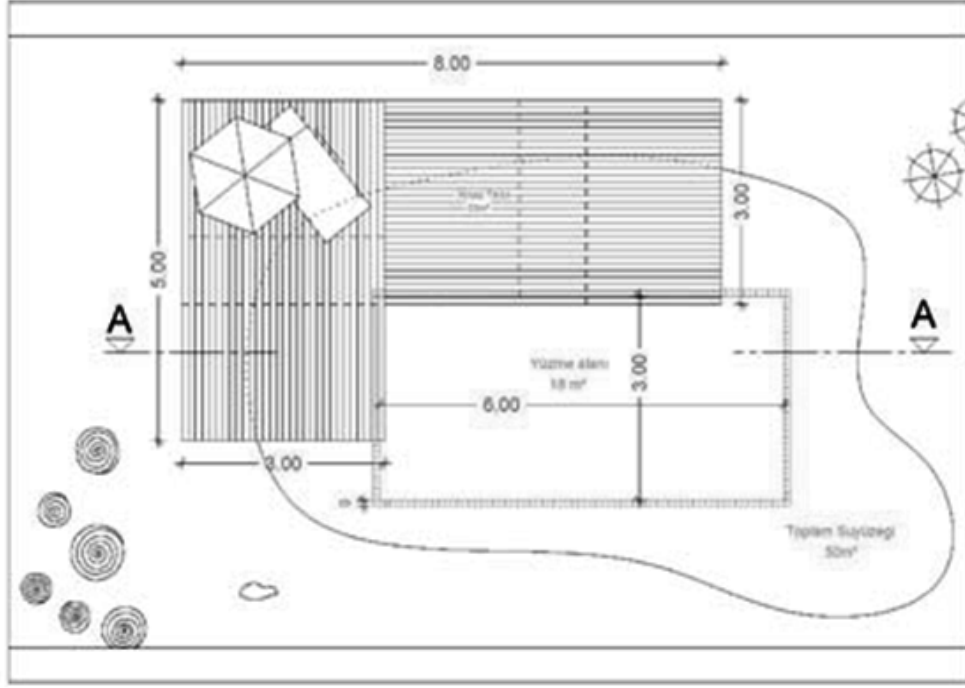
Şema 52. Biyolojik havuz temel işleyiş prensibi²¹⁹

Standart biyolojik havuz sistemleri aynen bir gölet görüntüsünde eve ekonomik özelliktedir. Standart sistemlerde zemindeki yalıtımı sağlayan membran malzeme havuz sisteminin kenarlarından görülmektedir. Lambri ile uygulanan biyolojik havuz sistemlerinde bu membran kenarlarda lambri ile gizlenmektedir. Standart sisteme göre daha dekoratif ve yüzme ile biyolojik arıtma bölgeleri arasında lambri ile tampon bölge oluşturduğu için kullanımı daha kolaydır.²²⁰

²¹⁸ www.yapikatalogu.com

²¹⁹ www.biopark.com.tr

²²⁰ www.biopark.com.tr



Plan 4. Biopark Lambri ile uygulanan sistem planı²²¹

Taş ile tasarlanan biyolojik havuz sistemlerinde yalıtım amaçlı zemindeki membran taşlarla gizlenir ve dekoratif bir peyzaj düzeni sağlanır. Ancak lambri ile sistem ve taşlar kullanılarak uygulanan sistemler standart sisteme nazaran daha maliyetlidir. Ayrıca biyolojik havuzlar bilinen seramik kaplı temel geometrik formlardaki havuz görünümünde de uygulanabilir. Bu model ile kullanım kolaylığı sağlanırken doğal görünümünden bir adım daha uzaklaşmış olur.²²²

²²¹ www.biopark.com.tr

²²² www.biopark.com.tr

6.2. Dünya'dan enerji etkin yapı örnekleri

6.2.1. Charles Hostler Öğrenci Merkezi, Beyrut

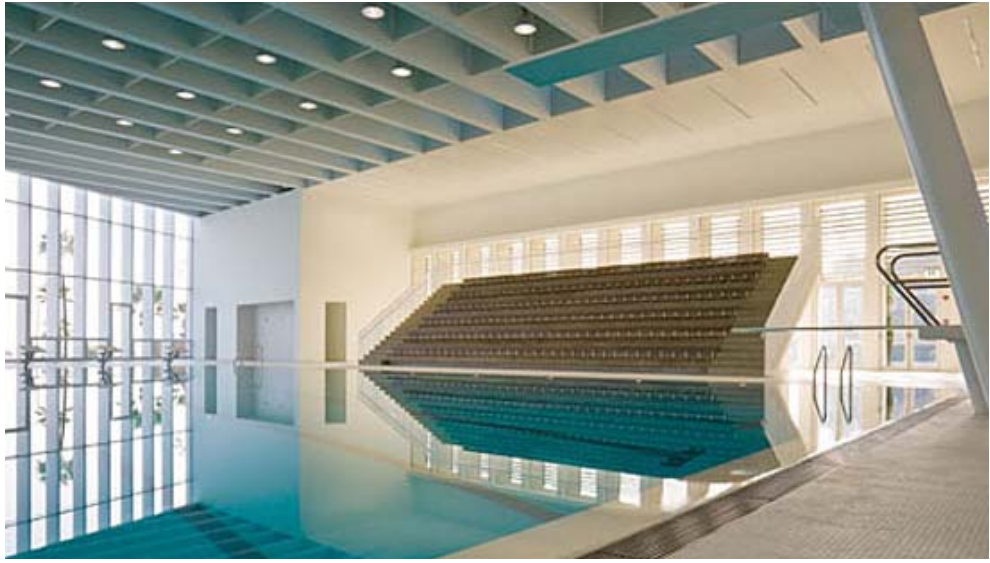
Beyrut'taki Amerikan Üniversitesi'nde yer alan Charles Hostler Öğrenci Merkezi, çevreye duyarlı tasarımıyla öne çıkmaktadır. Öğrenci merkezinde 19.000m²'lik alanda yüzme, basketbol, hentbol, voleybol, squash, fitness gibi aktiviteler bulunmaktadır. Spor aktivitelerinin yanı sıra toplantı salonları, çalışma bölümü olan bir kafeterya ve ayrıca 200 araçlık kapalı bir otopark kompleks içinde yer almaktadır. Öğrenci merkezi Beyrut'un en işlek sahilllerinden birinde hemen deniz kıyısında konumlanmaktadır. Tasarım grubu farklı yapı birimlerini farklı seviyelerde bahçelerle birleştirerek yapı aralarında yaşayan mekânlar oluşturmuşlardır. Bu yapı birimleri merkezden dağılan sokakların etrafında organize edilerek denize doğru yönlendirilmiş böylece deniz etkisi iç kısımlara alınmıştır. İç bahçe, yaya yolları, seyir teraslarının yerleşimi yukarıdan deniz seviyesine doğru teraslanarak yerleştirilmiştir. Hostler Öğrenci Merkezi tasarımında mimari ve çevre unsurlarının birlikte başarıyla kullanımı; kullanıcıların gündüz ve gece saatlerinde mekânları sürekli yaşar hale getirmesini sağlamaktadır.²²³



Model 3. Charles Hostler Öğrenci Merkezi²²⁴

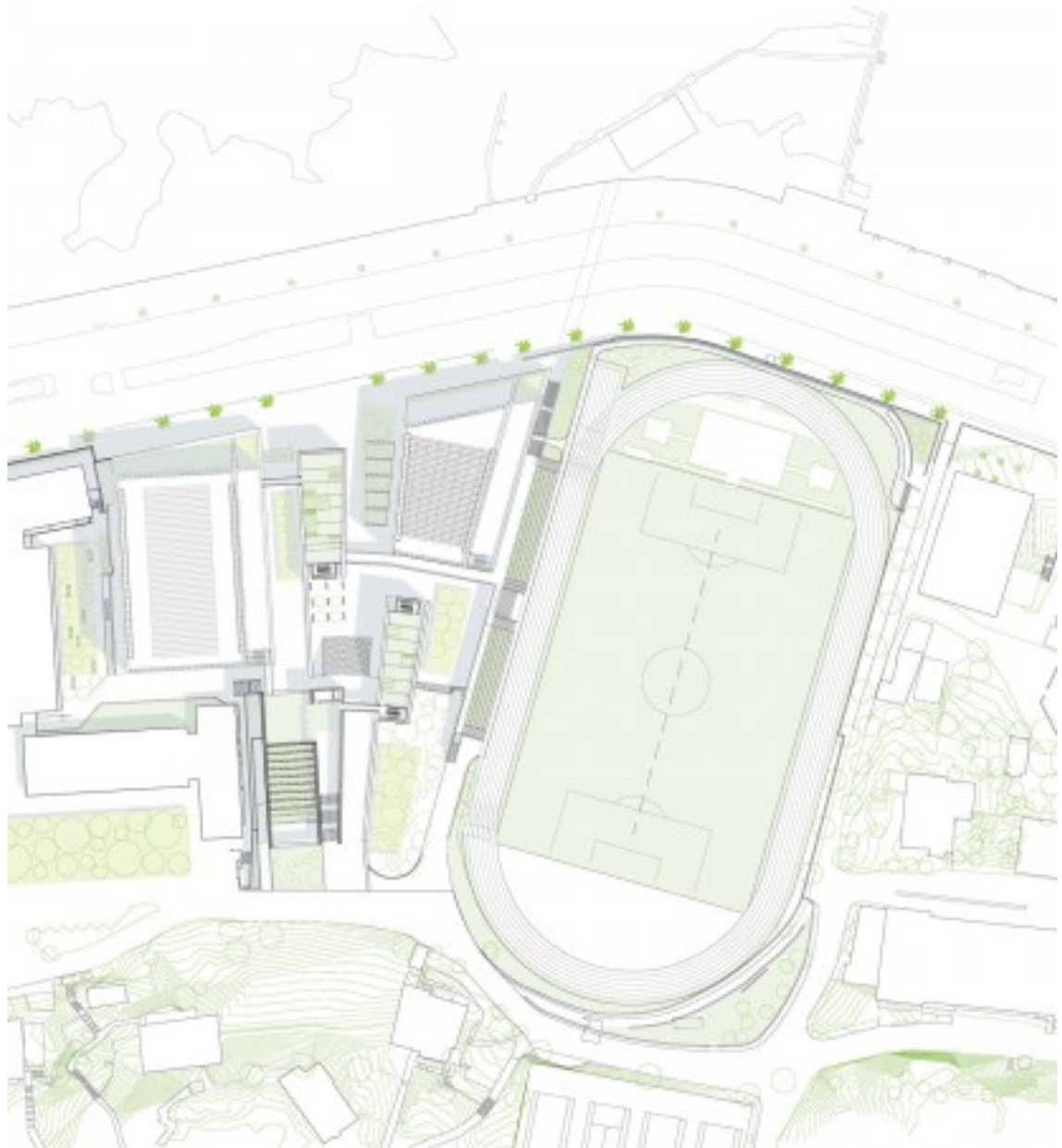
²²³ A I A / C O T E Top Ten Green Projects,2009.

²²⁴ www.archdaily.com



Fotoğraf 22. Charles Hostler Öğrenci Merkezi ²²⁵

²²⁵ www.archdaily.com



EXTERIOR VENTILATION:

The building mass is broken down into a series of pavilions to enable natural cooling from sea breezes moving through the site.

The east and west walls are used to provide shading for the exterior courts and adjacent buildings. The stone-clad cavity walls are highly insulated and employ layered shading devices to protect the fenestration on the east-west walls.

RADIANT SURFACES:

Radiant floors heat the pool pavilion.

Radiant cooling cast into the concrete roof deck tempers the interior of the gymnasium and other activity spaces. Displacement cooling is also provided in the lower zone of the gymnasium.

INTERIOR VENTILATION:

In the sports pavilion's natural ventilation is facilitated through stack-effect skylight vents positioned along the interior above the east-west walls to maximize daylight and minimize solar heat gain.

SOLAR:

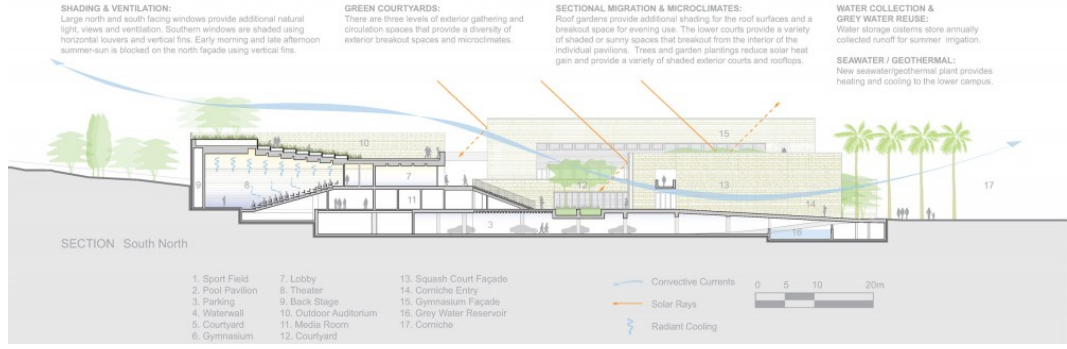
Solar collectors heat water for showers and pool.



Plan 5. Charles Hostler Öğrenci Merkezi ²²⁶

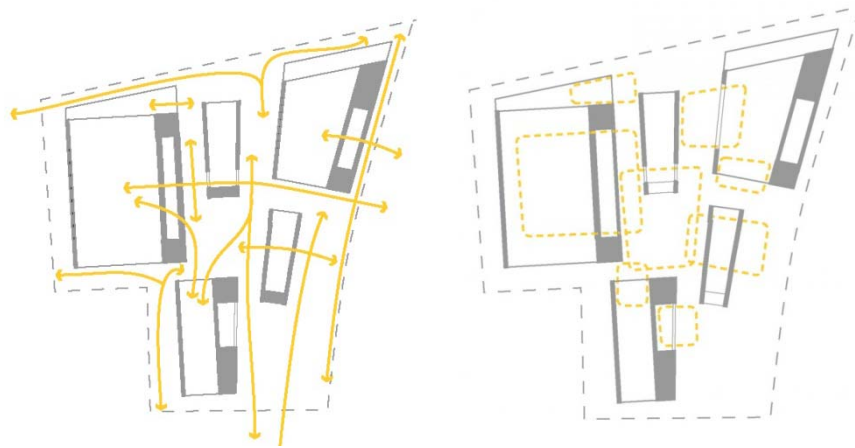
Kesit 3. Charles Hostler Öğrenci Merkezi ²²⁷

²²⁶ www.archdaily.com



Kesit 4. Charles Hostler Öğrenci Merkezi ²²⁸

Tasarımda, kampusun üst kotları ile daha iyi ilişki kurabilmek için, çatı alanları etkinliklerde kullanılmak üzere yeşillendirilmiş ve gerekli toplanma mekânları tasarlanmıştır. Hava ve insanların hareketleri önceden öngörülmüş ve bunlara uygun tasarım prensipleri geliştirilmiştir. Yamaca oturan kampus yapısı ve kuzeye yönelim olağanüstü bir mikroklimatizasyon sunmaktadır. Gölge alanlarda soğuyan hava, gün boyunca denize doğru yönelmektedir. Geceleri ise, arazinin Akdeniz ile olan yakın ilişkisi sayesinde serin hava denizden kampus yapısına doğru dolmaktadır. Yapı konumları ve sirkülasyon alanları; sosyal alanlar gür ve aromatik bitki örtüsü, gölgelenme ve su hareketleri ile samimi bir birliktelik oluşturmaktadır. ²²⁹



Şema 53. Charles Hostler Öğrenci Merkezi Rüzgâr Akımı Şeması.- Sosyal Alan Şeması ²³⁰

²²⁷ www.archdaily.com

²²⁸ www.archdaily.com

²²⁹ A I A / C O T E Top Ten Green Projects,2009.

²³⁰ www.archdaily.com



Fotoğraf 23. Charles Hostler Öğrenci Merkezi (www.archdaily.com)

Kampus vaziyet planında yapılar güneşten daha az etkilenmek adına doğu-batı doğrultusunda dizilmişlerdir. Dikdörtgen kütlelerin gölgeleme özellikleri kuzey ve güney avlularında yıl boyunca 33 derecelik bir enlem ve %40 daha fazla gölgeleme etkisi yaratmıştır. Bu avlular aynı zamanda denizden gelen meltemlere de imkân sağlamaktadır. Yapılarda güneş kontrol camları ve yalıtımlı pencere doğramaları kullanılarak ara mevsimlerde maliyet gerektiren soğutma ve ısıtma ihtiyaçlarının önüne geçilmiştir.

İç mekânda en çok kullanılan yüzme havuzu, spor salonu, kafeterya gibi sosyal etkinlik alanları doğal aydınlatma ile aydınlanmakta ve bu alanlarda doğal havalandırma sağlanmaktadır. Kampusteki her yapı kuzey ve güney doğrultusundaki hakim rüzgardan faydalanmak üzere tasarlanmıştır. Gece ve gündüz saatlerinde deniz meltemleri sayesinde sürekli hareketli hava ile klimatizasyon sağlanır. Doğu ve batı duvarlarına açılmış olan duvar boşlukları yaz aylarında çapraz havalandırma sağlamaktadır. Beyrut'ta su temini çok kısıtlı olduğu için, Charles Hostler öğrenci merkezi tasarımına bir depolama sistemi dahil edilmiştir. Bu sistemden sadece duşlarda, tuvaletlerde kullanılacak su temin edilmektedir. Tromp duvarları, iç mekânların ısıtma ve soğutmasına fayda sağlarken, güneş panelleri ile ısıtılan su havuzda ve diğer kullanım alanlarında ekonomi sağlamaktadır. Yaz aylarında da soğuk su üretimi için deniz enerjisi tercih edilmektedir.²³¹

²³¹ A I A / C O T E Top Ten Green Projects,2009.

6.5. Chartwell Okulu, Kaliforniya

Chartwell Okulu öğrenme zorluğu çeken çocuklara eğitim vermektedir. İlköğretim çağındaki çocuklara hizmet veren okul Monterey Bay bölgesinde yer almaktadır. Tasarımının özgünlüğünün yanı sıra, yapı çevreye duyarlı yapısı ve sürdürülebilir tutumu ile Monterey Bay'a bakan bir tepenin üzerinde yer almaktadır.



Fotoğraf 24. Chartwell Okulu



Fotoğraf 25. Chartwell Okulu



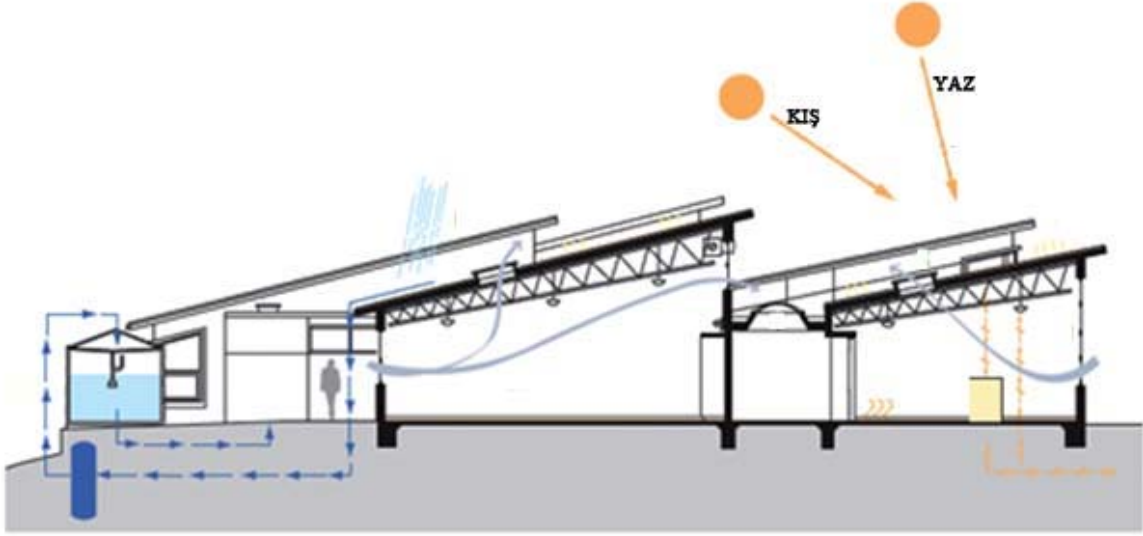
Fotoğraf 26. Chartwell Okulu

Okul, toplam maliyetin düşük tutulması prensibi ile tasarlanmıştır. Engelli çocuklara eğitim veren okul yapısı, çocukların performansını arttıracak ve iç mekânda sınırlı bütçe ile konfor koşullarını sağlayacak bir tasarıma sahiptir. Yüksek performans amaçlarına ulaşabilmek için uluslar arası LEED standartlarına uygun olarak planlanmıştır. Sürdürülebilir yapı tasarım ilkeleri ile mevsimine uygun havalandırma ve uygun aydınlatma koşulları öğrenmek için en ideal olan düzeyde sağlanmıştır.²³²



Plan 6. Chartwell Okulu Planı

²³² www.chartwell.org



Kesit 5. Chartwell Okulu (Havalandırma ve aydınlanma şeması)

Yapıda kuzey kısmında kütüphane ve çok amaçlı salon yer alırken, güney yönünde idare birimleri ve sınıflar bulunmaktadır. Yapılar, tek kat döşemesi üzerine ahşap çerçevesi sistem ile inşa edilmiştir. Böylece hem çocukların kullanacağı mekân doğal bir malzeme ile oluşturulmuş hem de maliyet kontrolü sağlanmıştır. Aynı zamanda sökülebilir bir sistem kullanılarak daha sonra şuan eğitim yapısı olarak kullanılan yapının dönüşebilirliği hedeflenmiştir. Şuan 8-10 öğrencilik olan sınıfların ileride aralardaki panelleri kaldırılarak daha geniş mekânlar elde edebilmek üzere esnek bir plan şeması tercih edilmiştir.

Okulun tüm yıl boyunca kullandığı elektrik enerjisini üreten güneş panelleri çatıda yer almaktadır. Aynı zamanda çatıdan toplanan yağmur suları bir depolama sistemine gönderilmekte ve arıtılarak, ihtiyaç olduğunda kullanım suyu olarak iş görmektedir. Çatıdaki güneş panellerinden sağlanan enerjinin fazlası depo edilmekte ve gece saatlerinde de kullanılmaktadır. Bu özellikleri ile Chartwell okulu ekonomik ve doğal yapı malzemeleri işe üretilmiş doğaya dost insan sağlığına zararı bulunmayan bir yapıdır. İhtiyacı olan elektrik ve su gereksinimlerini de yağmur suyu ve güneş panellerinden elde etmesi özelliği ile işletim maliyetlerini düşüren bir tasarım niteliğine sahiptir.²³³

²³³ www.chartwell.org

6.6. Mercedes Benz Binası, Berlin.

Postdamerplatz'da gerçekleştirilen 18 yapılık projenin 3'ü Mercedes-Benz firması adına tasarlanmıştır. Yapılarda ofis, satış ve konut işlevleri bulunmaktadır. Yapı Renzo Piano ve Christoph Kohlbecker tarafından tasarlanmıştır.



Fotoğraf 27. Mercedes Benz binası ²³⁴

Her üç binada amaç, güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmak, doğal havalandırmayı sağlamak ve enerji tasarrufu yapmaktır. Binaların açık olarak tasarlanan güneydoğu cepheleri, tasarımın ana fikrini oluşturmaktadır. Binaların üst katlarına doğru geri çekilmelerle artan bu açıklık, güneş ışınlarının iç mekânlara girmesini kolaylaştırmaktadır. Bu geri çekilmeler aynı zamanda, kullanıcılar için güney yönüne bakan yeşillendirilmiş terasların oluşmasını sağlamaktadır. Binaların köşelerini belirginleştiren dairesel bölüm, avluya giren güneş ışınlarını arttırmaktadır. ²³⁵

²³⁴ www.galinsky.com

²³⁵ Bozdoğan. B., 2003, Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.



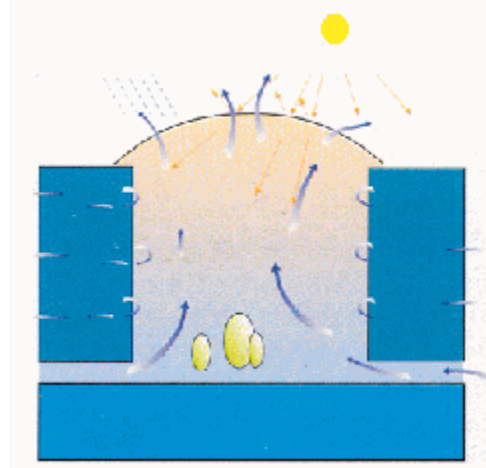
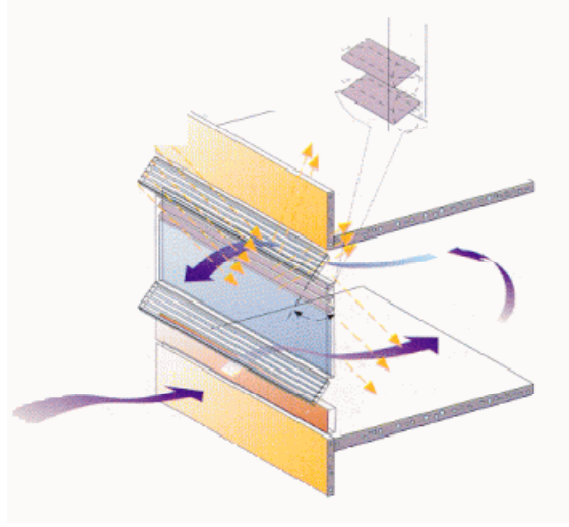
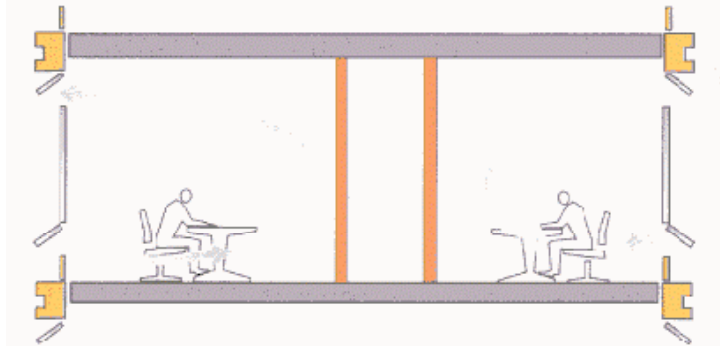
Plan 7. Mercedes Benz binası²³⁶

Binada istenilen ısısal konfor değerlerini sağlamaya odaklanan ve pasif yoldan güneş enerjisi kazanımını arttıran bina kabuğu tasarımı, doğal havalandırma ve gün ışığının etkin kullanımını sağlamak için bireysel kontrol elemanları ile desteklenmektedir. Yaz aylarında pencereler açılarak ve gölgeleme elemanları kullanılarak, istenmeyen ısıdan korunma sağlanmaktadır. Binada yönlerin özelliklerine, dış engellere ve manzaraya göre uygun gölgelemeyi sağlamak için opak ve transparan camlar kullanılmaktadır. Avludaki doğal havalandırma, uygun yerlerden sağlanan hava girişleri, hava çıkışları ve gölgeleme elemanları ile kontrol edilmekte ve baca etkisi oluşturularak hava akımı sağlanmaktadır.

Doğal havalandırmayı optimize etmek ve gece serinli_inden yararlanmak amacıyla, bütün bürolar açılabilir pencereler ve kısmi açılabilir tavan bölmelerine sahiptir. Yapılan bir analize göre binalardaki bu çevresel etkilere dayalı tasarım, Berlin'deki benzer bir başka ofis binasına göre yıllık enerji tüketimi önemli ölçüde az olan bir bina yaratmaktadır. Yaklaşık olarak yapay aydınlatmada %35 ve ısıtma-

²³⁶ www.potsdamerplatz.de

soğutmada %30 enerji tasarrufu sağlanmakta, karbondioksit emisyonu %35 azalmaktadır.²³⁷



Şema 54. Mercedes Benz doğal havalandırma sistemi²³⁸

²³⁷ Bozdoğan. B., 2003, Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

²³⁸ Bozdoğan. B., 2003, Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

6.7. Eichgut Konutları Winterthur, İsviçre

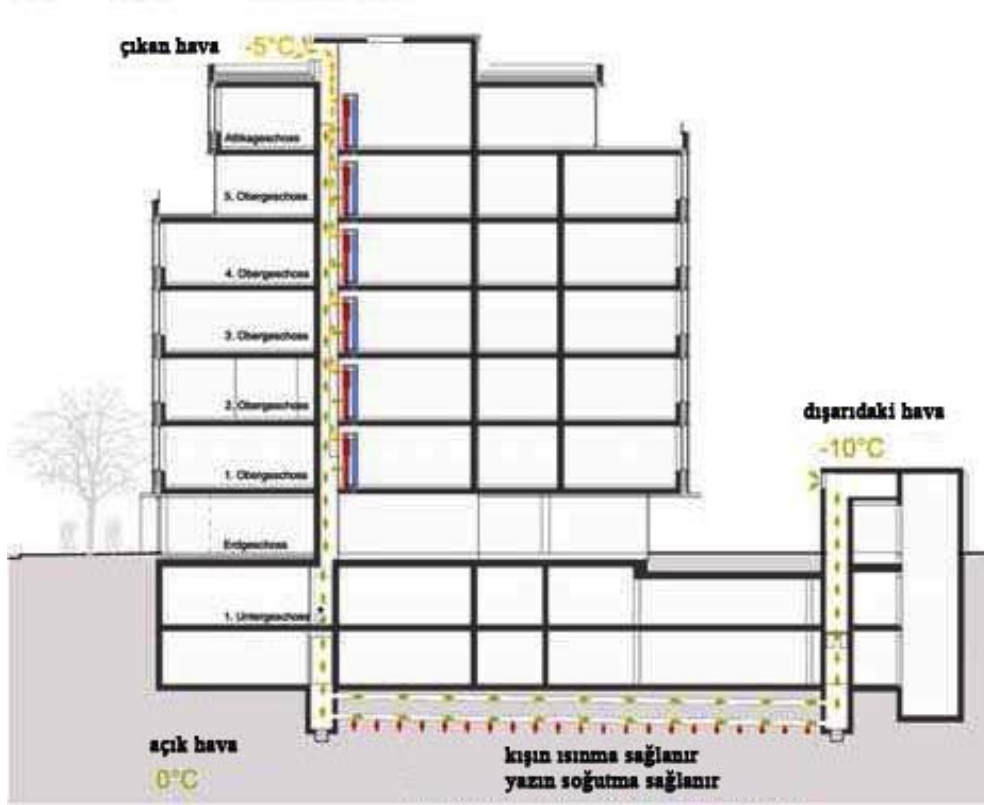
Baumschlager&Eberle mimarlık ofisi tarafından 2005 yılında tamamlanmış bir konut grubudur. İsviçre'nin Winterthur bölgesinde yer almaktadır. Konut grubu, demiryolu ve otoyola olan yakınlığı sonucu kentin çok yoğun, kirliliğe sahip bir bölgesinde bulunmaktadır. Bu sebeple iç mekânda hava kalitesini sağlayacak bir plan şeması tasarlanmıştır. Gürültü ve hava kirliliğiyle baş etmenin ön planda olduğu bu plan şemasında aynı zamanda komşuluk ilişkileri de korunmaya çalışılmıştır. İsviçre standartlarınının 1/10'u kadar enerji harcama imkânı sunan özel bir kat planı tasarımcılar tarafından geliştirilmiştir. Cephelerdeki hareketli cam paneller istendiğinde komşuluk ilişkilerine ve ya mahremiyete olanak sağlamaktadır. 22 metre derinliği olan dairelerin cepheleri opak cam perdelerle kaplıdır. Hareketli cam perdeleri ile mahremiyet sağlanabildiği gibi ışığın mekânın derinliklerine kadar nüfuz etmesi de sağlanmaktadır. ²³⁹



Fotoğraf 28. Eichgut Konutları ²⁴⁰

²³⁹ www.eichgut-winterthur.ch

²⁴⁰ www.eichgut-winterthur.ch



Şema 55. Eichgut konutları toprak altı enerjisi kullanımı ²⁴¹



Fotoğraf 29. Eichgut Konutları hava bacası ²⁴²

²⁴¹ www.eichgut-winterthur.ch

7. Sonuç

Teknoloji ve sanayinin gelişmesi ile birlikte insan hayatının hızlanması ve sonucunda meydana gelen etkiler çevre sorunlarının gün geçtikçe artmasına ve doğal dengenin giderek bozulmasına yol açmıştır. Günümüzde düşük enerji politikalarının geliştirilmesi enerji etkin yapıların üretilmesi ülkeler için gelişmişlik düzeyi olarak kabul edilmektedir. Doğal düzenin bozulması sebep olan sınırlı kaynakların kullanımı ile enerji elde edilmesinin yerine alternatif yenilenebilir kaynakların tercih edilmesi gereklidir.

Ekolojik ve enerji etkin prensiplerle tasarlanan yapılar, üretimleri sırasında doğaya dost malzemeler tercih edilmiş ve işletimleri sırasında sarf edecekleri enerji miktarı ve birim enerji maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir. Günlük hayatta kullanılan enerjinin büyük bir kısmının yapılarda kullanılıyor olması, yapılarda yapılacak enerji tasarrufuna yönelik çalışmaların desteklenmesi gerektiğini işaret etmektedir. Ülkemiz alternatif enerji kaynakları yönünden oldukça geniş imkânlarla sahiptir. Hemen her mevsim güneşlenme sağlanmaktadır ve güneş enerjisi ile yapılarda hem ısıtma sağlanmakta hem de elektrik enerjisi üretilebilmektedir.

Alternatif enerji üretim sistemlerinin ve düşük enerji mimarlığı prensiplerinin yapıya katılması tasarım aşamasında olmalıdır. Henüz tasarım aşamasında alınan kararlar uygulama aşamasında fayda sağlamaktadır. Aynı zamanda aktif enerji sistemlerinin pasif enerji sistemler ile birlikte düşünülmesi ilerleyen dönemlerde yapıyı kullanan kişilerin herhangi bir problemten dolayı mağdur kalmalarının önüne geçer. Tasarlanan yapının iklimsel, topografik özellikleri ve kullanıcı beklentileri göz önünde bulundurularak yapının enerji tüketimini azaltacak, uygulama ve işletim maliyetlerini düşürecek aynı zamanda iç mekânda gerekli konfor koşullarını sağlayacak tasarım prensipleri üzerinden planlama yapılmalıdır.

Sınırlı kaynakların kullanımının azaltılması, alternatif enerji kaynaklarına yönelmek, yapıların enerji etkin ve sürdürülebilir tasarlanması; gelecek kuşaklardan emanet almış olduğumuz milli servetimize sahip çıkmamızı sağlayacaktır. Doğal denge korunacak ve ülke ekonomisi bu ilkeler ile kalkınacaktır.

²⁴² www.eichgut-winterthur.ch

Kaynaklar:

- Akman, A., 1999, Ekolojik ve Biyolojik Yapı Uygulamaları, Yapı Dergisi, Sayı:213.
- Akten, M., Akten, S., 2008, Kentsel Atıksu Yönetimi ve Atıksuların Yeniden Kazanımında Yapay Sulak Alanların Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri, TMMOB, 2. Su Politikaları Kongresi.
- Akyürek, Y., 2003, Güneş, Uygarlık, Cam.
- Akyürek, Y., 2003, Yetenekli Camlar ve Akıllı Çözümler, Dizayn Konstrüksiyon, sayı:216
- Altın, Vural, 2002, Bilim ve teknik, Ocak sayısı
- Ar, F., Akdağ, F., Malkoç, Y., Çalışkan, M., Biyokütle enerjisi ve Biomotorin
- Avlar, E., Limoncu, S., 2001, Yapı Malzemesi Olarak Ahşap ve Ahşap Yapı Sistemleri, Yapı Dergisi, Sayı:241
- Ayçam, İ., Utkutuğ, G., Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.
- Aykal, F.D., Gümüş, B., Akça, Y.B.Ö., 2009, Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Kullanılması, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.
- Bayraktar, M., Yılmaz, Z., Bina Enerji Tasarrufunda Pasif Akıllılığın Önemi
- Bektaşoğlu, M., 1999, Çevre, Diyanet Dergisi.
- Bostancıoğlu, E., Birer, E.D., 2004, Ekoloji ve Ahşap- Türkiye’de Ahşap Malzemenin Geleceği, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Sayı: 2.
- Bozdoğan. B., 2003, Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bulut, H., 2009, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları
- Bulut, H., Çetiner, C., Güneş Enerjisi Laboratuar Föyü.
- Canan, F., Bakır, İ., 2008, Toplu Konut Alanlarında Yapılaşma Yoğunluğunun Güneşlenmeye Göre Belirlenmesi
- Candan, E., Akbey, F., Başer, N.E., Bilgi Ekonomisi Ve Birikim Sürecinin Mekandan Kopması

- Coskun, C., 2008, Yeşil enerji etkin akıllı villalara yönelik özgün bir tasarım.
- Coşkun, C., Oktay, Z., Sarpdağ, Ö., Coşkunyürek, A.H., Evciman, M., 2008, Yeşil Enerji Etkin Akıllı Villalara Yönelik Özgün Bir Tasarım, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.
- Çakmanus, İ., 2004, Enerji Etkin Bina Tasarım Yaklaşımı
- Çelik, C., 2008, Binalarda Enerji Verimliliği
- Çiftçi, H., Kaplan, Ş.Ş., Köseoğlu, H., Karakaya, E., Kitiş, M., 2007, Yapay Sulak Alanlarda Atıksu Arıtımı ve Ekolojik Yaşam, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
- Çolak, İ., Demirtaş, M., Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretiminin Türkiye'deki Gelişimi
- Çolak, L., Güneş Enerjisi Uygulamalarının Yaygınlaştırılmasında Yük Faktörü, Ar-ge Destekleri ve Teşviklerin Önemi
- Çukurçayır, A., Sağır, H., Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları
- Eğrican, N., Onbaşıoğlu, H., Pasif Güneş Sistemleri
- Erbaş, E., 2001, Enerji kaynak çeşitliliğine dayalı konut alanları planlaması için temel ilkeler ve ölçütlerin belirlenmesi üzerine bir çalışma, İstanbul
- Erdoğan, D., Yenilenebilir Enerji Kaynakları
- Ersoy E., Küçükbayrak S., 21. yüzyılda bütün yönleri ile enerji
- Esin, T., 2006, Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı, İzolasyon Dünyası Dergisi.
- Gençoğlu, M.T., Cebeci, M., 2001, Dünya ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu
- Göksu, R., 1997, Çevre Sorunlarına Yaklaşımda TMMOB Çevre Mühendisleri Odası'nın Konumu ve Çevre Mühendislerinin İşlevi, 2. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi.
- Güleç, Derya, 2007, Bina enerji performans simülasyonunun mimari tasarım stüdyosuna entegrasyonu, Yüksek lisans tezi, Ankara
- Günaydın, H.M., Zağpus, S., Türkiye'de Bina Otomasyon Sistemlerinin Mimarlar Tarafından Algılanması, Akıllı Bina Tasarım Süreci ve Kalitesi, VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi.

- Günerhan, G.G., Güneş Enerjisinin Aktif Sistemlerle Isıtma Amaçlı Kullanımı
- Güngör, A., Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı.
- Güven, Ş., Üçgül, İ., Şenol, R., 2005, Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi.
- Hacaloğlu, A., 2007, Sürdürülebilir Apartman Tasarımı, Yapı dergisi.
- Halifeoğlu, F.M., 2006, Savur Geleneksel Kent Dokusu İle Sosyal Yapı İlişkisi Üzerine Bir inceleme.
- Harputlugil, G.U., 2009, Enerji Performansı Öncelikli Mimari Tasarım Sürecinin İlk Aşamasında Kullanılabilecek Tasarıma Destek Değerlendirme Modeli, Doktora Tezi, Ankara.
- Hisarlıgil, H., 2009, Enerji Etkin Planlamada Konut Adası Tasarımı: Hipotetik Konut Adalarının Ankara Örneğinde Mikroklima Analizi, Doktora Tezi, Ankara.
- Karabaş, B., 2008, Sosyal Sınıfların Şekillendirdiği Kent: Londra, www.arkitera.com
- Karademir, G., 2007, Biyoteknoloji, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Ankara
- Kaymakçıoğlu, F., Çirkin, T., Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi
- Kılıç, A., 1993, Güneş Enerjisi ve Uygulamaları, Tesisat Mühendisliği Dergisi.
- Kıncay, O., Bekiroğlu, N., Yumurtacı, Z., Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller) I. Bölüm.
- Kulözü, N., Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği
- Kumbur, H., Özer, S., Özsoy, D., Avcı, D., Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması
- Künar, A., ODTÜ-MATPUM, Enerji Etkin ve Yenilenebilir Enerji Kullanımlı Yapı Tasarım-Proje-Uygulama Merkezi.
- Oğultekin, G., Tapan, M., Şener, S.M., 2008, Yüksek teknoloji yapılarında biçim/sentez ilişkisi
- Ok, V., Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.
- Özbalta, T.G., Mimari, Güneş ve Teknoloji İlişkisi

Özbalta, T.G., Özbalta, N., Dış Duvarlarda Saydam Yalıtım Uygulamasının Isıtma Enerjisine Katkısı.

Özdemir, M.A., İklim Değişmeleri ve Uygarlıklar Üzerindeki Yansımalarına İlişkin Bazı Örnekler

Özil, E., Uyar, T.S., Güneş Enerjisi Teknolojisindeki Gelişmeler

Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım

Öztürk, H.K., Yılcı, A., Atalay, Ö., 2005, Konutlarda Doğal ve Zorlanmış Hava Hareketleri, Tesisat Mühendisliği Dergisi.

Rehau 2009 kataloğu

Sabır, H., Küreselleşme Sürecinde Türkiye'de Enerji Sorunu

Sakınç, E., Sözen, M.Ş., 2008, Güneş Enerjili Etkin Sistemlerin Yapılarda Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi. Dergisi.

Savaşır, K., Beğç, H., Giydirmeye Cephelerde Kullanılan Camların Isı Yalıtımı ve Maliyet Açısından Performanslarının Karşılaştırılması

Sezer, R.A., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Elektrik Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları

Soysal, S., 2008, Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketim İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Sönmez, M., 2003, 100 Göstergede Kuruluştan Çöküşe Türkiye Ekonomisi

Sülün, M., 2007, Rüzgar enerjisi, Bitirme projesi, İzmir

Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi Türkiye Ulusal Raporu,2002

Şahin, E., Dostoğlu, N., 2007, Kentsel Mekan Tasarımında Doğal Verilerin Kullanılması

Tabak, C., Dinçer, H., Karayazı, K., Arslan, E., Yıldız, M., Karayazı, S., Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri ile Elektrik Enerjisi Üretimi

Tabakoglu, Ö., 2007, Hidrojen Enerjisi & Hidrojenin Binalarda Kullanımı

Taş, E., Yapının Maliyeti Etkileyen Faktörler

Taşgetiren, S., 1998, Rüzgar enerjisi.

Tmmob oda raporu, 2008, Yenilenebilir enerji kaynakları

Toka, B., Jeotermal Enerji

Topay, M., Yılmaz, B., Biyoklimatik Konfora Sahip Alanların Belirlenmesinde CBS'den Yararlanma Olanakları: Muğla İli Örneği.

tr.wikipedia.org

Tunçalp, K., Sucu, M., Oğuz, Y., Değişik İklim Şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği

Üçgül, İ., Delikanlı, K., Öztürk, M., Şenol, R., Yüksek Sıcaklıklı Güneş Enerjisi Alıcı Sistemleri İçin Malzeme Seçimi

Ülgen, K., Binaların Pasif Güneş Enerjili Sistemler Yardımıyla Isıtılması

Ün, Ü.T., Dalga Enerjisi, Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu

www.akademimuhendislik.net

www.arch.mcgill.ca

www.arkitera.com

www.asmaz.com.tr

www.biopark.com.tr

www.cevreonline.com

www.eia.doe.gov

www.eie.gov.tr

www.ekoses.com

www.elektroteknoloji.com

www.emo.org.tr

www.energyquest.ca.gov

www.enerji.gov.tr

www.evdose.com

www.fizik.biz

www.fizikkulubu.net

www.gunesenerji.blogcu.com

www.gunesevi.org

www.icmimarlik.org

www.kimyamuhendisi.com

www.makaleler.ahsapkarkas.com

www.mardin.gov.tr

www.metronomenerji.com

www.ozenerji.com.tr

www.pasolar.ncat.org

www.stratim.org.tr

www.unienerji.com

Yapı Teknolojisinde Yenilenebilir Enerjiler ve Alternatif Sistemler, 2009, yapi.com.tr

Yıldırım, A.E., Çobanoğlu, N., 2009, Biyoetik Bir Miras: Geleneksel Yerleşim Biçimlerinde Biyoetik Değerler, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi

Yılmaz Ö., Hidroelektrik Enerji Üretiminin Çevresel Boyutları

Yılmaz, Z., Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi

Yılmaz, Z., Yapı Fiziği ve Bina Enerji Performansı

Yüksek, İ., Esin, T., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yapılarda Kullanım Olanakları

Zik, O., Karni, J., Kribus, A., The Trof: A New Degree of Freedom for Solar Enerji Systems.

Zor, M., İklim Bilgisi, e-cografya.com

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 27.05.1984

Doğum Yeri: Bursa

İlkokul: Özel İnal Ertekin İlkokulu

Ortaokul:1996-2000 Bursa Anadolu Lisesi

Lise:2000-2003 Bursa Anadolu Lisesi

Lisans: 2003 – 2007 T.C. Haliç Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mimarlık Bölümü

Çalıştığı Kurumlar: 2008 AKD Mimarlık - Bursa