T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOKLİMATİK MİMARİ UYGULAMALARININ İNCELENMESİ - YUNANİSTAN ÖRNEĞİ

OMER CHOUSEIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

YRD. DOÇ. DR. SEMİHA KARTAL

EDİRNE, 2013

BİYOKLİMATİK MİMARİ UYGULAMALARININ İNCELENMESİ –

YUNANİSTAN ÖRNEGİ

OMER CHOUSEIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANA BİLİM DALI

2013

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof.Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof.Dr. Burcu ÖZGÜVEN
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Semiha KARTAL
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş,kapsam ve niteliği açısından Mimarlık Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri İmza

Prof.Dr. Türkan Göksal ÖZBALTA

Prof.Dr. Sabit OYMAEL

Yrd.Doç.Dr. Semiha KARTAL

Tarih: 04.06.2013

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

04 / 06 / 2013

Omer Chousein

Yüksek Lisans Tezi
Biyoklimatik Mimari Uygulamalarının İncelenmesi – Yunanistan Örneği
T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

ÖZET

Yapılarda enerji harcamalarının önemli bir bölümü ısıtma ve iklimlendirme amacına yönelik olarak tüketilir. İklimsel konfor koşullarının sağlanması, rahat ve huzurlu hissetme, kullanıcı performansı ve iş verimi açısından önemlidir. Ancak yapay ısıtma ve iklimlendirmede kullanılan fosil kökenli enerji kaynaklarının giderek azalması ve maliyetlerinin artması, ayrıca atıklarının insan sağlığını ve ekolojik dengeleri bozacak düzeye ulaşması, hem enerjinin verimli kullanımını hem de mimari tasarımda alınacak önlemlerle doğal kaynaklardan yararlanmayı zorunlu kılmaktadır. Özellikle sanayi devriminden sonra teknolojik gelişimlere bağlı olarak enerji tüketiminin söz konusu olduğu sektörlerde soruna çözüm getirmesi açısından biyoklimatik mimari anlayışı önemli bir potansiyele sahiptir.

Bu çalışmada, biyoklimatik mimarinin enerji etkin yapı tasarımındaki önemi vurgulanarak, yapılarda ısıtma, soğutma ve aydınlatma giderlerinin doğal yollarla azaltılmasında kullanılacak yöntemler açıklanmıştır. Bu bağlamda Yunanistan iklim şartları altında uygulanmış biyoklimatik yapılar incelenmiş ve ülkenin biyoklimatik yapı profili oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde çalışma ile ilgili genel değerlendirme yapılarak Sürdürülebilir Kalkınma açısından Avrupa Birliği'nin enerji verimliliği ile ilgili politikaları ve bu politikaların Yunanistan'daki etkilerinden söz edilmiştir. Çalışmanın amacı, yöntemi, kapsamı, gerekçesi belirtilmiş ve bu konu ile ilgili literatür çalışması yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, biyoklimatik mimari kavramı ve biyoklimatik mimariyi etkileyen fiziksel çevreye, yapılı çevreye ve kullanıcılara ilişkin tasarım parametreleri açıklanmıştır.

Üçüncü ve dördüncü bölümlerde, biyoklimatik mimaride kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynaklardan güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinden etken ve edilgen yararlanma yöntemleri araştırılmıştır. Bu yöntemler, ısıtma, soğutma ve aydınlatma başlıkları altında incelenmiştir.

Beşinci bölümde ise Yunan mimarisinin mekansal analizi, Yunanistan'ın iklim şartları ve Yunanistan'daki enerji ve iklim değişikliği ile ilgili politikalar açıklanmıştır.

Altıncı bölümde ise Yunanistan'da uygulanmış biyoklimatik yapılardaki enerji etkin yaklaşımlar incelenmiştir.

Sonuçlar ve değerlendirme bölümünde ise, Yunanistan'daki biyoklimatik uygulamalar, bulundukları iklim bölgesine, yapıların işlevlerine, yapıların fiziksel ve yapılı çevre parametrelerine uygunluğuna ve yapılarda kullanılan etken ve edilgen yöntemlere göre analiz edilmiştir. Sonuç olarak Yunanistan'ın biyoklimatik mimari profili oluşturulmaya çalışılmıştır.

Yıl : 2013

Sayfa Sayısı : 127

Anahtar Kelimeler : Biyoklimatik Mimari, Enerji Etkin Yapılar, Etken ve edilgen Yöntemler, Yunanistan İklim Şartları

Master Thesis
Examination of Bioclimatic Architecture Applications – Example of Greece
Trakya University Institute of Science
Department of Archiecture

ABSTRACT

A significant part of energy expenditure in buildings has consumed for the purpose of heating and air-conditioning. Providing the climatic comfort conditions and feeling comfortable and tranquility, is important for user performance and business efficiency. However, a gradual decrease of fossil-based energy sources which used for artificial heating and air-conditioning and an increase of costs also a reach of wastes to a disrupt level for human health and ecological balance, are required to efficient use of energy as well as utilization of natural sources by architectural measures. Especially, after the industrial revolution, depending on the technological developments in the case of energy consumption sectors, bioclimatic architecture consept, has a significant potantial to bring a solution to the problem.

In this study, it has been emphasized the importance of bioclimatic architecture for designing energy-efficient buildings and it has been explained methods for reduction of heating, cooling and lighting costs through natural sources. In this context, it has been examined the bioclimatic structures that were applied under the climatic conditions of Greece and has been tried to be created a bioclimatic building profile of the country.

In the first section of the study, it has been made an overall assessment of the work and it has been mentioned the policies of European Union in terms of Sustainable Development on energy efficiency and the effects of these policies in Greece. However, it has been given an information about the purpose, the method, the content and the reason of this study and it has been done a literature study for the theme of thesis.

In the second section, it has been described the concept of bioclimatic architecture and design parameters related to the physical environment, the built environment and the users that influence the bioclimatic architecture.

In the third and the fourth sections, it has been investigated the renewable energy sources that used in bioclimatic architecture and the active and passive benefit methods of these energy sources from the sun and wind. These methods have been examined under the headings, heating, cooling and lighting.

In fifth section, it has been focused on spatial analysis of Greek architecture, on climatic conditions of Greece and on policies about energy and climate change in Greece.

In sixth section, it has been examinated energy-efficient approaches on bioclimatic buildings in Greece.

In the results and the evalution section, it has been analyzed bioclimatic architecture in Greece, by climatic zones, by function of buildings, by suitability of buildings to the physical and build envinonment factors and by active and passive methods which used on buildings. As a result, it has been tried to be created the profile of bioclimatic architecture in Greece.

Year : 2013

Number of pages : 127

Keywords : Bioclimatic Architecture, Energy Efficient Buildings,
Active and Passive Methods, Climate Conditions in Greece

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında büyük emeği olan değerli hocam sayın **Yrd. Doç. Dr. Semiha Kartal**'a tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın altyapısını oluşturan biyoklimatik yapılarla ilgili bilgileri ve verileri benimle paylaşan, biyoklimatik mimari alanında tecrübeli mimar sayın **Aleksandros Tombazis**'e, değerli vaktini bana ayıran **Doris Moralidis**'e, dil konusunda yardımlarını esirgemeyen kuzenim **Ferişte İsmail**'e ve bana yardımı dokunan tüm arkadaşlarım ve meslektaşlarıma teşekkür ederim.

Yüksek lisans derslerinde değerli bilgilerini benimle paylaşan tüm hocalarıma, eğitim süresi boyunca birbirmize maddi ve manevi destek olduğumuz, bu sürece keyif katan yol arkadaşlarım, **Sibel İsmail, Selda Hasan, Aslı Mustafa ve Belgin İbram**'a çok teşekkür ederim.

Son olarak beni bu günlere kadar yetiştiren ve hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan sevgili annem **Cahide Hüseyin** ve babam **Mustafa Zeki Hüseyin**'e, varlığıyla bana güç veren, beni her zaman destekleyen sevgili eşim **Tuğba Gencer**'e sabrı ve anlayışı için çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ……. i
ABSTRACT …….. iii
ÖNSÖZ …….. v
İÇİNDEKİLER ……. vi
ŞEKİLLER DİZİNİ ……. ix
TABLOLAR DİZİNİ …… xii
GRAFİKLER DİZİNİ ……... xiii
BÖLÜM 1. GİRİŞ ……. 1
1.1. Çalışmanın Amacı …….. 2
1.2 Çalışmanın Yöntemi …… 2
1.3 Çalışmanın Kapsamı ve Gerekçesi …….. 2
1.4 Literatür Taraması ……... 3
BÖLÜM 2. BİYOKLİMATİK MİMARİ ve ETKİLEYEN PARAMETRELER …… 7
2.1 Fiziksel Çevreye İlişkin Parametreler ……. 9
2.2 Yapılı Çevreye İlişkin Parametreler ……... 10
2.3 İç Mekana ve Kullanıcılara İlişkin Parametreler ……. 12
BÖLÜM 3. BİYOKLİMATİK MİMARİDE KULLANILAN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ve AKTİF YARARLANMA YÖNTEMLERİ …… 15
3.1. Güneş Enerji ……... 16
3.2. Rüzgar Enerjisi ……... 18
3.3. Jeotermal Enerji ……... 20
3.4. Biyokütle Enerjisi ……... 21
BÖLÜM 4. BİYOKLİMATİK MİMARİDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN PASİF ve KARMA YARARLANMA YÖNTEMLERİ …… 22
4.1. Isıtma Enerjisi için Pasif ve Karma Yararlanma Yöntemleri …….. 23
4.1.1. Güney açıklıkları …… 23
4.1.2. Çatı açıklıkları …… 24

4.1.3. Güneş duvarları(Trombe + Güneş duvarları) ……. 24
4.1.4. Kış bahçeleri ……... 26
4.1.5. Su duvarları …….. 27
4.1.6. Çatı havuzları …….. 27
4.1.7. Termosifon sistemler …….. 28
4.1.8. Saydam yalırımlı duvarlar …….. 29
4.1.9. Çift kabuklu cepheler …….. 30
4.2. Soğutma Enerjisi İçin Pasif ve Karma Yararlanma Yöntemleri …….. 30
4.2.1. Havalandırma yoluyla soğutma …….. 31
4.2.2. Işıma yoluyla soğutma …… 32
4.2.3. Buharlaşma yoluyla soğutma ……. 33
4.2.4. Toprakla soğutma ……... 34
4.3 Aydınlatma Enerjisi İçin Pasif ve Karma Yararlanma Yöntemler …….. 35
4.3.1. Pencereler ……... 36
4.3.2. Çatı ışıklıları …….. 37
4.3.3. Işık rafları ……... 37
4.3.4. Işık panjurları ……. 38
4.3.5. Işık tüpleri …….. 39
4.3.6. Heliostat ……. 40
4.3.7. Prizmatik sistemler ……. 41
4.3.8. Pasif aydınlatmada kullanılan özel camlar ……. 42
BÖLÜM 5. YUNANİSTAN İKLİM ŞARTLARINDA BİYOKLİMATİK MİMARİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ …….. 46
5.1 Yunan Mimarisi ……... 46
5.2 Yunanistan İklim Şartları ……. 48
5.3 Yunanistan Enerji ve İklim Değişikliği Politikaları …… 52
BÖLÜM 6. YUNANİSTANDAKİ BİYOKLİMATİK UYGULAMALARIN İNCELENMESİ …… 57
6.1. İraklio'da Biyoklimatik "Akıllı" Ev ……..……. 57
6.2. Kifisia'da Çift Konut ……. 59
6.3. Paiania'da Enerji Etkin ve Akıllı Ev …….. 61
6.4. Biyoklimatik Apartman "OPIO 72" …….. 62

6.5. Amarousio'da Ofis Binası ……. 64
6.6. Delfi Müzesi'nin Biyoklimatik Yenilemesi ……... 66
6.7. Attiki'de Biyoklimatik Şaraphane …….. 68
6.8. ABAX Ofis Binası ……. 70
6.9. Ambelokipous'ta Biyoklimatik Ofis Binası …….. 73
6.10. Papageorgiou Vakfı Eğitim Hastanesi …….. 74
6.11. Selanikte Biyoklimatik Konut …….. 77
6.12. Kifisia'da Biyoklimatik Yapı Kompleksi ……. 80
6.13. K.A.Π.E Biyoklimatik Ofis Binası ……... 81
6.14. Ksanthi'de Biyoklimatik Konut …… 83
6.15. Andro'da Biyoklimatik Okul Binası ……. 85
6.16. Trikala Adliye Konağı'nın Genişletilmesi …… 87
6.17. Attiki Korusunda Biyoklimatik Konut ……. 89
6.18. Selanik'te Yapı Malzemeleri Alışveriş Merkezi ……..…. 91
6.19. Malesina'da Biyoklimatik Konut ……. 92
6.20. Atina Ambelokipous'ta Güneş Evi ……... 93
6.21. Filothei'de Üç Katlı Konut ……... 96
6.22. Larisa'da Biyoklimatik Konut …….. 98
6.23. Atina'da İşçi Evlerinin Yenilenmesi …… 99
6.24. Paiania'da Biyoklimatik Ev ……. 102
6.25. Anatolia Koleji'nin Yenilenmesi …….. 103
6.26. Biyoklimatik Yapı Tabloları ……. 105
BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME ……. 114
KAYNAKLAR …….. 120
ÖZGEÇMİŞ …….. 126
EKLER DİZİNİ ……... 127

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Biyoklimatik mimarinin, ekoloji ve sürdürülebilirlik ile ilişkisi ….	6
Şekil 2.2.	Biyoklikmatik bina modelini oluşturan disiplinler …….	7
Şekil 3.1.	Çatıda ve cephede kullanılan fotovoltaik sistemler ……	17
Şekil 3.2.	Yatay ve dikey eksenli rüzgar türbinleri ……	19
Şekil 3.3.	Jeotermal ısı pompası-kapalı sistem ……...	21
Şekil 4.1.	Çatı açıklıklarına örnek ……..	24
Şekil 4.2.	Trombe duvarı detayı …….	25
Şekil 4.3.	Metal güneş duvarı …….	26
Şekil 4.4.	Konutlarda kış bahçesi uygulaması ……	26
Şekil 4.5.	Su duvarından yararlanan konut …….	27
Şekil 4.6.	Çatı havuzu çalışma prensibi ……..	28
Şekil 4.7.	Termosifon sistemin çalışma prensibi ……	28
Şekil 4.8.	Saydam yalıtım uygulaması ……...	29
Şekil 4.9.	Çift kabuk cephe sistemleri ……	30
Şekil 4.10.	Güneş bacasının çalışma prensibi ……...	33
Şekil 4.11.	Toprakla soğutmanın şematik gösterimi ……	35
Şekil 4.12.	Günışığından yararlanmada çağdaş sistemler ……	36
Şekil 4.13.	Yatay çatı açıklığı ……	37
Şekil 4.14.	Işık rafı uygulaması ……	38
Şekil 4.15.	Işık panjurlarının şematik gösterimi ……	39
Şekil 4.16.	Işık panjurlarının işleyişi ……	39
Şekil 4.17.	Işık tüpünün şematik gösterimi ……..	40
Şekil 4.18.	Yönlendirme aynası ……	41
Şekil 4.19.	Heliostatın sisteminin şematik gösterimi …….	41
Şekil 4.20.	Heliostat uygulamasında kullanılan ışık borusu …….	42
Şekil 4.21.	Prizmatik sistemler …….	43
Şekil 4.22.	Prizmatik panellerin farklı açılarda kullanımı ……	43
Şekil 4.23.	Elektrokromik camların yapılarda kullanımı …….	45
Şekil 4.24.	Sıvı kristal camların çalışma prensibi ……	45
Şekil 5.1.	Attalos Stoası …….	48

Şekil 5.2. Yunanistan iklim bölgeleri haritası …… 50
Şekil 5.3. Yunanistan iklim kuşakları ……. 51
Şekil 6.1. İraklioda biyoklimatik konut …….. 57
Şekil 6.2. Gündüz ve gece havalandırması ……. 58
Şekil 6.3. Güneydoğu cephesinde güneş kırıcılar ve güneş bacası …… 60
Şekil 6.4. Yaz ve kış dönemlerinde güneş bacasının çalışma şeması ……. 60
Şekil 6.5. Paiania'da akıllı evin dış görünüşü …… 61
Şekil 6.6. OPIO 72'nin dış görünüşü …… 63
Şekil 6.7. OPIO 72'de kullanılan biyoklimatik unsurlar ……... 63
Şekil 6.8. Amarousio'da ofis binaları ……. 65
Şekil 6.9. Delfi Arkeoloji müzesi'nin dış görünüşü ……... 67
Şekil 6.10. Biyoklimatik şaraphanenin dış görünüşü ……... 69
Şekil 6.11. Yaz ve kış dönemlerinde, biyoklimatik unsurların gece-gündüz işleyişi ……... 70
Şekil 6.12. ABAX ofis binası dış görünüş ……... 71
Şekil 6.13. Isıtma ve soğutma sisteminin çalışma prensibi …….. 72
Şekil 6.14. Kuzey-batı ve doğu cephesi ……... 73
Şekil 6.15. Soğutma kulesi, havalandırılan-açık ve kapalı giydirme cephe …. 74
Şekil 6.16. Papageorgiou Vakfi Eğitim Hastanesi ……... 75
Şekil 6.17. Yapıda kullanılan biyoklimatik unsurlar …… 77
Şekil 6.18. Çift kabuk arsındaki boşluğu ısıtma ve soğutma boruları ……... 78
Şekil 6.19. Yapı kompleksi ……. 80
Şekil 6.20. İç mekan görünüşü ve şeffaf dolaşım ağları ……... 81
Şekil 6.21. K.A.Π.E. Ofis Binası ……. 82
Şekil 6.22. Ksanthi'de biyoklimatik konut ……... 84
Şekil 6.23. Yaz ve kış dönemlerinde biyoklimatik unsurların işleyişi ……. 84
Şekil 6.24. Andro'da biyoklimatik okul binası …… 85
Şekil 6.25. Biyoklimatik okulun planı ve perspektif görünüşü …… 86
Şekil 6.26. Trikala Adliye Konağı'nın yeni ve eski binaları …… 87
Şekil 6.27. Termosifon panellerinin işleyişi ……. 89
Şekil 6.28. Binanın görünüşü ve planı …….. 89
Şekil 6.29. Yapı malzemeleri alışveriş merkezi ……... 91

Şekil 6.30. Binanın dış görünüşü …….. 92
Şekil 6.31. Güneş evi'nin iç ve dış görünüşü ……... 94
Şekil 6.32. Yapının aksonometrik görünümü ……... 95
Şekil 6.33. Filothei'de Üç katlı konut ve kış bahçesi ……... 96
Şekil 6.34. Konutun kesitleri …… 97
Şekil 6.35. Yapının dış görünüşü ve trombe duvarı detayı …….. 98
Şekil 6.36. A tipi işçi konutları ……. 99
Şekil 6.37. A tipi konutlarda kullanılan biyoklimatik unsurlar …… 100
Şekil 6.38. B tipi işçi konutları ……. 100
Şekil 6.39. B tipi konutlarda kullanılan biyoklimatik unsurlar …… 101
Şekil 6.40. Paiania'da biyoklimatik evin dış görünüşü …… 102
Şekil 6.41. Kolej binalarının önceki ve sonraki görünüşleri …… 103
Şekil 6.42. Dış kabuğa yapılan müdahalenin detayları …… 104

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1.	Biyoklimatik tasarım stratejileri ……	8
Tablo 5.1.	İllerin iklim bölgelerine göre dağılımı ……	51
Tablo 6.1.	Yapılan uygulamaların enerji verimliliği ve CO_2 salınımın etkileri ……	76
Tablo 6.2.	Santorini'de biyoklimatik konut ……	106
Tablo 6.3.	Stymfalia'da doğa müzesi ……	106
Tablo 6.4.	Dorida Dağları'nda yazlık konut ……..	107
Tablo 6.5.	Pirea 12. anaokulu …….	107
Tablo 6.6.	Sxoinia'da triplex konut ……	108
Tablo 6.7.	Otizm'le mücadele merkezi "Perivolaki" ……..	108
Tablo 6.8.	Kifisia'da Konut ……	109
Tablo 6.9.	Adamades'te biyoklimatik apartman …….....	109
Tablo 6.10.	Kalamata'da 120 güneş evi ……	110
Tablo 6.11.	Selanik arkeoloji müzesi ……	110
Tablo 6.12.	Patra'da Arsakeia okulu …….	111
Tablo 6.13.	Ulusal Teknik Üniversite derslikleri ……..	111
Tablo 6.14.	Trikala'da biyoklimatik konut ……...	112
Tablo 6.15.	Attiki'de ofis & depo ……	112
Tablo 6.16.	Filothei'de biyoklimatik konut & ofis ……...	113

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 5.1.	Yunanistanda sektörlere göre sera gazı üretimi …….	54
Grafik 5.2.	Konut- hizmet sektörlerinin yıllara göre CO_2 salınım oranları ..	55
Grafik 5.3.	Sürdürülebilirlik hedefi senaryosuna göre elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar ve yıllara göre dağılımı-TWh ……..	56
Grafik 6.1.	Yapıda kullanılan jeotermal+ısı pompası sisteminin fosil yakıt kullanımı ile karşılaştırılması ……	59
Grafik 6.2.	Geleneksel durumun ısı pompası kullanımı ile karşılaştırılması .	62
Grafik 6.3.	Binanın yıllık toplam ve ayrılmış tüketimi ……	64
Grafik 6.4.	Geleneksel ofis binası ile biyoklimatik ofis binasının enerji gereksinimi ……	66
Grafik 6.5.	Yapının, yapılan müdahaleler öncesindeki ve sonrasındaki enerji tüketimi …….	68
Grafik 6.6.	ABAX ofis binasının geleneksel ofis binalarından farkı ……..	72
Grafik 6.7.	Yapı yönetmeliklerine uygun standart sağlık yapıları ile Papageorgiou Hastanesinin ısıtma-soğutma yüklerinin karşılaştırılması ……...	77
Grafik 6.8.	Geleneksel yapılarla ΚΑΠΕ Ofis Binasının karşılaştırılması …	83
Grafik 6.9.	Okul binasının enerji tüketim verileri-kWh/m^2 ……..	86
Grafik 6.10.	Mevcut yapının enerji tüketimi açısından karşılaştırılması ……	90
Grafik 6.11.	Mevcut yapının geleneksel yapılarla ısıtma ve CO_2 tasarrufu açısından karşılaştırılması ……...	92
Grafik 6.12.	Mevcut yapının enerji tüketimi açısından karşılaştırılması ……	93
Grafik 6.13.	Isıtma enerjisi tüketiminin karşılaştırılması ……..	95
Grafik 6.14.	Geleneksel yapı ile mevcut yapının ısıtma enerjisi tüketiminin karşılaştırılması ……..	97
Grafik 6.15.	A tipi konutlarda ısıtma ve sıcak su gereksinimlerinin önceki duruma göre yüzde olarak …….	102
Grafik 6.16.	Yenileme öncesi ve sonrası enerji tüketimi ve CO_2 salınımında azalma ……	105

Grafik 7.1. Biyoklimatik uygulamaların Yunanistan iklim bölgelerine göre dağılımı ……. 115
Grafik 7.2. Biyoklimatik uygulamaların işlevlere göre dağılımı ……. 115
Grafik 7.3. Tasarımda fiziksel ve yapılı çevreye ilişkin etmenlerin dikkate alınma oranları …… 116
Grafik 7.4. Isıtmada kullanılan edilgen yöntemlerin kullanım oranları ……. 117
Grafik 7.5. Soğutmada kullanılan edilgen yöntemlerin kullanım oranları ... 117
Grafik 7.6. Aydınlatmada kullanılan edilgen yöntemlerin kullanım oranları 118
Grafik 7.7. İncelenen yapılar arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranları …… 119

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ve teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi, enerji talebinin artmasına, buna karşın enerji kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmaktadır. Ülkelerin büyük bir çoğunluğu enerji gereksinimlerini karşılayabilmek için fosil yakıt tüketmekte ve gelirlerinin büyük bir kısmını enerji ithalatına ayırmaktadırlar. Özellikle 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizi, bunun en somut örneklerindendir. Bu nedenle, **"sürdürülebilir kalkınma modeli"** fikri ortaya atılmış ve günümüz ihtiyaçları karşılanırken, gelecek kuşakların ihtiyaçlarının da gözönünde bulundurulması gerektiği bilinci oluşmaya başlamıştır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji tasarrufu konuları önem kazanmıştır.

Dünya genelinde tüketilen enerjinin % 40'lık bir kısmının yapıların ısıtılması, soğutulması ve aydınlatılması için kullanıldığı gözönüne alındığında, sürdürülebilir kalkınma adına atılacak en önemli adımın, yapıların enerji etkin olarak tasarlanmaları olduğu anlaşılmaktadır.

Binaların ısıtma, soğutma ve aydınlatma gereksinimlerinin karşılanmasında güneş, rüzgar ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından pasif olarak yararlanma yöntemleri biyoklimatik mimarinin anahatlarını oluşturmaktadır. Biyoklimatik mimaride, dış ortam ile iç ortam arasında opak ve saydam bileşenlerden oluşan seçici bir kabuk oluşturulmakta ve bu sayede dış ortamın istenmeyen etkilerinden korunurken, gereksinim duyulan etkilerinden de yararlanılmaktadır.

Ülkeler, binalarda enerji tasarrufu sağlamak ve CO_2 salınımını azaltmak amacıyla bu konuda çeşitli çalışmalar yürütmektedirler. AB ülkeleri, binalarda enerji tasarrufu ve zararlı gazların salınımının azaltılması amacıyla, 2002 yılında "Binaların

Enerji Performansı" Yönergesini (2002/91/EC) yayınlamıştır. Yayınlanan bu yönerge, üyeler tarafından kendi ülkelerine uyarlanmıştır.

Yunanistanda, "Binalarda Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik Önlemler" başlığı altında, 2008 yılının Mayıs ayında 3661 sayılı kanun(ΦΕΚ 89/19) yürürlüğe girmiştir. Ekonomi ve Çevre, Enerji ve İklim Değişikliği Bakanlıklarının ortak kararıyla 30/03/2010 tarihinde onaylanan, "Bina enerji verimliliği yönetmeliği"(K.EN.A.K) ile, 3661 sayılı kanunun tam anlamıyla uygulanması için gerekli olan yönetmelik çerçevesi tamamlanmıştır [1].

1.1. Çalışmanın Amacı

Biyoklimatik mimarinin amacı, kullanıcı konforunu sağlayarak, güneş, rüzgar ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından pasif ve aktif olarak yararlanmaktır. Geleneksel binalar ısıtma, soğutma ve aydınlatma için gerekli enerjilerini fosil yakıtlardan karşılarken, biyoklimatik binalar doğal kaynaklardan sağlamaktadırlar.

Bu çalışmada amaç, bina ölçeğinde enerji sorununa çözüm olabilecek biyoklimatik mimarinin özelliklerini tanıtmak, geleneksel yapılara alternatif olarak biyoklimatik mimarinin yaygınlaştırılmasını ve kullanıcılar için iklimsel konfor koşullarının sağlanmasında çözüm önerileri geliştirilmesini sağlamaktır. Bu bağlamda, Yunanistan ölçeğinde biyoklimatik mimari örnekleri incelenerek, ülkenin biyoklimatik yapı profilini ortaya koymak amaçlanmıştır.

1.2. Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmanın hazırlanmasında, ulusal ve uluslar arası tez, makale ve raporlardan yararlanılmıştır. Çalışmada, Yunanistan iklim koşullarında biyoklimatik mimari değerlendirildiği için, ülkedeki biyoklimatik mimari uygulamaları yapan mimarlık büroları ile iletişim kurulmuş ve konu ile ilgili yapmış oldukları uygulamalar ve yayınlamış oldukları yayınlardan yararlanılmıştır.

1.3. Çalışmanın Kapsamı ve Gerekçesi

Ülkeler yaşanan enerji krizinin etkileriyle, gerek politikalarında gerekse sektörel alanlarda enerji tasarrufu ve doğal kaynaklardan yararlanma konuları ile ilgili konulara önem vermeye başlamıştır. Bu bağlamda biyoklimatik mimari, enerji tasarrufu

konusunda bina sektörüne bir çözüm önerisi olabilmektedir. Yapılan çalışma, bu konuya katkı sağlaması açısından önemlidir.

Çalışmada, biyoklimatik mimariyi etkileyen ve binalarda enerji korunumuna yönelik parametreler ele alınarak, biyoklimatik mimaride kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynaklardan ısıtma, soğutma ve aydınlatmada pasif yararlanma yöntemleri açıklanmıştır. Yunanistan iklim ve topografik koşullarında biyoklimatik mimarinin tarihsel gelişimi, günümüzde yapılmış olan biyoklimatik yapılar ve her bölgeye ait biyoklimatik yapı yoğunluğu incelenmiştir.

1.4. Literatür Çalışması

Kartal [2], çalışmasında, kış bahçesi, Trombe duvarı ve saydam yalıtımlı duvar gibi güneş mimarisi elemanlarının, örnek bir yapı üzerinde sağlamış oldukları enerji kazançlarını farklı derece-gün bölgelerinde seçilen iller bazında karşılaştırmıştır. Çalışmasında, hesaplama yöntemi olarak "Kullanılmayan Enerji Yöntemi" ni kullanmıştır. Elde edilen ısı kazançlarının yapıya katkısı araştırılmıştır.

Kısa Ovalı [3], çalışmasında, Türkiye iklim bölgeleri için fiziksel ve yapılı çevre etmenlerini araştırmış ve ekolojik tasarım ölçütleri sistematiğini oluşturmuştur. Bu tasarım ölçütleri sistematiğini Kayaköy yerleşiminde örneklemiştir.

Mantziou [4], yayınlamış olduğu "Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα" adlı kitabında, Yunanistanda konut yapılarının tarihsel gelişimini incelemiştir. Yunanistanda, biyoklimatik olarak tasarlanmış konut ve kamu yapıları uygulamalarını incelemiş ve biyoklimatik mimari alanındaki uygulamaları bir kaynakta toplamıştır.

Tompazis [5], yayınlamış olduğu "Οικολογική Σκέψη & Αρχιτεκτονική" adlı kitabında, biyoklimatik mimaride kullanılan pasif sistemleri ve tasarım ölçütlerini, kendi yapmış olduğu tasarımlarla ve dünya genelinde yapılmış olan tasarımlarla örneklendirmiştir.

Zafeiropoulos [6], çalışmasında biyoklimatik mimariyi ve onu etkileyen parametreleri tanımlamıştır. Ayrıca biyoklimatik mimaride yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma yöntemlerini açıklamış,Yunanistan ve dünya genelinden biyoklimatik yapılarla örneklendirmiştir.

Axarli [7], çalışmasında, Yunanistan'daki konutlarda yıllık enerji tüketim miktarını, Avrupa Birliği ile birliğe üye olmayan Doğu Avrupa ülkeleri ile

karşılaştırmıştır. Ayrıca, enerji sorununa çözüm getirmek amacıyla biyoklimatik mimaride kullanılan yöntemleri ve konfor şartlarını etkileyen parametreleri tanımlamıştır.

Tzika [8], yayınlamış olduğu tez çalışmasında, Yunanistan ve Avrupa Birliği ülkelerinde, bina enerji verimliliği politikalarına değinmiş ve biyoklimatik mimaride ısıtma, soğutma ve aydınlatmada kullanılan aktif sistemlerin tanımını ve ekonomik analizini yapmıştır. Çalışmada örnek bir yapının, Yunanistan 4 iklim kuşağındaki farklı şehirleri baz alarak yıllık enerji giderleri ve maliyeti hesaplanmıştır.

BÖLÜM 2

BİYOKLİMATİK MİMARİ VE ETKİLEYEN PARAMETRELER

Biyoklimatik mimari, "Bios" (yaşam) ve "klima" (iklim) kelimelerinden türemiş Yunanca bir kavramdır. Genel olarak yapının bulunduğu coğrafyadaki insanların yaşam biçimi ve bölgenin iklim şartları ile uyumlu mimari olması açısından literatürde ekolojik mimari olarak da tanımlanmaktadır.

Biyoklimatik mimarinin yeni bir yaklaşım olmadığı, enerji verimliliği konusunun her dönem düşünülmüş olduğu Sokrates'in "Güneş Evi" ile örneklendirilebilir. Sokrates'in, M.Ö. 470 yılında yapmış olduğu Güneş Evi ve Hipokrat'ın "Hava, Su ve Yerler Hakkında" adlı eserinde biyoklimatik mimarinin yaklaşımları açıklanmıştır. Başlıca ortak hedefleri, insan ile çevre arasında uyumlu bir ilişki kurulmasını sağlayan yapılar inşa etmektir [9].

Biyoklimatik mimari ile ilgili yapılmış olan tanımlamalara baktığımızda, ulaşılmak istenen hedefin aynı kaldığı, sadece bu hedeflere ulaşmada kullanılacak araç ve yöntemlerin farklı şekilde yorumlandığı görülmektedir.

Biyoklimatik mimari, güneş enerjisi ve diğer doğal kaynakların değerlendirilerek, bölgesel iklim koşullarının baz alındığı, ısısal ve görsel konfor şartlarının hedeflendiği, enerji tüketimi düşük iç ve dış mekan tasarımı olarak adlandırılmaktadır [7,10,11].

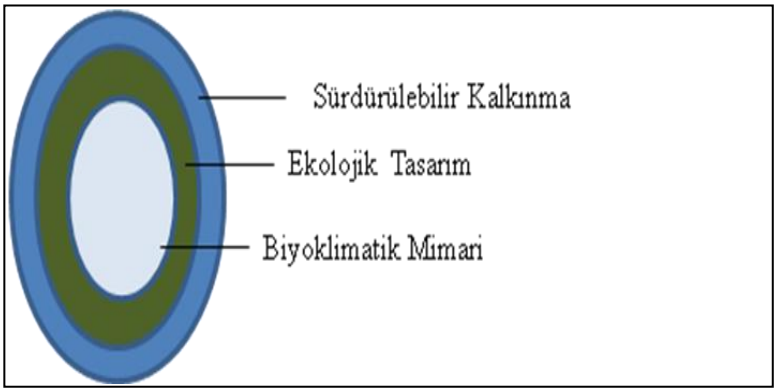
Biyoklimatik tasarım, yapının, bölgesel iklim koşullarını ve diğer çevresel faktörleri gözönünde bulundurularak çevreye uyumunun sağlanması ve çevre ile bütünleşmesi sürecidir. Ayrıca kullanıcıların konfor şartlarını etkilemeksizin, ısıtma, soğutma ve aydınlatmada, enerji tüketiminin azaltılmasını hedeflemelidir [6,12,13].

Biyoklimatik mimari, kullanıcıların ısısal ve görsel konforunu sağlamak amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak, bölgenin iklim verilerini ve bina topografik konumunu dikkate alan ve geleneksel yakıt tüketiminin azaltılmasını hedefleyen çevreye uyumlu yapı tasarımı olarak tanımlamaktadır [14,15].

Özmehmet'e [16] göre biyoklimatik bina modeli, birçok bina geleneğini uzlaştırıcı, analitik bir yaklaşım ile çevresindeki doğal kuvvetlere karşı değil, onlarla birlikte işlerlik kazanarak, iklim parametrelerine bağlı enerji verimliligi sağlayarak doğal kaynakların sürdürülebilir olarak tasarımını ve kullanımını hedefler.

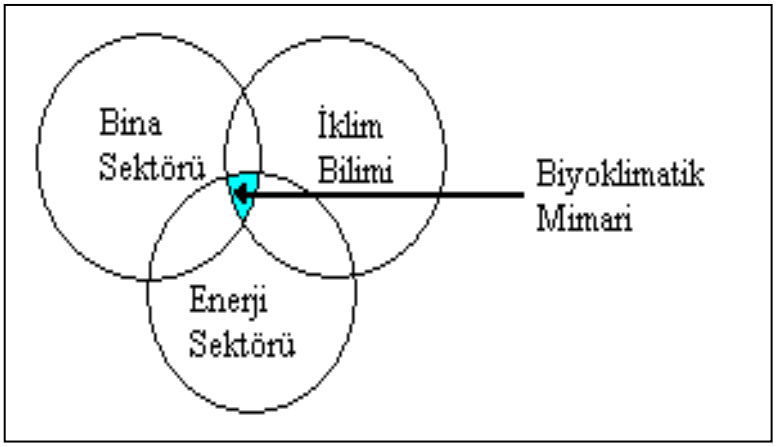
Sonuç olarak biyoklimatik mimari, fiziksel ve yapılı çevre parametrelerinin göz önünde bulundurarak, yapıda iç mekan konfor şartlarının sağlanması için ısıtma, soğutma ve aydınlatmada, doğal ve yenilenebilir enerji (güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji) kaynaklarının kullanıldığı mimari anlayış olarak tanımlanabilir.

Biyoklimatik mimari, dünya genelinde bir kalkınma modeli olarak ilk defa 1987 yılında öne sürülen ve genel hedefi **"bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak"**[17] olan, **"Sürdürülebilir Kalkınma"** modelinin ve buna paralel olarak gelişen, doğaya müdahale etmeden onu beraber yaşanılacak bir eş gibi gören, doğaya uyumlu tasarımların yapılmasını hedefleyen "Ekolojik Tasarım" anlayışının bir parçasıdır.



Şekil 2.1. Biyoklimatik mimarinin, ekoloji ve sürdürülebilirlik ile ilişkisi

Biyoklimatik bina modeli, birçok bina geleneğini uzlaştırıcı, analitik bir yaklaşıma sahip ve çevresi ile etkileşim içindedir. Bu modelde iklim, birincil bağlamsal enerji üreteci olarak, çevre ise enerjinin en az seviyede kullanımını sağlayacak proje girdisi olarak ele alınmaktadır [16].



Şekil 2.2. Biyoklikmatik bina modelini oluşturan disiplinler [16]

Biyoklimatik mimarinin başlıca üzerinde durduğu fikir, yapılarda, iç mekan konfor şartlarının sağlanması amacıyla istenmeyen dış etkilerden korunan ve bunu en az enerji ile gerçekleştiren doğayla uyumlu yapılar tasarlamaktır. Bu amaca ulaşmak için istenmeyen iklim şartları etkilerinin, kullanıcılar tarafından hissedilmemesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, yaz ve kış dönemlerinde alınması gereken önlemler ve stratejiler mevcuttur. Watson ve Labs, biyoklimatik mimari ile ilgili yapılmış oldukları çalışmalarda bu stratajilere değinmişlerdir. Karaman [18], Türkiye iklim bölgeleri ve geleneksel konut dokusu kapsamında geliştirdiği çalışmasında, Watson ve Labs'ın biyoklimatik tasarım strateji ve konseptlerinden faydalanmıştır [3].

2.1. Biyoklimatik tasarım stratejileri [18]

		İLETİM	**TAŞINIM**	**IŞINIM**	**BUHARLAŞMA**
EN AZ SICAK DEVRE (KIŞ)	ISI KAZANCINI ARTIRMAK	Periyodik ısı akışını geciktirmek		Güneş kazancını artırmak	
	ISI KAYBINI ÖNLEMEK	İletknlik yoluyla ısı akışını azaltmak	Dış hava akımını azaltmak, Sızıntıyı azaltmak		
EN SICAK DEVRE (YAZ)	ISI KAZANCINI ÖNLEMEK	İletknlik yoluyla ısı akışını azaltmak		Güneş kazancını azaltmak	
	ISI KAYBINI ARTIRMAK	Periyodik ısı akışını geciktirmek	Havalandırmayı artırmak	Işıma yoluyla serinliği artırmak	Buharlaşma yoluyla serinliği artırmak

Biyoklimatik tasarım stratejileri, yılın iki dönemi için alınan dört ana kararı kapsamaktadır. Kış dönemi için, yapının dış ortamdan kaynaklanan ısı kazancını artırmak ve dış ortama ısı kaybını önlemek, yaz dönemi için ise dış ortamdan ısı kazancını önlemek ve dış ortama ısı kaybını artırmaktır.

Bu stratejilerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli eylemler de, iletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak (yalıtım yapılması), periyodik ısı akışını geciktirmek (yapı elemanlarının ısı depolama kapasitesinden yararlanılması), dış hava akışını azaltmak (binanın maruz kaldığı rüzgar şiddetinin azaltılması), sızıntıyı azaltmak (iç ortam ve dış ortam arasındaki ısı geçişlerin önlenmesi), havalandırmayı artırmak (binanın pasif yöntemlerle havalandırılması), güneş kazancını arttırmak (kış döneminde güneş ışınımından faydalanma), güneş kazancını azaltmak (yaz döneminde güneş ışınımından korunma), ışıma yoluyla serinliği artırmak (bina kabuğunun aşırı ısınıp dış ortama ısı yayması yoluyla soğuma) ve buharlaşma yoluyla serinliği artırmak (suyun buharlaştırılması sonucu soğuma) olarak sıralanabilmektedir.

Biyoklimatik mimaride, yapılarda kullanılan yenilenebilir kazanç sistemleri kadar yapının bulunduğu bölgedeki fiziksel ve yapılı çevre parametreleri de önemlidir. Fiziksel çevre parametreleri, genelde tasarımcının müdahale etme olasılığı bulunmayan ve yapının bulunduğu bölgenin iklimi, topografik yapısı ve bitki örtüsüdür. Yapılı çevre parametreleri ise, daha çok tasarım aşamasında belirlenen ve binanın araziye konumu, güneşe göre yönlenmesi, formu, çevredeki binalarla olan ilişkisi, bina kabuğu ve yalıtım özellikleri, bina açıklıkları ve mekan organizasyonudur. İç mekana ve kullanıcıya ilişkin parametreler de, mekanı kullanan kişinin kendini rahat hissetmesini sağlayacak, sıcaklık, nem, hava akım hızı, hava kalitesi, ortalama ışıma sıcaklığı, aydınlatma, aktivite ve giyinme olarak tanımlanmaktadır.

2.1 Fiziksel Çevreye İlişkin Parametreler

Yapının bulunduğu bölgenin topografik, iklim ve bitki örtüsü özelliklerinin neler olduğunu belirleyen çevresel parametrelerdir. Tasarımcı, çevresel parametrelere müdahale etme ve değiştirme gibi bir etkide bulunmadan tasarım sürecine doğrudan dahil olmaktadır.

Topografik parametreler: Tasarlanacak olan yapının bulunacağı arazinin eğimi, yüksekliği ve güneşi alış yönü (bakı) gibi jeomorfolojik özelliklerin yanında, aynı zamanda toprağın özellikleri, fay hattı, yer altı suları, gibi jeolojik özellikleri de kapsamaktadır. Topografik yapının farklılaşması, güneş ve rüzgar gibi etmenlerin yapıyı farklı şekilde etkilemelerine sebep olmaktadır. Arazinin topografik yapısını, tasarım aşamasında değiştirmek veya biçimlendirmek yerine, topografik şartlar değerlendirilerek bulunduğu arazi ile bütünleşik tasarımlar yapılmalıdır.

İklimsel parametreler: Dış ortam hava koşullarını oluşturan güneş ışınımı, nem, sıcaklık, rüzgar gücü, yağmur, güneş hareketleri gibi değişkenlere bağlı olarak tasarım aşamasında dikkate alınmalıdır. Biyoklimatik mimariyi etkileyen iklimsel parametreler, bulundukları bölgeye etki derecelerine göre değerlendirilmelidirler. Etki derecelerine göre değerlendirme,

- Güneş ışınımı: Işınım az, ışınım gücü normal, ışınım yüksek
- Sıcaklık: Sıcak, ılıman, soğuk
- Nem: Az nemli, nem seviyesi normal, aşırı nemli
- Rüzgar: Az rüzgarlı, rüzgar hızı normal, çok rüzgarlı
- Yağmur: Az yağışlı, yağış düzeyi normal, çok yağışlı
- Güneş hareketleri: Güneş hareketi eğik-dik, yeterli –yetersiz şeklinde olmalıdır.

Bu unsurların etki derecelerine göre, yeterli olup olmadıklar, etkilerinden korunulması gerektiği veya etkilerinden faydalanılması gerektiği gibi kriterler yapılacak olan tasarımda değerlendirilmelidir.

Bitki örtüsü: Bölgenin iklim özelliklerine bağlı bir çevresel parametredir. Doğada zamanla kendiliğinden oluşan bitki örtüsü, kullanıcı müdahalesi ile farklı şekillerde değerlendirilebilir. Biyoklimatik mimaride, bitki örtüsünden güneş ışınımından korunma (gölgeleme), havanın nem oranını düzenleme, rüzgar esintilerinden korunma ve binalarda enerji korunumunun sağlanması amacıyla yararlanılmaktadır.

2.2 Yapılı Çevreye İlişkin Parametreler

İç mekan konfor şartlarının sağlanabilmesi için bina ölçeğinde gözönünde bulundurulması gereken, tasarım aşamasında belirlenen ve belirlenmelerinde tasarımcının aktif olarak rol aldığı tasarım ölçütleridir. Binanın konumu, binanın

yönlenmesi, bina formu, çevre binalarla arasındaki mesafeler, binanın yalıtım özellikleri, güneş ve rüzgar kontrolü, mekan organizasyonu, gibi ölçütleri içermektedir.

Binanın konumu: Yer, iklim ve hava kirliliği kontrolünde etkili olan bir tasarım değişkenidir. Bu değişken, yerey parçasının eğimi, baktığı yön, yamaçtaki konumu ve örtüsü (veya güneş ışınımı yansıtma özelliği) gibi bir grup alt değişkenler bütünüdür. Bu değişkenlere ilişkin en uygun değerler, yörede geçerli olan iklimsel koşullar ve insan ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenir ve yerleşmeler için en uygun olan bölgeleri tanımlar. Yerleşme bölgeleri için iklimsel etkilerin optimizasyonunu hedefleyerek yapılan doğru bir yer seçimi, yapma ısıtma ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji-yakıt harcamalarının minimize edilmesi ve hava kirliliğinin önlenmesine olanak verir. Ayrıca doğru bir yer seçimi, maksimum bina yoğunluğunu insan sağlığından ödün vermeksizin gerçekleştirerek arazinin rasyonel kullanımının sağlanmasına ve sağlıklı ve konforlu açık mekanların oluşturulmasını sağlar [19].

Biyoklimatik mimaride binaların konumlanacağı yer seçilirken öncelikle ısıtma ve soğutma gereksinimleri belirlenmeli ve bina yerleşim yeri seçilmelidir. Doğru bir yer seçimi, ısıtma ve soğutma giderlerinin azalması, çevre kirliliğinin önlenmesi, araziden maksimum derecede faydalanılması, bitki örtüsünün maksimum derecede kullanımına olanak vermesi gibi beraberinde olumlu etkiler getirmektedir.

Binanın yönlenmesi: Bulunduğu iklime bağlı olarak ihtiyaç duyulan ısıtma ve soğutma gereksinimi ile ilgilidir. Binanın bulunduğu iklimde ısıtmadan yararlanmak isteniyorsa güneşe yönlenilmeli, eğer soğutma isteniyorsa da hakim rüzgara yönlenerek serinletici etkisinden yararlanılmalıdır.

Güneşe yönlenme durumunda bina doğu-batı aksına yerleştirilmeli ve güney cephesinde kış aylarında güneş ışınımından yararlanmak için büyük açıklıklar düşünülmelidir. Doğu ve batı yönündeki cepheler dar, açıklıklar sınırlı boyutta olmalıdır. Bu sayede, güneşin doğuşu ve batışı sırasında yeryüzüne paralel olarak gelen ve dış gölgeleme elemanlarıyla korunmanın zor olduğu istenmeyen güneş ışınımından korunulmuş olmaktadır [12].

Hakim rüzgara yönlenme durumunda da, binanın bulunduğu bölgenin maruz kaldığı hakim rüzgar yönü dikkate alınmalıdır. Isıtma ihtiyacı duyulan kış döneminde hakim rüzgar etkilerinden kaçınmak, serinleme ve havalandırma ihtiyacı duyulan yaz döneminde ise hakim rüzgardan yararlanmak gerekir. Rüzgarın etkisi altında kalan

binada rüzgara karşı olan cephe yüksek basınca maruz kalırken, rüzgardan korunan cephede alçak basınç oluşmaktadır [12].

Binaların şekli ve hacmi: Enerji korunumu açısından önemli bir parametredir. Isıtmanın istendiği dönemlerde, güneş ışınımından en üst seviyede yararlanabilecek formlar, ısıtmanın istenmediği dönemlerde ise güneş ışınımından en üst seviyede korunabilecek formlar seçilmelidir. Binanın hacmı, yüzeyleri ve çevresi, ısı kazanç/kayıplarını etkilemektedir. Bu parametreler arasındaki ilişkinin iyileştirilmesi enerji korunumu açısından önemlidir.

Soğuk ve sıcak kuru iklim bölgelerinde rüzgara geniş cephe vermeyen bina formları, sıcak nemli iklim bölgelerinde rüzgara geniş açıklık veren bina formları, ılıman nemli iklim bölgelerinde ise ısıtmanın istenmediği dönemde rüzgara geniş açıklık veren bina formları tercih edilmelidir [19].

Bina aralıkları: Binaların ısıtma ihtiyacı duyulan dönemde güneş ışınımından ve soğutma ihtiyacı duyulan dönemde rüzgar etkisinden yararlanabilmeleri için doğru bir şekilde sağlanmalıdır. Binanın bulunduğu enlem, iklim, arazinin yönü ve eğim açısı bu aralıkların belirlenmesinde etkilidir. Ayrıca binaların yönlendiriliş durumu, binaların yükseklikleri ve güneş-bina ilişkisini kuran profil açısı da bina aralıklarının belirlenmesinde önemli faktörlerdir.

Bina kabuğu: Yapının dış formunu oluşturan ve dış ortamla iç ortam arasında ayırıcı ve seçici özellik gösteren yapı bileşenidir. Opak ve şeffaf yüzeylerden oluşan bina kabuğu, enerji korunumuna yönelik önemli görevler üstlenmektedir. Opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı (U, $W/m^2 . K$), opak bileşenin genlik küçültme faktörü ve zaman geciktirmesi, opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz), yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları, bina kabuğunun ısısal performansını etkileyen fiziksel özelliklerdir [20].

Opak yüzeyler, yapıya hacim veren masif ve geçirimsiz yapı elemanlarıdır. Malzemenin yapısal özelliğine, rengine, güneş ışınımının geliş açısına göre ışığın bir kısmını yansıtıp kalanını ise ısı enerjisine dönüştürmektedirler. Şeffaf yüzeyler ise, gün ışığının içeriye alınmasını sağlayan geçirgen yapı elemanlarıdır. Kısa dalga boyu ışığın geçişine izin verirken, uzun dalga boyu ışığı geçirmezler. Biyoklimatik mimaride sera ve Trombe Duvarı gibi uygulamaların oluşumunu sağlamaktadırlar.

Opak yüzeylerde, mekandan ısı kayıplarının engellenmesi veya ısı kazanımlarından korunulması amacıyla ısı yalıtımı yapılmalıdır. Özellikle kuzey yönüne bakan cephelerde, soğuk hava akımlarından korunmak için saydam yüzey oranı azaltılmalı ve opak yüzeylerde ısı yalıtımı uygulanmalıdır.

Saydam yüzeylerin ısı yalıtımı, ısı geçirgenlik değeri düşük olan şeffaf elemanlarla sağlanmaktadır. Açıklıklarda kullanılan çift katmanlı camlar, saydam yalıtımlı cepheler ve çift kabuk cephe sistemleri, saydam yüzeylerin ısı yalıtımında kullanılan yapı bileşenleridir.

Saydam yüzeylerin güneş ışınımından da yalıtılmaları gerekmektedir. Özellikle, yaz aylarında güneş ışınımının mekana girmesi ile istenmeyen ısı kazançlarının oluşmasının önüne geçmek için gölgeleme elemanlarının kullanılması gerekmektedir. Gölgeleme elemanları, şekillerine göre(yatay, dikey, kaset), bulundukları yere göre(dış mekan, iç mekan, cam yüzeyler arası) ve hareketlerine kabiliyetlerine göre(hareketli, hareketsiz) çeşitlere ayrılmaktadırlar [4].

2.3 İç Mekana ve Kullanıcılara İlişkin Parametreler

Kişilerin bulundukları mekanlarda kendilerini rahat hissedebilmeleri, yaptıkları eylemlerin niteliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle ortam koşullarının uygunluğu, yapılan eylemin verimi bakımından belirleyicidir. Kişiler gerek kendi aralarında gerekse bulundukları ortam ile bir denge içerisinde ısı değişimi gerçekleştirirler. Isıl konfor, ısıl çevre ile sağlanan memnuniyeti belirten zihinsel bir süreçtir [21]. Isıl konfor şartlarının sağlanabilmesinde çevresel ve kişisel faktörler etkilidir. Sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı, hava kalitesi ve ortalama ışıma sıcaklığı gibi kişinin bulunduğu ortam ile ilgili değişkenler çevresel faktörler olup, giyinme etkisi ve yapılan aktivitenin niteliği ile ilgili değişkenler kişisel faktörlerdir.

Hava sıcaklığı: İnsan ile çevresi arasında taşınım (konveksiyon) ile yapılan ısı alışverişi miktarını belirleyen bir değişkendir. İnsan ile çevresi arasındaki ısı taşınımı, vücut yüzey sıcaklığı ile hava sıcaklığı dengeleninceye kadar devam eder. Dengelenmiş durumdaki vücut yüzey sıcaklığı, kişinin iklimsel konfor koşullarında olup olmadığının göstergesidir. Bu nedenle hava sıcaklığı kişinin iklimsel konforunu etkileyen önemli çevresel değişkenlerden birisidir [22].

Nemlilik: Mevcut ortam ısısı kosullarında, ortam havasını doymuşluk düzeyine kadar getirecek su buharı değerine denir ve (% 100 nem) yüzde oranı seklinde ifade

edilmektedir. Normal çalışma koşullarında nemin etkisi az olmaktadır. Ekstrem sıcaklıklarda ise nem önem kazanmaktadır. Nem, birim havada bulunan su buharı miktarını ifade etmekte olup, birimi ise gram/cm3'tür. Nem, mutlak nem ve bağıl nem olmak üzere iki grupta incelenmektedir. "Mutlak nem", havanın birim miktarında belirli bir anda bulunan nem miktarının ifade ederken, belirli bir ısıda havada bulunabilecek en yüksek nem miktarını yüzde olarak ifadesi "bağıl nem" olarak adlandırılmaktadır. Nem yapılan işin niteliğine ve iş ortamına göre değişmektedir. Genelde ortamdaki nem oranı, %30-75 arasında tutulmaya çalışılmaktadır [23].

Havanın akım hızı: Konfor şartlarının sağlanması açısından önemlidir. Hava akımlarının istenilen düzeyde olmayışının nedenleri, dışa açılan açıklıkların yeterli olmaması ve mekanların gereğinden küçük tasarlanmalarıdır. Ortam ısısı ve yayılan ısı düzeyleri normal sınırlar içerisinde iken ideal hava akımı 150 mm/saniye civarında olmaktadır. Hava hareketi 150 mm/saniye'nin üzerine çıktıgında çalısma ortamı "esintili" olarak; 100 mm/saniye'nin altında hava degisimi olan yerler ise "havasız" olarak kabul edilmektedir [23].

Hava kalitesi: Konfor şartlarını etkileyen diğer bir faktördür. Hava kalitesi, mekanda yapılan eylemleri direk olarak etkilemektedir. Ortamdaki havanın CO_2 oranının yüksek olması, kişilerde algılama sorununa yol açmakta, nem oranının fazla olması ise küf oluşumu ve kişilerde sıcaklık düzeyine göre rahatsızlık duygusunun artmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple kapalı ortamlar, hava kalitesinin yeterli seviyede tutulabilmesi için gerek doğal yollarla gerekse yapay olarak belli aralıklarla havalandırılmalıdırlar.

Ortalama ışıma sıcaklığı: Kişi ile çevre yüzeyler arasında ışınım(radyasyon) yoluyla oluşan ısı transferini belirlemek üzere, çevre yüzeylerin sıcaklıklarının birleşik etkisini ifade eden bir sıcaklıktır. İnsanın mekandaki konumuna, duruş biçimine ve çevre yüzeylerin sıcaklığına bağlıdır [22].

Aydınlatma düzeyi: Kişinin bulunduğu mekanda kendini konforda hissedebilmesi için gerçekleştirilen aktivitelere göre belirli bir oranda olması gerekmektedir. İyi aydınlatılmamış bir ortam iş veriminin düşmesine ve uzun zamanda göz rahatsızlıklarının oluşmasına neden olabilmektedir [23].

Aktivite düzeyi: İnsan vücudunun alınan yiyecekleri yakarak birim zamanda ürettiği ve metabolizma düzeyi olarak adlandırılan enerji miktarını etkileyen bir

değişkendir. Metabolizma düzeyi insanın yaptığı eylem türü ile yani aktivite seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Kişilerin bulundukları ortamlarda gerçekleştirdikleri aktiviteler konfor şartlarının sağlanması açısından önemlidirler. Çünkü gerçekleştirilen eylemin niteliği, kişinin vücut ısısı, giysileri ortamın konfor şartlarını etkilemektedir. İnsan metabolizması, kişilerin gerçekleştirdikleri eylemlere göre enerji üretmektedir. Isıl konfor insanın yaptığı ısı alışverişi miktarının bir fonksiyonu olduğuna göre, aktivite düzeyi ısıl konforu etkileyen önemli değişkenlerden birisidir [22].

Kişilerin giysileri: Giysilerin yalıtkanlık değerleri ortam konfor şartlarını etkileyen bir diğer faktör olup, kişinin bulunduğu ortama ve yapılan eyleme uygun giyinmesi, kendini iyi hissetmesi açısından da önemlidir. Aksi takdirde diğer şartlar sağlanmış olsa da kendini konforda hissetmeyecektir.

BÖLÜM 3

BİYOKLİMATİK MİMARİDE KULLANILAN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ve AKTİF YARARLANMA YÖNTEMLERİ

İkinci Dünya Savaşı sonucunda atılan adımlar dünyanın hızlı bir sanayileşme sürecine girmesine sebep olmuş, bunun sonucunda da doğal kaynaklar hızla tüketilmiş ve oluşan atıkların doğayı kirletmeye başlamıştır. Bu duruma tepki olarak 1960'larda dünya çapında bir korumacılık anlayışı gelişmiş ve 1973 yılındaki petrol krizinden sonra enerji tasarrufu ve alternatif enerji kaynakları konusuna ilgi artmıştır. Bu ilgi ile beraber, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan ar-ge yatırımları, bu kaynakların küresel ölçekte tercih edilmesini, yatırım ve işletme maliyetlerinin düşürülmesini ve yeni teknolojilerin verimi arttırma açısından kullanılabilir hale gelmesini hızlandırmıştır. Bu yeni anlayış ve teknik gelişim kendini mimari alanda da hissettirmiş, çevreye duyarlı, enerji tasarufu sağlayan ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan tasarımların önünü açmıştır.

İklimle uyumlu mimarlık konusunda 1950'lerde başlayan teorik çalışmaların dünyanın ve insanlığın geleceğine ilişkin endişelerin başlamasıyla paralellik oluşturması, ilk ekolojik mimari örneklerinin yapılma sürecini hızlandırmıştır. Özellikle enerji konusunda duyulan kaygılar tasarımcılara uygun teknoloji ve mimari çözümler konusunda amaç ve hedef vermiştir [3]. Bu bağlamda biyoklimatik mimaride en çok yararlanılan yenilenebilir enerji türü, dünya üzerindeki yaşamın devamı için 1. derecede öneme sahip güneştir. Rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisi de etken olarak yararlanılan diğer enerji türleridir.

Biyoklimatik mimaride kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma yöntemleri aktif, pasif ve karma(aktif+pasif) şeklinde olup, bu bölümde yenilenebilir enerji kaynakları ve aktif yararlanma yöntemleri açıklanmıştır.

Aktif (etken) yararlanma yöntemlerinde, enerji üretimi veya mekanın ısıtılması için ek enerjiye gereksinim söz konusudur. Enerji üretiminde ek fanlar, pompalar ve akışkanlar kullanılmaktadır.

3.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi**,** dünyanın en büyük ve en önemli enerjisidir. Güneş, dünya üzerindeki rüzgar, dalgalar, hava ve deniz akıntıları gibi diğer fiziksel olayların da gerçekleşebilmesi açısından önemlidir. Güneş enerjisi, sahip olduğu potansiyel ile diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre avantajlı olup, uygulamada kullanım esasları açısından kolay yaygınlaşabilecek bir enerji türüdür.

Güneş ışınımı bina kabuğunu iki yönde etkilemektedir. Saydam yüzeylerden iç ortama giren kısa dalga boylu güneş ışınımı, bina içindeki yüzeyler tarafından yutularak uzun dalga boylu ısıl ışınıma dönüşür. Bina kabuğunun opak yüzeylerine gelen güneş ışınımının bir bölümü yansıtılır, geriye kalanı ise yutulur. Masif kütlede depolanan bu enerji, iletim, taşınım ve ışıma yoluyla iç ortama aktarılır [2]. Güneş ışınımında, güneşlenme ve bulutluluk düzeyi de önemli rol oynamaktadır. Bölgeye düşen güneş ışınımı seviyesi yüksek olsa bile, havanın bulutlu olması güneşlenme faktörünü etkilemektedir. Bu da binaların doğal aydınlanma ve ısıl yararlanma düzeyini etkilemektedir.

Biyoklimatik mimaride güneş enerjisinden aktif (etken) yararlanma yöntemlerinde, enerji üretimi veya mekanın ısıtılması için ek enerjiye gereksinim söz konusudur. Bu yöntemler, güneş enerjisinden toplaçlar vasıtasıyla ısı enerjisi elde edilen termodinamik ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilen fotovoltaik yöntemler şeklinde incelenebilir.

Termodinamik yöntemlerde kullanılan toplaçlar (kollektörler) güneşten gelen enerjiyi ısı enerjisine dönüştürerek, depolayıcı ve dağıtıcılar yardımıyla kullanılmaktadır. Toplaçlarda akışkan olarak hava veya su kullanılır. Toplaç boruları içindeki akışkan aracılığıyla güneş enerjisi soğurulmakta ve ısı enerjisine dönüştürülmektedir. Isı enerjisi depolayıcı varsa depoya yoksa kullanılacak olan

mekana iletilir. Toplaç yöntemleriyle mekanlar ve yüzme havuzları ısıtılabilmekte ve sıcak su elde edilmektedir . Güneş toplaçları çalışma mekanizmaları açısından Sıvı Tipi Düz Güneş Toplaçları, Hava Tipi Düz Güneş Toplaçları, Vakum Tüplü Güneş Toplaçları, Parabolik Oluk Güneş Toplaçları şeklinde farklı gruplara ayrılmaktadır [24,25,26].

Aktif yöntemlerden bir diğer uygulama biçimi olan güneş pilleri fotovoltaik ilkeye dayalı çalışırlar. Pilin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak birkaç watt'tan megawatt'lara kadar sistem oluşturulur [27].

Fotovoltaik sistemler, hücre-modül-panel ve dizi şekillerinde uygulanarak istenilen m^2 lerde üretilebilirler. Fotovoltaik hücrelerin boyutları ve formları üretim özelliklerine göre değişse de genellikle boyutları 10×10 cm.dir. Ayrıca günümüzdeki teknolojik ilerlemeler sayesinde fotovoltaik sistemler nano ölçekte üretilebilmektedir. Böylece hücrelerin nano ölçekte olması sayesinde daha geniş bir ürün yelpazesi oluşmakta ve binalara sonradan entegre değil de bütünleşik tasarımlara olanak sağlamaktadır. Bu da mimari tasarım anlamında önemli bir gelişmedir. Fotovoltaik sistemlerin en önemli özelliği binaları enerji tüketir durumundan, enerji üretir durumuna getirmesidir.



Şekil 3.1. Çatıda ve cephede kullanılan fotovoltaik sistemler [28]

Fotovoltaik sistemlerde kullanılan başlıca malzeme, yarı iletken özelliğe sahip silisyumdur. Bununla birlikte başka malzemeler de kullanılmaktadır ve verimlilikleri farklılık göstermektedir. Her geçen gün yeni teknolojiler geliştirilmekte ve fotovoltaik sistemlerin maliyetleri düşürülmeye çalışılmaktadır.

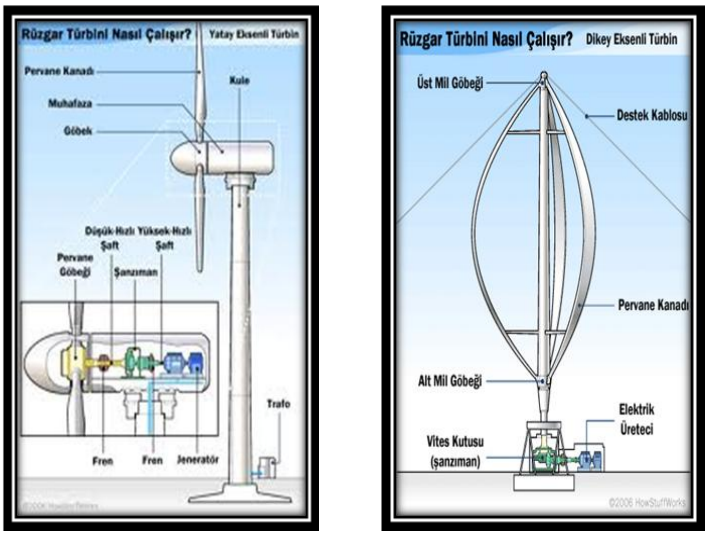
Özellikle Avrupa ülkelerinde fotovoltaik sistemlerin şebeke bağlantılı ve şebeke bağlantısız kurulumlarının yaygınlaştırılması için devlet teşviki verilmektedir. AB ülkeleri, fotovoltaik sistemlere yapılan yatırım bakımından dünyanın önde gelen ülkeleri arasındadır.

3.2. RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisi, dolaylı olarak güneş enerjisinden kaynaklanmaktadır. Bunun sebebi dünya yüzeyine gelen güneş enerjisinin kara, deniz ve havayı her yerde aynı oranda ısıtamaması sebebiyle farklı ısı ve basınç alanlarının oluşmasıdır. Bu farklı ısı ve basınç alanları, hava akımlarının doğmasına sebep olmakta ve böylece rüzgarlar oluşmaktadır. Rüzgar enerjisinin aktif kullanım biçimleri, mekanik uygulamalar (su pompalama sistemi, yel değirmeni), elektriksel uygulamalar (şebeke bağlantılı ve bağlantısız-stand alone sistemler), ısıl enerjisi uygulamaları (rüzgar bacası, havalandırma) şeklindedir [29].

Biyoklimatik mimaride rüzgar enerjisiden aktif yararlanma yöntemleri ile elektrik gereksinimi karşılanmaktadır. Özellikle yüksek yapıların (gökdelenler) enerji giderlerinin azaltılması için yapıyla bütünleşik rüzgar türbinleri kullanılmaktadır.

Rüzgar türbinleri, rüzgar enerji santrallerinin ana yapı elemanı olup hareket halindeki havanın kinetik enerjisini öncelikle mekanik enerjiye ve sonrasında elektrik enerjisine dönüştüren makinelerdir. Rüzgar türbinleri dönüş eksenlerinin doğrultusuna göre yatay eksenli veya düşey eksenli olarak imal edilirler. Bu tiplerden en fazla kullanılanı yatay eksenli rüzgar türbinleridir. Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak 1,0-6,0 MW gücünde yatay eksenli rüzgar türbinleri kullanılmaktadır [29].



Şekil 3.2. Yatay ve dikey eksenli rüzgar türbinleri [30]

Yatay eksenli rüzgar türbinleri, dönme eksenleri rüzgar yönüne paralel ve kanatları ise rüzgar yönüne dik durumda çalışırlar. Bu tip rüzgar türbinleri bir, iki, üç veya çok kanatlı yapılmaktadır. Yatay eksenli rüzgar türbinleri; rüzgarın kuleyi yalamadan rotora çarpması durumunda ileri ya da önden rüzgarlı (up-wind), önce kuleye dokunup sonra rotora gelmesi koşulunda geri yada arkadan rüzgarlı (down-wind) türbin adını alırlar [29].

Düşey eksenli rüzgar türbinlerinin eksenleri rüzgar yönüne dik ve düşey olup kanatları da düşey vaziyettedir. Düşey eksenli rüzgar türbinlerinde rüzgarın esme yönü değiştiği zaman yatay eksenli rüzgar türbinlerinde olduğu gibi herhangi bir pozisyon değiştirmesi olmaz. Elektrik üretim amaçlı şebeke bağlantılı modern rüzgar türbinleri çoğunlukla 3 kanatlı, yatay eksenli ve up-wind türü rüzgar türbinleridir [29].

Günümüzde rüzgar enerjisinden genellikle rüzgar türbinleri ile elektrik elde etme amaçlı yararlanılmaktadır. Rüzgar enerjisinden aktif olarak yararlanmada, son yıllarda dünya genelinde ve özellikle AB ülkelerinde bir artış olmuştur. Bunun sebebi de, enerjide dışa bağımlılığın azaltılmak istenmesi ve dünya genelinde sera gazlarının azaltılmasına yönelik politikalar olmuştur.

Biyoklimatik yapılarda ise, rüzgar enerjisinden genellikle ısıl enerji uygulamaları şeklinde yararlanılmaktadır. Yapıların havalandırma yolu ile soğutulmasında(karşılıklı havalandırma, konfor havalandırması, rüzgar bacası gibi)

rüzgar etkili bir enerji kaynağıdır. Ayrıca kendi enerjisini üreten, enerji etkin yapılarda, elektrik enerjisi elde etmek için de kullanılmaktadır.

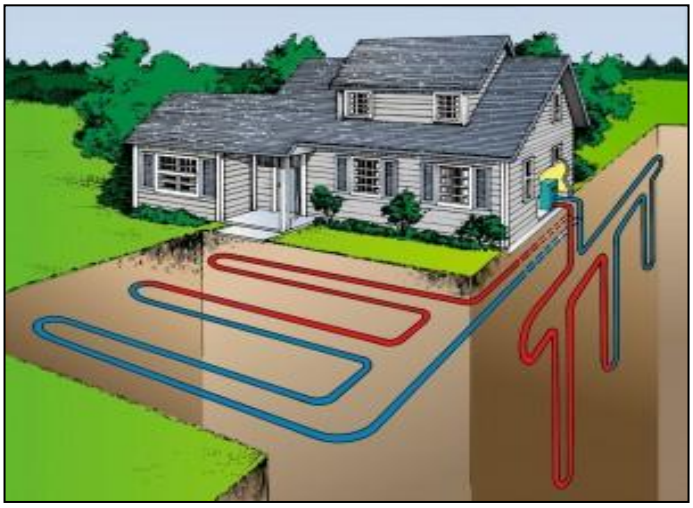
3.3. JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji, yer ısısı olup, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaçların içerdiği termal enerji olarak tanımlanmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar ve hesaplamalar dünyanın başlangıçta eriyik halde bulunduğu ve binlerce yıl önce katı hale geldiğini göstermektedir. Yer kabuğunun derinliklerinde bulunan uranyum (U238, U235) toryum (Th232) ve potasyum (K40) gibi radyoaktif maddelerin bozuşması sonucu sürekli olarak ısı üretmesi prosesinin, jeotermal enerjinin kaynağı olduğu düşünülmektedir [31]. Jeotermal enerji ısı kaynağı, akışkan ve akışkanın toplandığı rezervuar olarak üç ana unsurdan oluşmaktadır.

Jeotermal enerji yer kabuğunun derinliklerinden gelen, yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır. Enerji değişim teknolojileri yardımıyla, sıcak su ve buhardan elektrik üretimi sağlanır veya ısı enerjisi amaçlı doğrudan kullanım uygulamaları söz konusu olur. Enerjisinden yararlanılan atık akışkan olumsuz çevresel etkileri nedeniyle yeraltına reenjekte edilir. Jeotermal enerjiden yararlanan birçok ülkede reenjeksiyon uygulandığı için, jeotermal enerji çevre açısından en olumlu enerji kaynağı olarak değerlendirilir [32].

Biyoklimatik mimaride jeotermal enerjiden aktif yararlanma yöntemleri ile, ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimi karşılanmaktadır. Jeotermal ısı pompaları ile yılın büyük bir kısmında sabit olan yeraltı ısısı ile yapılar ısıtılıp, soğutulabilmektedir. Jeotermal ısı pompaları kapalı ve açık sistemler olmak üzere 2 farklı şekilde uygulanmaktadır. Kapalı sistemler genel olarak konutların ısıtılmasında yatay ve dikey uygulama ile kullanımı söz konusudur. Düşük maliyeti nedeniyle genellikle ev tipi uygulamalarda tercih edilen yatay sistemler için asgari derinlik 1,3 metredir. Nispeten yüzeye yakın bu uygulamanın dezavantajı ise çok fazla alan gerekmesidir. En yaygın uygulama şekli 1 yada 2 ısı değiştirici boru sisteminin spiral şeklinde biçimlendirilerek farklı derinliklere gömülmesidir. Açık sistemlerde ya bir kuyudan ya da yüzeysel su tabakasından gelen su, (ısı için) ısı üreten ya da (soğutma için ısı değişimi) ısıtılan sistem içinde döndürülür ve daha sonra tekrar bir kuyuya ya da yüzeysel su tabakasına

boşaltılır [33]. Jeotermal ısı pompaları yaz aylarında soğutma, kış aylarında ise ısıtma amaçlı kullanılmaktadır ve geleneksel sistemlere göre çok ekonomik bir sistemdir.



Şekil 3.3. Jeotermal ısı pompası-kapalı sistem(www.onurenerji.com.tr)

3.4. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Biyokütle enerjisi, bitkilerin güneşten aldıkları enerjileri geri vermeleri sonucu oluşan bir enerji biçimidir. Bu sebeple dolaylı olarak güneş enerjisinin bitki kütlelerinde depolanmış şekli olduğu söylenebilir. Bitkiler havadaki Karbondioksiti tükettiklerinden dolayı, enerji elde etmek amacıyla yakıldıklarında bu Karbondioksiti doğaya geri verirler. Yeni bitkilerin yetiştirilmesi bu döngünün devam etmesini sağlamaktadır. Bunun için biyokütle enerjisi yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, tarımsal biyokütle (tarım atıkları), atık kaynaklı biyokütle (çöp ve kanalizasyon atıkları), ve sulu biyokütle (deniz yosunları) gibi birçok kaynaktan enerji elde etmek mümkündür.

Biyokütle enerjisi, yapıların mimarisini doğrudan etkilememekle birlikte yapılarda ısıtma amaçlı kullanılmaktadırlar. Yenilenebilir enerji kaynağı olması bakımından da petrol ürünlerine tercih edilmeleri biyoklimatik mimari açısından önemlidir.

BÖLÜM 4

BİYOKLİMATİK MİMARİDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN PASİF VE KARMA YARARLANMA YÖNTEMLERİ

Biyoklimatik mimari uygulamalarında kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından pasif ve karma yöntemlerle de yararlanılmaktadır. Bu kaynaklardan biyoklimatik mimaride yararlanma yöntemleri çoğunlukla güneş ve rüzgar enerjisinden kaynaklı olup; ısıtma, soğutma ve aydınlatmada yararlanılan yöntemler şeklinde incelenmiştir.

Pasif (Edilgen) Yararlanma Yöntemlerinde herhangi bir yardımcı sisteme gerek duymadan enerji kaynağından yaralanarak enerji üretimi söz konusudur.

Güneş enerjisinden pasif yararlanma yöntemlerinin doğrudan, dolaylı ve ayrılmış kazanç tekniği şeklinde uygulanması mümkündür.

Doğrudan kazanç tekniğinde, güneş ışınları ısıtılmak istenilen mekana doğrudan alınmaktadır. Güneye bakan mekanların, bırakılan açıklıklar sayesinde mümkün olduğunca güneş ışınımına maruz kalması sağlanmaktadır. Güney açıklıkları ve çatı açıklıkları doğrudan kazanç sistemleridir.

Dolaylı kazanç tekniğinde, ısıtılmak istenilen mekan ile saydam yüzey arasında bulunan masif yapı elemanının depolayıcı özelliğinden yararlanılarak mekanın ısıtılması sayesinde gerçekleşmektedir. Böylece depolanan ısı taşınım yoluyla mekana iletilmiş olmaktadır. Depolama özelligine sahip elemanlar genellikle taş, beton olabildiği gibi sıvı doldurulmuş kaplardan da olabilmektedir. Güneş(Trombe) duvarları, seralar, su duvarları, su çatıları, saydam yalıtımlı duvarlar ve çift kabuklu cepheler dolaylı kazanç sistemlerine örnektir.

Ayrılmış kazanç tekniğinde ise, ısı depolayıcı elemanlar ısıtılması istenilen mekandan ayrı olarak tasarlanır. Böylece ısı depolama elemanın yalıtım malzemesi ile

kaplanması ve ısı kayıplarının minimuma indirgenmesi mümkündür. Toplanan ısının mekana iletilmesi hava veya su kanalları ile sağlanmakta, dolayısıyla toplama alanları ile depolama alanları arasında bir köprü sağlanmış olmaktadır. Bu sistemler, güneş ışınlarından en üst düzeyde yararlanmak için, genellikle eğimli arazilerde kullanılmakta veya toplayıcı paneller eğimli biçimde yerleştirilmektedir. Termosifon sistemler, ayrılmış kazanç sistemlerine örnek olarak gösterilebilir.

Karma (Etken+Edilgen) Yararlanma Yöntemler ise aktif ve pasif yöntemlerin birlikte kullanıldığı sistemlerdir. Bu sistemde, pasif sistemler aktif donanımlar ile birlikte kullanılmaktadır.

4.1. Isıtma Enerjisi İçin Pasif ve Karma Yararlanma Yöntemleri

Güneşten sağlanan enerji ile yaşanılan mekanın iklimle uyumlu olarak ısıtılması mümkündür. Herhangi bir ek mekanik araç-gereç kullanılmaksızın ve ilave enerji söz konusu olmaksızın güneşten yararlanma yöntemleri, pasif yöntemler olarak adlandırılmaktadır. Güneş ışınlarının kış döneminde yatık, yaz döneminde dik gelmesi, mekanların tasarlanmasında etkin rol oynamaktadır. Tasarlanan mekanların güneşe göre konumlanışı ile güneş ısısından yararlanılabilir ve enerji tüketimini aza indirerek tasarruf elde edilebilir. Kuzey yarımküre için güney yönü, kış döneminde mekanın ısıtılması, yaz döneminde ise güneş ışınlarından korunulması açısından önemlidir. Yapı kabuğunda bu durum göz önünde bulundurularak çeşitli yöntemlerin uygulanması mümkündür.

4.1.1 Güney açıklıkları

Güney pencereleri, binaların güneye bakan cephelerine yerleştirilmiş açıklıklardır. Güney pencereleri her iklim bölgesi için kolaylıkla kullanılabilecek bir yöntemdir. Ancak kış dönemlerinde bu alanlardan ısı kayıplarının önlenmesi için çözümler ayrıca düşünülmelidir.

Pencere yüzeyinin gereğinden fazla büyük seçilmesi, toplanan enerjinin optimal düzeyde kullanılamamasına, hatta depolanmamasına neden olabilir. Sonucunda mekanların aşırı ısınması, dolayısıyla güneşten koruyucu önlemler alınması ve mekanların havalandırılması kaçınılmaz olur. Pencerenin form ve pozisyonu (düzenlenme şekli) güneş ışınlarının depolayıcı yüzeylere ulaşmasını sağlar. Yatay düzenlenmiş pencereler, güneş ışınlarının daha geniş alana yayılmasını olanaklı kılar.

Düşey konumlanmış pencerelerde ise ışınların mekan derinliğince etkimesi söz konusudur. Kışın güneşin yataya en yakın açı ile gelmesi, ışınların düşey pencerelerden mekanın en derin köşelerine ulaşmasına olanak verir [34].

4.1.2 Çatı açıklıkları

Çatı pencereleri, doğrudan yararlanma yöntemi olarak kullanılan yapı elemanlarıdır. Mekanın ısı kazancına güneş pencereleri kadar yarar sağlamasa da, daha çok aydınlatma ve havalandırma amaçlı kullanılmaktadırlar. Bu yüzden daha çok sıcak iklimlerde kullanışlıdır. Ancak ısınan havanın yükselmesi bakımından, havalandırmada olumlu sonuçlar elde edilmektedir. Güney pencereleri için geçerli olan, soğuk dönemlerdeki ısı kayıplarının önlenmesi gerekliliği, çatı pencereleri için de geçerlidir.

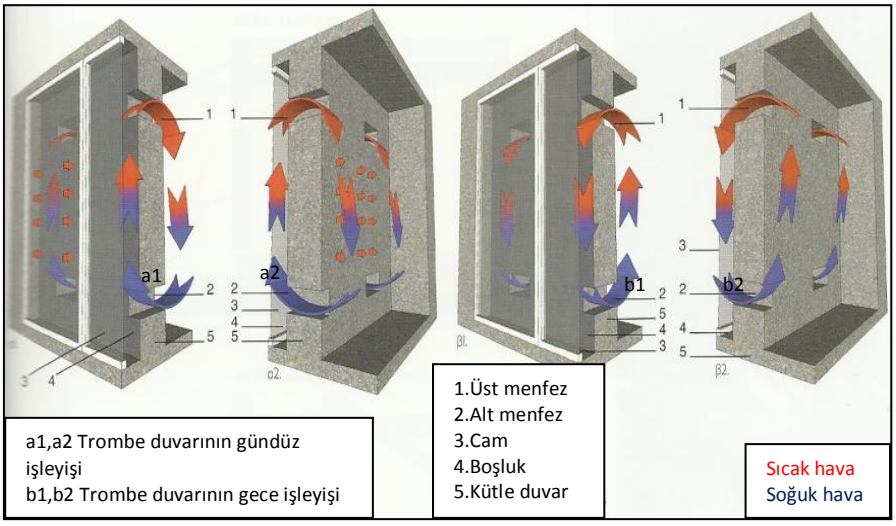


Şekil 4.1. Çatı açıklıklarına örnek [28]

4.1.3 Güneş duvarları (Trombe + Güneş Duvarı)

Yapıların güney cephesinde tasarlanan güney pencereleri aracılığı ile mekana alınan güneş enerjisi, döşeme ve duvarlar tarafından soğurularak depolanır ve ısı enerjisine dönüşür. Ancak pencerelerde oluşabilecek yansıma, parlama, aşırı sıcaklık farklılaşmaları gibi sorunlarla karşılaşabilir ve sistemin verimliliği düşebilir. Cam yüzeylerin arkasına yerleştirilecek güneş duvarları olarak adlandırılan masif duvarlar aracılığı ile bu sorun çözülebilir. Duvarın konstrüksiyonuna bağlı olarak ısı enerjisi belli bir süre sonra taşınım ve ışınım yolu ile iç mekana iletilir [35].

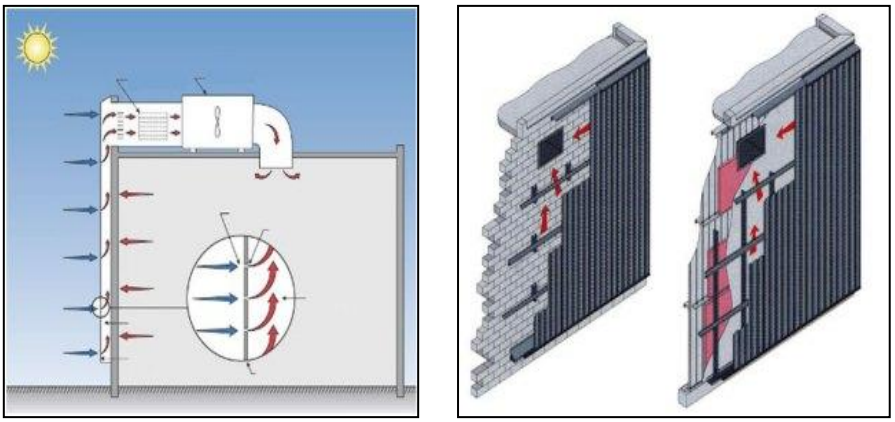
Trombe Duvarında ise, ısınan havanın yükselmesi ilkesi ile ısı, havalandırma boşluklarından mekana iletilmektedir. Soğuyan hava ise masif kütlenin alt tarafında bulunan menfezlerle dışarıya alınarak daimi bir hava sirkülasyonu oluşturulur. Ayrıca masif duvarın güneş ışınlarını en yüksek düzeyde emebilmesi için siyah renkte olması da tercih edilmektedir.



Şekil 4.2. Trombe Duvarı detayı [28]

Trombe Duvarı, pasif bir yararlanma yöntemi olmasına karşın, karma olarak da yararlanmak mümkündür. Karma uygulamalarda Trombe Duvarı, bir fan ile desteklenmektedir. Bu sayede Trombe Duvarının etkisi arttırılır ve sıcak havanın kısa zamanda iç mekanın derinliklerine ulaşması sağlanır.

Bir diğer güneş duvarı olan metal güneş duvarları, mekanların ısıtılması veya havalandırılması için kullanılan sistemlerdir. Temel öğe güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren panellerdir. Bu paneller üzerinde hava delikleri mevcuttur ve panellerin arkasında oluşan negatif basınç sayesinde, deliklerden sızan dış hava, paneli de ısıtan güneş enerjisi ile ısınmaktadır. Binaların güney, güneydoğu, güneybatı, doğu ve batı yönleri, metal güneş duvarları için uygundur. Isınan hava fan desteğiyle iç mekana aktarılmaktadır(www.solarwall.com). Metal güneş duvarları, yılda 500 ile 700 kWh/m^2 ısı üretmektedir. Güneşli günlerde her m^2 si saat başına 1722 BTU ısı üretmektedir. İç mekan sıcaklığını 16 ile 40 derece arasında arttırabilmektedir [36].



Şekil 4.3. Metal güneş duvarı [37]

4.1.4 Kış Bahçesi

Kış bahçeleri içinde yaşanabilen, sıcak hava toplaçları şeklinde tanımlanabilen, ısıtılmayan, genelde güneye yönlendirilmiş, camın yoğun olarak kullanıldığı mekanlardır. İç ve dış ortam arasında tampon bir bölge oluşturan kış bahçesi, yalıtım işlevi görerek soğuk dönemlerde bina dış duvarlarından olan ısı kayıplarını azaltmaktadır. Güneş ışınlarının saydam yüzeylerden geçerek masif ve yoğunluğu yüksek malzemelerden seçilmiş duvar ve döşeme elemanları tarafından yutularak ısı enerjisine dönüşmesi sonucunda, depolanan enerji belli bir zaman gecikmesi ile iç ortam sıcaklığına bağlı olarak ışınım yoluyla mekana verilir. Güney cephesindeki mekanların genişletilerek yüzeyinin büyük bir kısmının veya tamamının şeffaf olarak tasarlanması ile enerji kazanımına katkı sağlanmış olmaktadır.

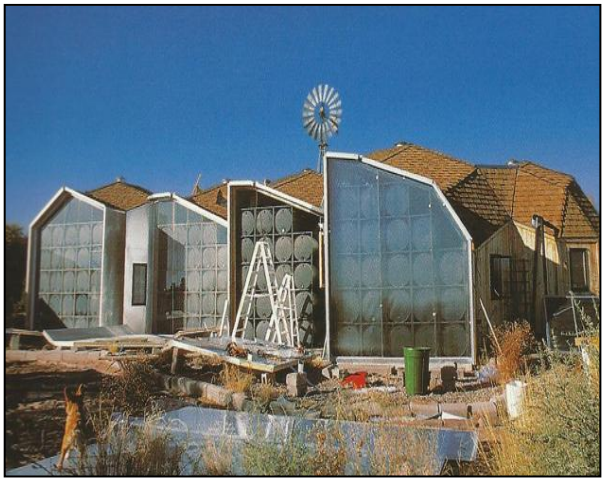


Şekil 4.4. Konutlarda kış bahçesi uygulaması [5]

Kış bahçeleri binadan ayrı olarak tasarlanabildiği gibi, bina ile bütünleşik de tasarlanabilmektedir. Isıtma gereksiniminin duyulduğu kış döneminde ısı kazancının iç mekana aktarılması ve soğutma gereksiniminin duyulduğu yaz döneminde istenmeyen ısı kazancı için fanlardan yararlanmak mümkündür. Ayrıca kış bahçelerinde fotovoltaik yöntemlerden de yararlanılabilmektedir. Yarı geçirgen güneş pilleri, kış bahçelerinin eğimli yüzeylerinde kullanılabilmektedir. Ancak yarı geçirgen güneş pillerinin, kış bahçelerinden elde edilecek ısı kazancını sınırlayacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

4.1.5. Su duvarı

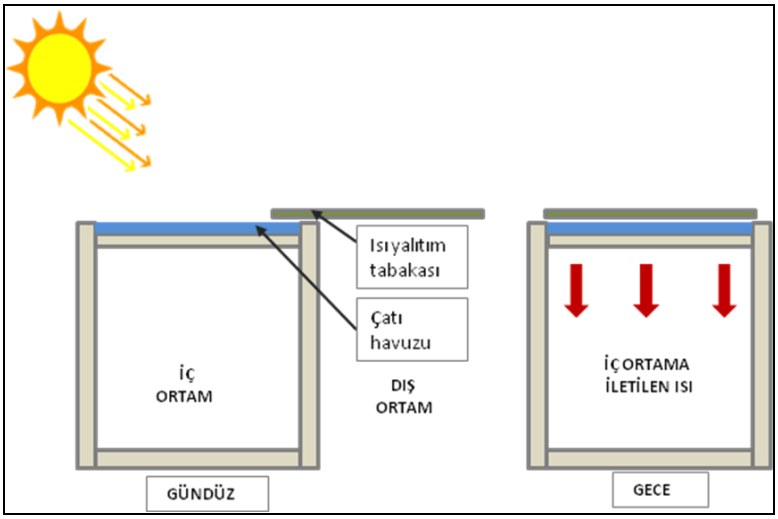
Güneş duvarlarında ısı depolayıcı olarak kullanılan masif duvarın yerine su veya akışkan dolu kapların kullanıldığı sistemlerdir. Trombe Duvarı ilkesi ile benzer işlevdedir. Güneş enerjisi ile ısınan suda depolanan enerji iç mekana aktarılarak mekanın ısıtılması sağlanmış olur (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Su duvarından yararlanan konut [5]

4.1.6. Çatı havuzu

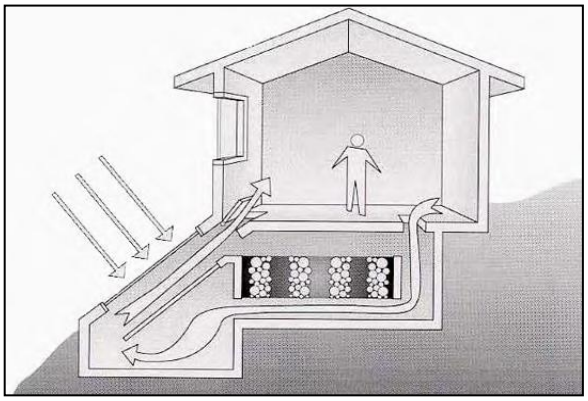
Çatı havuzu tekniğinde ısı depolayıcı eleman binanın çatısına yerleştirilir. Bu depolama elemanı su havuzundan veya içi su dolu torbalardan oluşmaktadır. Çatı üzerindeki kapaklar açılarak güneş ışınlarının sıvı kütleyi ısıtması sağlanır. Böylece ısınan sıvı sıcaklığı alttaki mekana iletir. Geceleri ise bu kapaklar kapatılarak ısı kayıplarının önüne geçilmeye çalışılır. Sulu depolayıcı çatılar ile yapının yazın serinleme kışın ise ısınma ihtiyacı karşılanmaktadır (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Çatı havuzu çalışma prensibi

4.1.7 Termosifon (SDH) sistemler

Termosifon Sistemler (sürekli dolaşım halkası sistemleri), genellikle ısıtma için kullanılır. Sistemdeki temel eleman güneş toplama panelidir. Bu panellere Termosifon Akım Paneli (TAP) denir ve bunlar aktif güneş paneli toplayıcılara benzerdir. TAP' lar düşey ve eğimli biçimde dış cepheye monte edilebildiği gibi belirli bir açıyla zemin kotunun altına da yerleştirilebilir. Sürekli dolaşım halkası istemleri ısınan havanın yükselme prensibine dayanarak işlev görür [19].



Şekil 4.7. Termosifon sistemin çalışma prensibi [6]

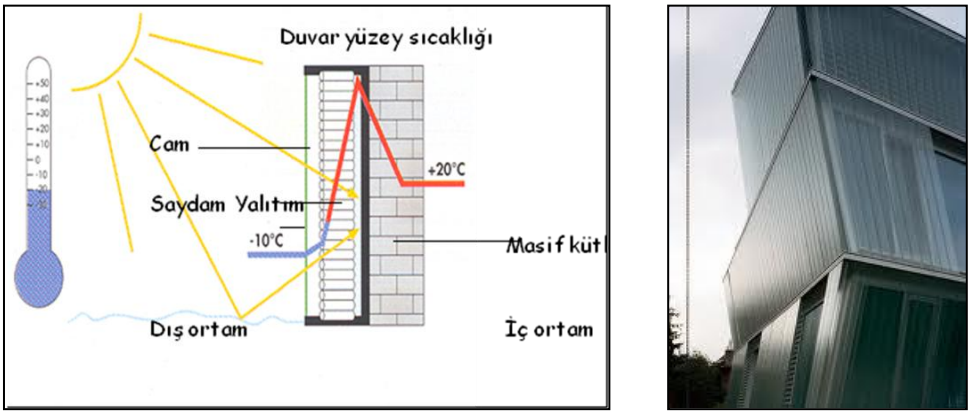
Panellerin üzerine düşen güneş ışınımı, metal levhanın hızla ısınmasına ve havayı ısıtmasına neden olmaktadır. Isınan hava yükselerek, açılan boşluklardan iç mekana iletilir. Soğuyan hava da, yine arka kısımdaki boşluklardan panele iletilir. Böylece sürekli bir döngü sağlanmış olmaktadır. Bu döngü sırasında mekanın altına

depolanan taş kütlelerin ısıyı depolayıp daha sonra iç mekan vermesi de sağlanmaktadır. Taş ısı depolarının kullanılmadığı termosifon sistemler de mevcuttur. En sıcak dönemde termosifon sistemlerin kapatılması, ısı kayıplarının en aza indirilmesi için de gece mekanla ilişkisinin kesilmesi gerekmektedir. Seralara göre avantajları, cephenin görselliğine etki etmemesi ve ışık yansımalarına sebep olmamasıdır.

Diğer karma yöntemlerde olduğu gibi termosifon sistemler de, fan destekli olarak kullanılabilmektedir. Fan kullanımı mekan içindeki hava döngüsünün daha hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır.

4.1.8 Saydam yalıtımlı duvarlar

Binalarda enerji tüketimini azaltmada en etkin önlemlerden birisi de, bina kabuğunun ısıl direncini arttırarak, ısı kaybını en aza indirgemektedir. Enerji korunumlu, düşük enerjili bina kabuğu kuruluşlarında gündeme gelen "saydam yalıtım" uygulaması ile ısı kayıpları en aza indirgenmekte, ayrıca güneş ışınlarının masif duvara iletilmesi ile duvarın ısıl kütle olarak çalışması sağlanmaktadır. Gün ışığı uygulamalarında yaygın olarak kullanılabilecek saydam yalıtım malzemeleri, kapiler veya balpeteği yapıda saydam yalıtım malzemeleri ile dolgulu pencerelerdir. Kapiler veya balpeteği yapıda saydam yalıtım malzemeleri, iki cam tabakası arasına yerleştirilmektedir [38].



Şekil 4.8. Saydam yalıtım uygulaması ((a)[2], (b)[39])

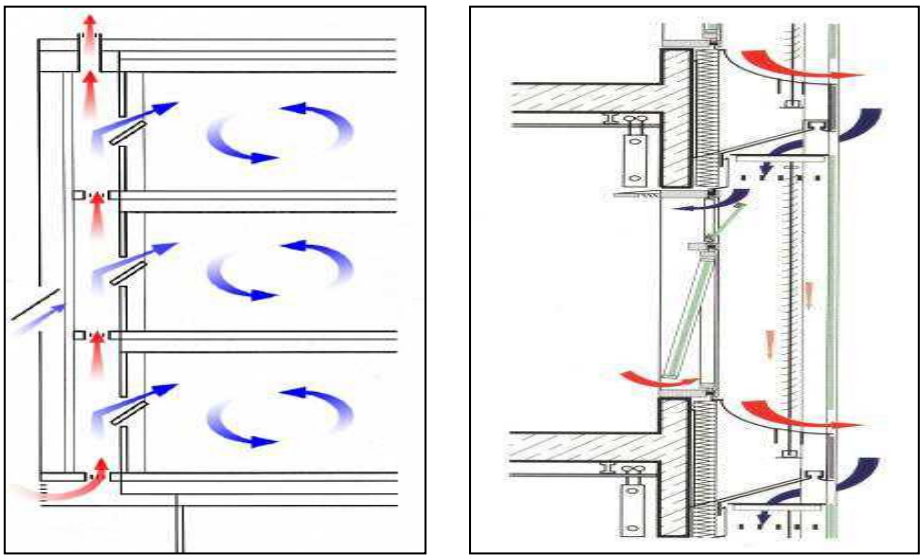
Petek dokulu veya kapiler tüplü uygulamalarda, saydam yalıtım malzemesi emici yüzeye dik olarak yerleştirilir ve güneş ısınlarının geri yansımadan duvar

yüzeyine ulaşması sağlanır. Günümüzde yoğun olarak uygulanan cam veya plastik esaslı tüplerde hücrelerin capı 3-8 mm'dir. Güneşin konumuna bağlı olarak yaz aylarında düşeyle dar açı yaparak gelen ışınlar borucukların içine girememekte, kış aylarında ise ışınların yataya yakın bir konumda gelmeleri sonucu borucukların çeperlerinden yansıyarak emici yüzey ve depolayıcı duvara ulaşmaktadır [40].

4.1.9 Çift kabuk cepheler

Çift kabuk cepheler, binaların dış ortam koşullarından yalıtılması, havalandırılması ve doğal aydınlatılmasında kullanılmaktadır. Çift kabuk cephe sistemlerinde iç ve dış kabuk, farklı tipte camların kullanıldığı saydam bileşenlerden ve kat hizalarında taşıyıcı sistemi gizleme amacıyla kullanılan opak bileşenlerden oluşmaktadır. Cam malzeme enerji etkinliği konusunda dış ve iç ortam arasındaki iliskiyi düzenleyen, ısı ve ışık denetimini sağlayan bir özelliğe sahiptir. Çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılan cam, değişkenlik özelliğine sahip olmalıdır. Cam bu özelliğini üzerine uygulanan tabakalarla kazanmaktadır [41].

Çift kabuk cepheler, aynı zamanda yenileme gerektiren eski yapılarda kabuk bileşeninin ve yalıtım malzemelerinin gizlenmesi ve korunması amacıyla da oluşturulmaktadır. Böylece, iç ortam ile dış ortam alasında bir tampon bölge oluşturulmuş ve dış iklim şartları kontrol altıma alınmış olmaktadır.



Şekil 4.9. Çift kabuk cephe sistemleri [41]

4.2. Soğutma Enerjisi İçin Pasif ve Karma Yararlanma Yöntemleri

Konfor şartlarının sağlanması için, binaların ısıtılması kadar soğutulması ve havalandırılması da önemlidir. Soğutmada amaç binanın öncelikle dış ortam sıcaklığından korunması ve içerideki kirli hava ile dışarıdaki temiz havanın yer değiştirmesidir.

4.2.1. Havalandırma yoluyla soğutma

Rüzgar oluşumu, havanın ısınması ve yükselmesi ile hava akımlarının oluşmasına bağlıdır. Binaların havalandırma yoluyla soğutulması da, dolaylı olarak güneşten pasif yararlanma yöntemleri arasına dahil edilebilmektedir. Yapılarda farklı şekillerde havalandırma yoluyla soğutma gerçekleştirilir.

Konfor havalandırması: Binalardaki açıklıklar (pencereler) kullanılarak yapılan havalandırmaya denilmektedir. Binaların havalandırma yoluyla soğutulmasında nemli ve sıcak iklimler için en basit yöntem olup, geçmişten günümüze kullanılmış yöntemlerin başında gelmektedir. Ancak binada mekanik sistemlerle de soğutma yapılacaksa ve sabit iç sıcaklık değerleri isteniyorsa, bu yöntem uygun değildir. Çünkü bu sistemlerde pencerelerin açılması sistemin dengesini bozar, istenilen sartlara gelmeyi engeller (İç ve dış sıcaklıklar sürekli bir bina otomasyon sistemi ile izlenerek uygun gün ve saatlerde mekanik sistem devre dışı bırakılmasıyla enerji tasarrufu sağlanabilir). Bu nedenle bu yöntem daha çok soğutma sistemi kurulmayacak bir yapı icin düşünülmelidir [42].

Karşılıklı havalandırma: Açıklıklardan giren havanın mekan içinde sirkülasyonunun sağlanması ve tekrar diğer açıklıklardan dış ortama verilmesi ilkesine dayanmaktadır. Binanın her iki cephesinde açıklıkların bulunması gerekmektedir. Açıklıklardan mekana giren rüzgar, diğer cephedeki açıklığa doğru bir akım oluşturur ve böylece havalandırma gerçekleşmektedir. Tek cephesi bulunan binalarda karşılıklı havalandırmanın yapılabilmesi için, açıklık kenarlarına kanat duvarlar yerleştirilebilmektedir. Kanat duvarlar, pencere kenarında duvara dik yerleştirilmiş panellerdir. Bu paneller basınç farkını ve dolayısıyla doğal konveksiyonu ve havalandırmayı artırıcı etki yapmaktadır [43]. Karşılıklı havalandırmada amaç soğutma yüklerini azaltacak ve konfor hissi oluşturacak iyi bir hava dağılımının

gerçekleştirilmesidir. Bu bağlamda hava giriş ve çıkış açıklıklarının boyutları ve formu, mekânın işlevsel gereksinimi ve kullanıcının konfor düzeyine göre belirlenmelidir [3].

Binalar gece saatlerinde kütlesinde soğuğu depolamak amacıyla havalandırılabilir. Eğer bina kütlesi yoğun (taş veya beton yapı) veya dışarıdan yalıtılmış ise, gündüz saatlerinde soğutulmuş kütle, radyasyon ve doğal dolaşımla bir ısı kuyusu olarak görevi görebilir ve binanın soğutma enerjisi gereksinimini azaltabilir. Bu etkinin artırılabilmesi icin gündüz saatlerinde pencere veya açıklıklar kapalı tutulmalıdır [42].

Konvektif soğutma: Günlük sıcaklık farklarının 15°C'den büyük olduğu ve yazın gece sıcaklığının gündüz sıcaklığından 20°C'ler civarında daha düşük olduğu kuru (karasal veya çöl) iklimler icin uygundur. Bu tür iklimlerde, dış soğuk hava geceleri bina kütlesinde depolanır. Geceleri bu bölgelerde dış hava binaya, eğer rüzgar hızı 2-3 m/s'den büyükse doğal yoldan, değilse bir fan ile mekanik yoldan sağlanabilir [42].

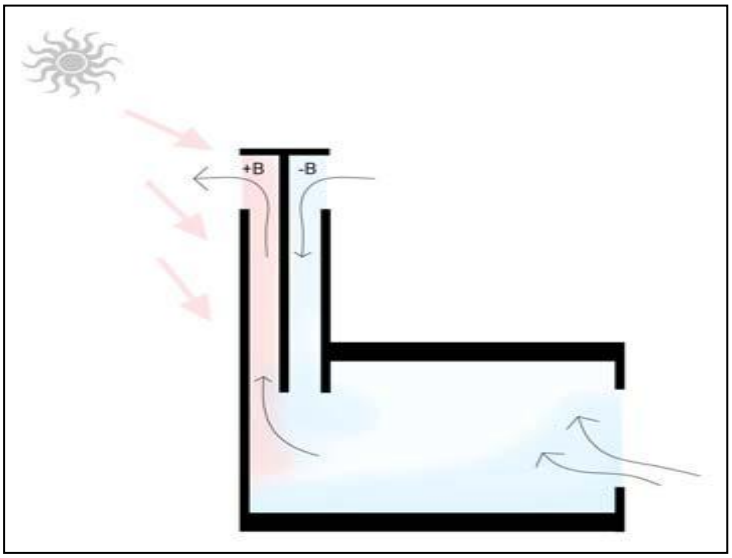
Rüzgar bacası: Hakim rüzgarın soğurulup bina içerisine alınması ilkesine dayanmaktadır. Geniş ağızlı bacaların, bölgenin hakim rüzgarına yönlenmesi ve esintiyi baca yardımıyla içeri alması sonucu havalandırma sağlanmaktadır. Daha çok yüksek yapılarda tercih edilmektedir. İç ortama alınan hava, çatı açıklıklarından veya baca görevi gören merdiven kovalarının üst kotlarındaki açıklıklardan dışarı atılır ve hava sirkülasyonu sağlanmış olur.

4.2.2 Işıma yoluyla soğutma

Işıma yoluyla soğutma, binanın çatı veya duvarlarının güneş etkisiyle gündüzleri ısıyı depolaması, geceleri ise bu ısıyı dış ortama vererek iç ortamın soğuması ilkesine dayanmaktadır. Böylece ısı kaybı oluğu müddetce soğuma olayı gerçekleşmektedir.

Güneş bacaları: Binaların dış yüzeylerine yerleştirilen ve güneş ışınlarının etkisi ile bina içerisinde soğuma sağlayan pasif sistemlerdir. Genel olarak bacanın ısınıp içindeki ısınan havanın yükselmesi ve baca içinde bir akım oluşması ilkesine dayanmaktadır. Dar bir formda tasarlanan güneş bacasında, dışarıya açılan biri sıcak diğeri soğuk iki egzoz bacası bina içinde hava akımı oluşmasına yardımcı olmaktadır. Bacanın dış yüzeyi camdır ve camın arkasında koyu renkli bir metal yer almaktadır. Bacanın binaya bakan yüzeyine ısı yalıtımı uygulanarak, baca içinde yüksek sıcaklık

elde edilir. Sistemde hava dolaşım hızı, baca yüksekliği ve sıcaklık farkına bağlı olarak kesintisiz gerçekleşmekte ve bina en sıcak devrede soğutulmaktadır [3].



Şekil 4.10. Güneş bacasının çalışma prensibi [44]

Metal güneş çatısı: İyi yalıtılmış çift katmanlı çatı bileşeninin metal malzemeden oluşan üst katmanının ışınımla ısısını gece koşullarında dış ortama vererek soğuması ilkesine dayanmaktadır [45]. Metal güneş çatısı çalışma prensibi olarak güneş bacasıyla paralellik göstermektedir. Metal çatı da ısınan havanın yükselmesi ilkesine dayanmaktadır. Metal bir çatının alt yüzeyi yalıtılmakta ve çatı ile yalıtım malzemesi arasında boşluk bırakılmaktadır. Gündüz saatlerinde aşırı ısınan çatı, geceleri bu ısıyı dış ortama vererek hava akımı oluşmaktadır. Mekanın tavanında bulunan menfezler açılarak iç mekandaki sıcak havanın dışarı atılması sağlanmaktadır.

4.2.3 Buharlaşma yoluyla soğutma

Buharlaşma yoluyla soğutma aynı zamanda "evaporatif soğutma" olarak da adlandırılmaktadır. Binanın üstünde bulundurulan su buharlaştırılarak serinleme etkisi sağlanır. Evaporatif soğutma nemi fazla olan iklimlerde, su temininin problemli olduğu yerlerde olumlu sonuçlar vermeyebilir. Ayrıca konfor düzeyi yüksek değildir [43].

Soğutma kuleleri: Direkt evaporatif soğutma olarak da adlandırılan bu teknikte, dış ortamdaki hava bir su kütlesinden geçirilerek mekan içine alınmaktadır. Böylece buharlaşma yoluyla soğutma sağlanmış olmaktadır.

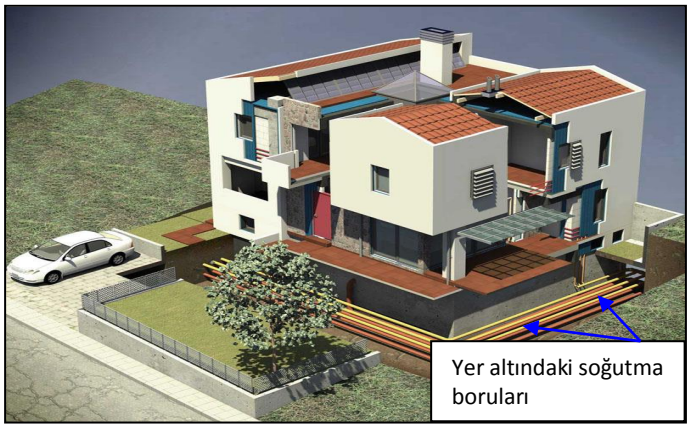
Geleneksel soğutma kuleleri, rüzgâr kepçelerinin içlerine geçirgen su testileri konulduğu veya çeşmeler yapıldığı sistemlerdir. Çağdaş soğutma kulelerinde ise, buharlaşma suyu kule içinde yukarıdan aşağıya doğru akarak aşağıda toplanmakta ve su sirkülâsyonu bir pompa aracılığıyla sağlanmaktadır [3].

Islatılmış çatılar: Binaya giren havayı su ile soğutmak yerine, çatıdaki bir suyu evaporatif yöntemlerle soğutmak veya çatıyı ıslatmak da mümkündür. Bu durum yaz geceleri yağan yağmurun oluşturduğu soğutma etkisine benzetilebilir. Böylece bina, çatıdan iletimle ısı transferi vasıtasıyla soğutulabilir ve indirekt soğutma sağlanabilir [42].

4.2.4.Toprakla soğutma

Binaların altında, çevresinde veya üstünde bulunan toprak kütlesi birçok iklim bölgesinde, binalar için doğal havalandırma kaynağı olarak kullanılmasına olanak vermektedir. Yaz dönemlerinde ılıman bölgelerdeki toprağın, 2-3 metre derinlikteki doğal sıcaklığı, soğutma kaynağı olarak kabul edilmesi için yeterince düşüktür. Ancak soğutmanın daha önemli olduğu sıcak iklim bölgelerinde ise, yaz dönemlerinde toprağın doğal sıcaklığı genellikle soğutma kaynağı olarak kullanılması için yeterli olmamaktadır [45]. Toprak yüzeyi saman örtüsü, çakıl veya ahşap ile kaplanarak, sıcak iklim bölgelerinde ise ıslatılarak sıcaklık düşürülebilir. Ayrıca yapı yerden yükseltilerek, sulama veya yaz yağmurları ile ıslatılmış ve gölgelendirilmiş toprak yüzeyinden suyun buharlaşması sağlanabilir [45].

Son yıllarda Avrupa birliği ülkelerinde toprak ile soğutma yöntemleri, aktif yöntemler aracılığı ile kullanılmaya başlanmıştır. Belirli derinlikteki toprak sıcaklığının değişmemesi ilkesinden hareketle, hem ısıtma sistemlerinde hem de soğutma sistemlerinde yardımcı sistem olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.11. Toprakla soğutmanın şematik gösterimi [46]

Özellikle sıcak iklimlerde binanın soğutma yükünün düşürülmesi ve iç mekan konfor şartlarının sağlanması için toprakla soğutmada karma yöntemler de kullanılmaktadır. Yerin 1 m. altındaki sıcaklık, yaz ve kış aylarında çok belirgin farklar göstermediği için, yaz döneminde soğutma yüklerinin, kış döneminde ise ısıtma yüklerinin azatılması için kullanılmaktadırlar.

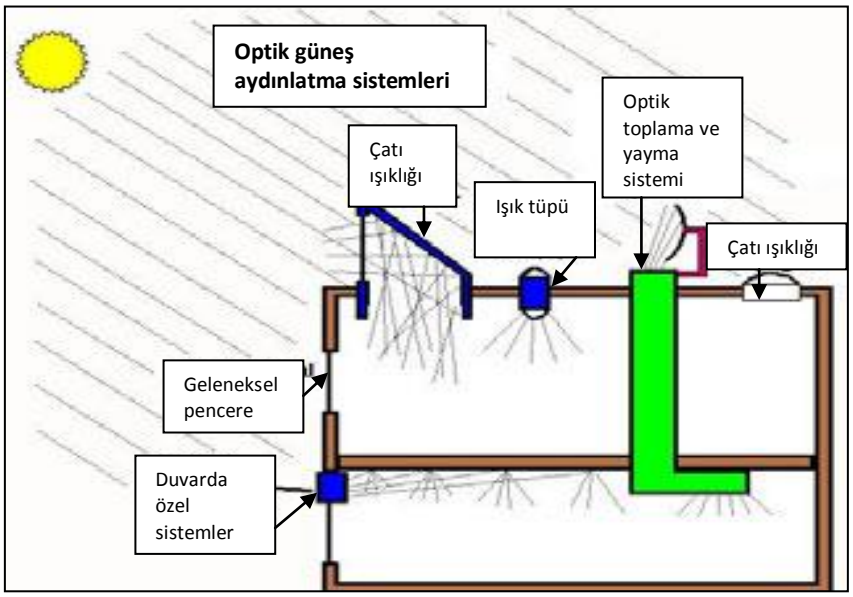
Bu yöntemlerde dış ortamdaki sıcak hava, borular vasıtası ile toprak altından geçirilmekte ve soğutularak içeriye alınmaktadır. Bu uygulamaya ek olarak çift kabuk uygulanmış yapılarda soğutma gereksiniminin olduğu dönemde toprakla ısısı düşürülen hava, çift kabuk arasına alınmakta ve çatıdaki menfezlerden dışarıya atılmaktadır. Böylece, çift kabuk arası her zaman sabit sıcaklıkta olmakta ve dış ortamdan bağımsız hava şartları oluşturulmaktadır.

Toprakla soğutma en sıcak devrede soğutma yüklerini azaltmak amaçlı kullanılacaksa sıcak-kuru, en az sıcak devrede bina içine alınacak havanın ön ısıtması için kullanılacaksa soğuk ve ılıman-kuru iklim bölgeleri için uygun özellikler taşımaktadır [3].

4.3. Aydınlatma Enerjisi İçin Pasif ve Karma Yararlanma Yöntemleri

Günışığı bir yapının günlük devinimi açısından büyük öneme sahiptir. Yapıların günışığından yararlanmaları genellikle pencereler ve diğer açıklıklar vasıtası ile gerçekleşmektedir. Ancak mekanların büyüklükleri ve derinliklerine bağlı olarak bu açıklıklar tek başlarına yeterli olmayabilir. Pencere veya açıklıklardan uzaklaşıldıkça günışığının etkisi azalmakta ve yetersiz kalmaktadır. Bu gibi durumlarda günışığının

etkisini arttırmak için, aktif yöntemlere alternatif olarak pasif yöntemlerden de yararlanmak mümkündür.



Şekil 4.12. Günışığından yararlanmada çağdaş sistemler [47]

Günümüzde, mekanların aydınlatılmasında güneş enerjisinden pasif olarak yararlanılan sistemler mevcuttur. Bu yöntemler doğal aydınlatmadan yararlanamayan mekanlara günışığını yönlendirerek, yansıtarak veya aktararak, o mekanın aydınlanmasını sağlamaktadır ve kullanımları giderek yaygınlaşmaktadır.

4.3.1. Pencereler

Pencereler, yapılarda doğal aydınlatma ve havalandırma amaçlı kullanılan geleneksel yöntemlerdir. Yapı kabuğunda bırakılan boşluklardan oluşmakta ve dış ortam ile görsel ilişkinin kurulmasına olanak sağlamaktadır. Yapımı ve kullanımı en kolay olan doğal aydınlatma sistemi olduğu için öncelikli çözüm olarak tercih edilmektedir. Pencereler, kullanıcı konfor koşullarına göre istenilen şekil ve boyutlarda tasarlanabilmektedir.

4.3.2. Çatı ışıklıkları

Çatı ışıklıkları, yapı kabuğundaki açıklıklardan (pencereler) farklı olarak güneş ışınlarının bina içinde aynı düzeyde yayılmasını sağlayan geleneksel ışıklandırma yöntemlerindendir. Saydam veya yarı saydam cam seçenekleri ile günışığının istenilen

düzeyde iç mekana aktarılması mümkündür. Özellikle büyük hacimli binaların aydınlatılmasının yanı sıra havalandırılması için de kullanılmaktadırlar. Yatay açıklıklar, sürekli açıklıklar ve fenerler farklı çatı ışıklıklarıdır.



Şekil 4.13. Yatay çatı ışıklığı [14]

Yatay ışıklıklar hem günışığının hem de güneş ışığının kullanılabilmesine olanak sağlar. Görsel ve iklimsel konfor koşulları açısından kapalı hava koşulları için daha uygundur. Sürekli açıklıklar düşey veya eğimli açıklıkların eğimli bir çatı düzlemi ile birlikte tasarlanmaları ile oluşturulan testere dişi biçiminde açıklıklardır. Genellikle tek yüzeyleri saydamdır. Endüstri yapılarında, okul, büro, hastane ve kütüphane gibi yapılarda kullanımı yaygındır [47].

Fenerler sürekli açıklıklara benzemekle beraber, birden fazla yönde saydam yüzeylere sahip oldukları durumlarda, parıltı oranları ve güneş kontrolü söz konusudur. Güneşli iklimlerde kuzeye veya güneye yönlendirilmiş fenerler yatay açıklıklardan daha uygundur. Doğuya ve batıya yönlendirilen çift yönlü fenerler gün boyu olumlu bir aydınlatma sağlamak için uygundur [47].

4.3.3 Işık rafları

Bu sistemin tasarım amacı kısaca pencereye yakın olan kısımda gölgelendirme yapmak, gün ışığını daha iç kısımlara taşıyarak iç ortamda homojen bir aydınlatma sağlamaktır. Işık rafları ile iç mekandaki gün ışığı seviyesi arttırılmaz ancak aydınlık seviyesi yayılarak hem görsel hem de termal açıdan daha konforu bir iç mekan sağlanmış olur. Eşit yüksekliğe sahip alışıldık pencerelerle karşılaştırıldığında, ışık

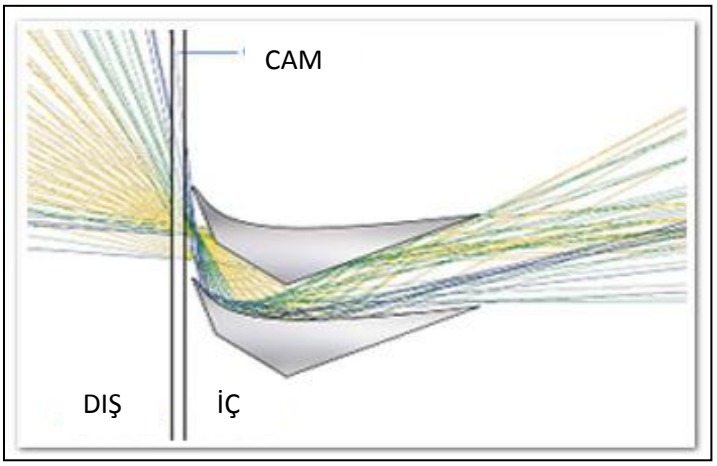
rafları odada gün ışığı faktörlerini arttırmaz. Işık rafının derinliği ve cam yüzeyindeki yüksekliği enlem ve iklimsel verilere dayanarak belirlenmelidir. Ayrıca odanın derinliği tasarımda etkilidir. Düşük enlemlerde iç ışık rafının boyu üstten gelen direk güneş ışığını engelleyecek kadar uzatılabilinir. Dış ışık rafının boyu ise pencerenin ne kadarı gölgelenmek isteniyorsa oraya kadar uzatılarak sağlanır [48].



Şekil 4.14. Işılk rafı uygulaması [49]

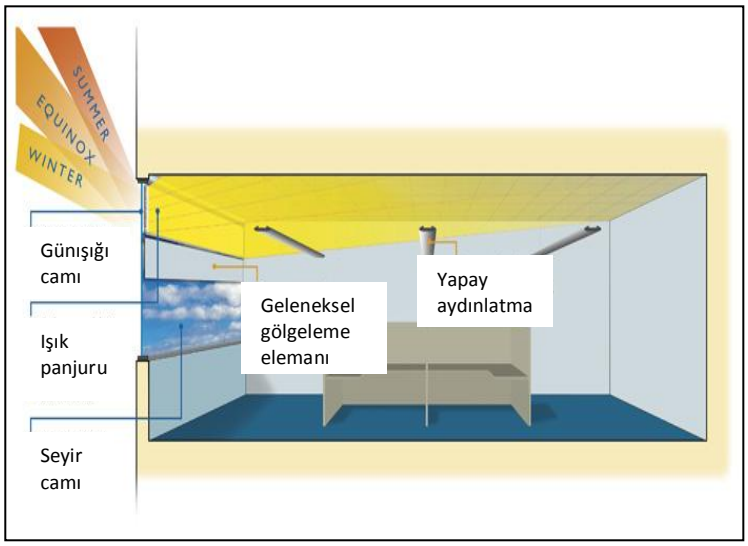
4.3.4 Işık panjurları

Işık panjurları, güneş ışınlarının kotrolünü sağlayan bir başka pasif yararlanma yöntemidir. Yapıların aydınlatma için gereksinim duydukları günışığını, parlama etkisini ortadan kaldırarak ve doğrudan güneş ışığı etkisini engelleyerek mekanın tavanına yansıtmaktadır. Işık panjurları mevcut cam elemanların iç kısmında bulunmakta ve istenilen yüksekliklerde ayarlanabilmektedir [50].



Şekil 4.15. Işık panjurlarının şematik gösterimi [50]

Patentli tasarım, güneş ışınlarını 5 cm'lik yükseklik açısı ile tavana yönlendirmektedir. Böylece doğrudan gelen güneş ışınları engellenerek, mekanın pencereye uzak kalan kısımları aydınlatılmış olmaktadır (www.lightlouver.com).

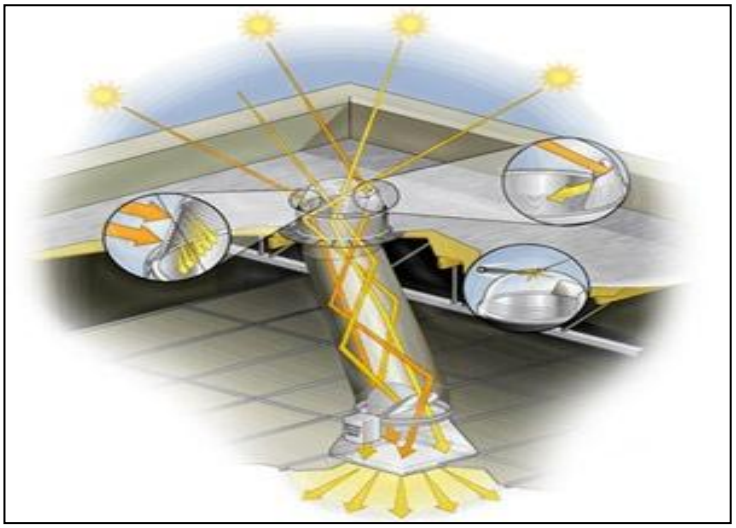


Şekil 4.16. Işık panjurlarının işleyişi [50]

4.3.5 Işık tüpleri

Işık tüpleri mekanların aydınlatılması için mekanların çatılarına veya dış duvarlarına yerleştirilip günşığının yansıtıcılar aracılığı ile iç mekana aktarılmasını sağlayan pasif yöntemlerdendir. En-boy derinliği fazla olan mekanların günışığından

yararlanamayan kısımlarında kullanılmaktadır. Özellikle kamu binaları ve ofis yapılarında tercih edilmektedir.



Şekil 4.17. Işık tüpünün şematik gösterimi [51]

Gün ışığını toplayan saydam kubbe, ışığı ileten yansıtıcı özellikte metal boru ve ışığın mekanın içine yayılmasını sağlayan elemanlardan oluşur.

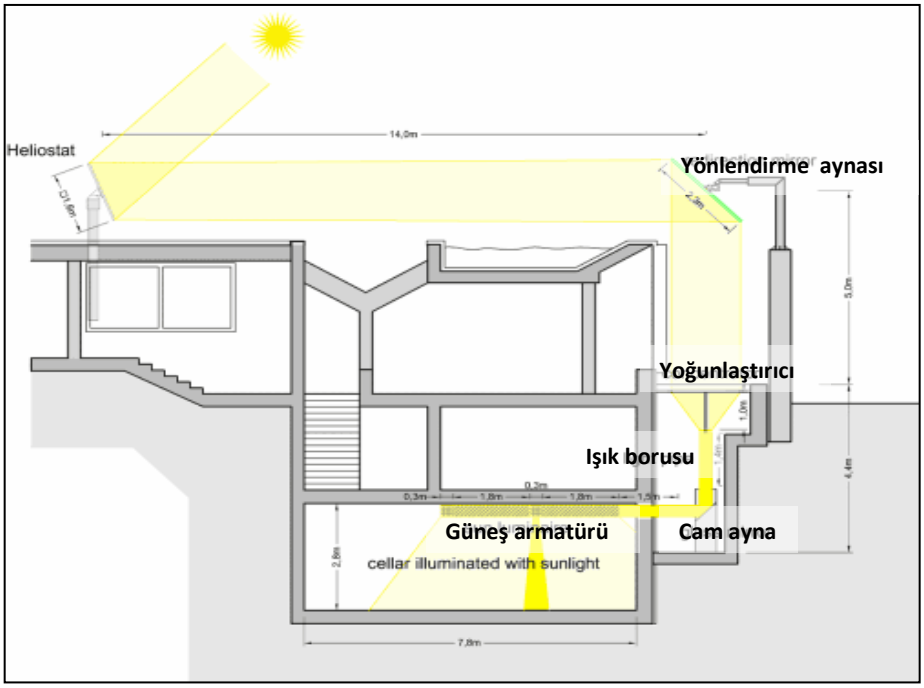
Güneşli iklimlerde güneye yönlendirilen yansıtıcı bir yarım kubbenin açıklığın içine yerleştirilmesiyle kışın yatık gelen direkt güneş ışığını içeri alarak daha fazla yansıtmak olanaklıdır. Tüpün içinde iletilen ışık miktarı, uzaklıkla ters orantılı olarak azalacağından, tüp içerisine optik film yerleştirilmektedir. Böylece yansıtma katsayısı %95'in üzerinde olan film tabakası sayesinde ışık, çok az kayıpla bina boyunca iletilebilmektedir [47].

4.3.6 Heliostat

Yandan ışıyan ışık tüpleri olarak da adlandırılan Heliostatlar bir diğer pasif aydınlatma sistemidir. Işık tüplerinden farkı, tek katlı yapılar veya yüksek yapıların son katlarında uygulanmamasıdır. Yapıda güneş almayan katlar için kullanımı uygundur. Karmaşık bir sistem olduğu için maliyetin artması söz konusudur.



Şekil 4.18. Yönlendirme aynası [52]



Şekil 4.19. Heliostatın sisteminin şematik gösterimi [52]

Yandan ışıyan ışık tüpleri, çatıya ya da yapının dışına güneşi takip edecek şekilde monte edilen ve günışığını yoğunlaştırmak için kullanılan bir "Heliostat" ünitesi, toplanan ışığı tüpe iletmek için tüpün giriş kısmına yerleştirilmiş ikincil bir ayna ve ışığı iletmek için kullanılan bir ışık borusu olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Bu sistemler, ışığı bir çekirdekte ve binanın tüm katlarına hizmet verecek

şekilde tasarlandıkları için, gün ışığını bina içine almadan önce yoğunlaştırmaya ve güçlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, sistemi destekleyecek Heliostat ve ikincil bir ayna gibi hareketli yan elemanlardan destek alınmaktadır. Ayrıca, tüpün içinde iletilen ışık miktarı, uzaklıkla ters orantılı olarak azalacağından, tüp içerisine optik film yerleştirilmektedir. Böylece yansıtma katsayısı %95'in üzerinde olan film tabakası sayesinde ışık, çok az kayıpla bina boyunca iletilebilmektedir [47].

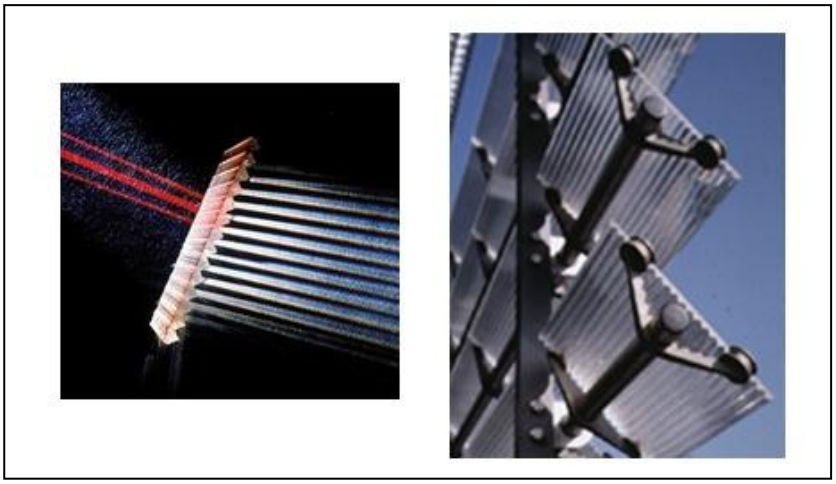
Sistem; coğrafi koordinatlara ve zamana ayarlı bir bilgisayar programıyla hareketli hale getirilen otomatik takip sistemi, bir veya daha çok aynadan ve frensel merceğinden oluşan, güneş ışınlarını toplayan ve yoğunlaştırarak ışık taşıyıcı kılavuzlara ileten bütünleşik bir sistemdir. Kılavuzlarda taşınan günışığı mekana bir dağıtıcı eleman ile verilir [53].



Şekil 4.20. Heliostat uygulamasında kullanılan ışık borusu [52]

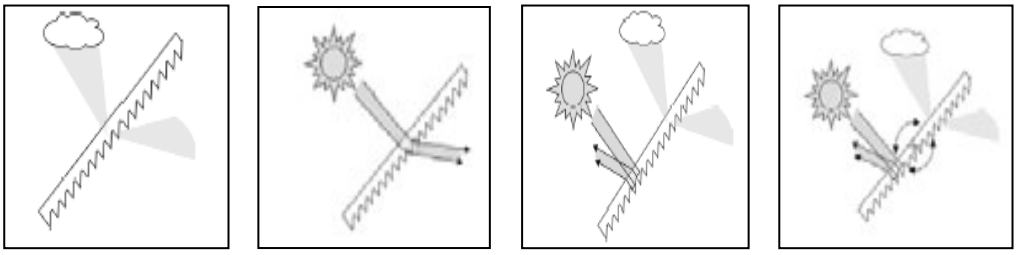
4.3.7 Prizmatik sistemler

Işığın kırılarak yönlendirilmesi ve iletilmesi ilkesine göre çalışan prizmatik sistemler, direkt güneş ışığını reddeden ya da mekanın tavanına doğru yönlendirerek arka kısımlara iletilmesini sağlayan, yaygın günışığını mekana ileten sistemlerdir. Prizmatik elemanlar cephe üzerinde, pencere sistemi ile bütünleşik ve düşey konumda kullanılabileceği gibi, çatı üzerinde tepe açıklıklarında da kullanılabilir. Prizmatik sistem pencere ile birlikte kullanıldığında, tavan; ışığı mekana dağıtıcı görev üstlendiği için önemlidir [53].



Şekil 4.21. Prizmatik sistemler [54]

Prizmatik paneller, yarı saydam oldukları için manzaranın bulunduğu cephede kullanımları görsel anlamda olumsuz neticeler doğurabilir. Bina dış kabuğuna entegre edilebildikleri gibi, iki cam arasına da monte edilebilir [54].



Şekil 4.22. Prizmatik panellerin farklı açılarda kullanımı [47].

Prizmatik pencere sistemleri, direkt güneş ışığını hacme yönlendirirken bir kısım güneş ışığı dışarı yansıtılmakta, bir kısmı da iletim sırasında yutulmaktadır. Yapılan araştırmalar bu sistemin ışık geçirgenlik oranının % 40 olduğunu göstermektedir. Bu da özellikle kapalı gök koşullarının hakim olduğu bölgelerde sistemin performansının düşük olduğu anlamını taşır [55].

4.3.8 Pasif aydınlatmada kullanılan özel camlar

Mekanların aydınlatılmasında açıklıkların yönü ve boyutları kadar kullanılan cam türü de önemlidir. Mekana alınan gün ışığının ve güneş ışınımın kontrol edilebilmesi, o mekandaki görsel ve ısısal konforun sağlanabilmesi için özel geliştirilmiş cam türleri kullanılmaktadır. Bu cam türleri farklı dış hava koşullarına karşı

renk değiştirebilme özellikleri ile mekana nüfuz eden günışığının kontrol edilmesini sağlamaktadır.

Fotokromik camlar: Bu tür camların ışık geçirgenliği, üzerine gelen ışık miktarına bağlı olarak değişmektedir. Kamaşmanın önlenerek görsel konforun sağlanması açısından uygundur. Cam bünyesindeki metallerin optik özellikleri, üzerine gelen ışık miktarına bağlı olarak değişmekte, ışık miktarı arttışında yutuculuk artmakta ve geçirgenlik azalmakta, bulutlu bir görüntü oluşmaktadır. Bu değişimin sınırı sabit olduğundan yaz dönemlerinde güneş ışınımı kazancını sınırlandırıp, kış dönemlerinde daha fazla güneş ışınımı kazancı sağlamak olanaklı değildir. Kızılötesi ışınların geçirilmesi azaltılmadığından ısı kazancı etkilenmemektedir [47]. Fotokromik camlar gün ışığına duyarlıdır ve geçirgenlikleri gün ışığındaki değişikliklere göre değişmektedir ancak fotokromik camlar, iç ortamda gün ışığı seviyesinin kontrol edilmesinde uygun olmakla birlikte güneş ısı kazançlarına karşı duyarlı değillerdir [56].

Termokromik camlar: Bu tür camların ışık geçirgenliği, sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Kullanılan malzeme cam katmanları arasına yerleştirilen bir tür jeldir. Soğukta saydam durumda iken, sıcaklık arttığında saydamlığı azalmakta ve yansıtıcı özelliği artmaktadır. Bu durumda camdan görüntü bulanıktır. Değişim sınırının sabit olması dezavantajdır [47].

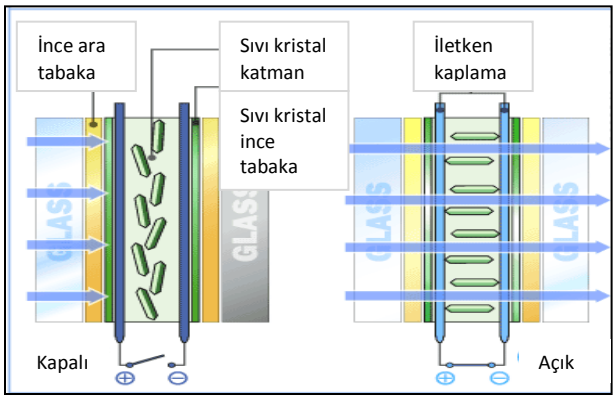
Elektrokromik camlar: Dinamik pencerelere bir örnektir. Elektrokromizm, malzeme yüzeyine düşük elektrik akımı uygulanması ile malzemenin geçirgenlik özelliklerinin değişmesiyle sonuçlanan ve malzemenin kimyasal yapısında değişiklikler oluşturan bir durumdur. Elektrokromik (EC) cam sistemlerinde yaklaşık 1 mikron kalınlığında çok katmanlı film tabakası olarak uygulanan tungsten oxid film katmanına 1-5 Volt arasında elektrik voltajı uygulanarak cam yüzeyi berrak konumdan 4 renkli konuma geçebilmekte ve böylece cam yüzeyinden gün ışığının geçişi ve güneş ısı kazancı azalmaktadır [56]. Elektrik akımının uygulanmasıyla saydam halden koyu mavi renge dönüşerek, enerji iletimini % 20 oranında azaltabilir. Bu özelliği nedeniyle, güneş ışığının neden olduğu kamaşma sorununa yönelik parıltı kontrolü amacıyla kullanılabilirler [53].



Şekil 4.23. Elektrokromik camların yapılarda kullanımı [57]

Gazokromik camlar: Etkisi elektrokromik camlar gibi olup, camı renklendirmek için cam katmanları arasına hidrojen verilirmekte ve saydamlığın ilk haline geri dönmesi için de oksijenle birleştirilmektedir. Film kalınlığı ve hidrojen konsantrasyonunun değişmesi ile renklenme özellikleri değişir. Renklenme için 20 saniye ve berraklaşma için 1 dakikadan az süre yeterlidir [47]. Gazokromik camlarda, her iki durum arasındaki ışık iletimi %15 - %60 arasında değişmektedir [53].

Sıvı kristal camlar: Elektrokromik camlarla aynı özeliktedir. Daha çok mekanların özelleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu yüzden güneş ışığından korunum için uygun değildir. Bu tür camlara akım verildiğinde, orta katmandaki kristaller düzenli hale gelir ve cam seffaf bir hal alır. Akım kesildiğinde ise kristaller düzensiz hale geçerek camın puslu bir hal almasını sağlar. Böylece ışığın arka tarafa geçmesi engellenir [58].



Şekil 4.23. Sıvı kristal camların çalışma prensibi [58]

BÖLÜM 5

YUNANİSTAN İKLİM ŞARTLARI ALTINDA BİYOKLİMATİK MİMARİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Biyoklimatik mimari eski çağlardan beri Yunan konut tasarımının temelini oluşturmuştur. Bölgenin iklimi ve Yunan halkının yaşam koşulları, tasarım kriterlerinin şekillenmesinde önemli rol üstlenmiştir. Antik çağda şehirler, birbirini dik kesen ve birbirine paralel dolaşım ağları şeklinde tasarlanmışlardır ve kentin merkezinde Agora denilen meydan, stoa, kütüphane, yönetim binaları ve sanat atölyeleri bulunmaktadır.

Antik çağda, önemli yerleşmelerin büyük bir çoğunluğu kıyıda yer almıştır. Akdeniz kıyılarında yerleşen kentler, coğrafyanın özelliklerini değerlendirmişler ve deniz kıyısında ya da kıyıya koşut dağlar ile kıyı çizgisi arasındaki düzlük alanda konumlanmışlardır. Kıyıdan içeride ve yüksek bir tepede kurulan kentler, hem deniz kontrolü ile güvenlik sorunlarını aşmış, hem de tarımsal faaliyetlerin denetimini sağlayan görsel bir egemenlik sağlamıştır. Bu kentlerin kıyıda inşa ettikleri yapılar arasında; limanlar, antrepo ve depolar, tersane ve gemi tezgâhları, kaleler ve kara-deniz surları, sanayi tesisleri ve fabrikalar, konutlar, ticaret yapıları, kamu yapıları, anıtsal yapılar, kültür, dinlenme ve eğlence yapıları yer almaktadır [59].

5.1 Yunan Mimarisi

Yunan mimarisi tarih boyunca birçok kültürün etkisinde kalmış ve günümüze gelene kadar geçirdiği her dönemden izler taşıyan bir mimari anlayıştır. Bu etkileri M.Ö. 1800'lü yıllarda Girit'te hüküm süren Miken Krallığından başlayıp, Osmanlı İmparatorluğu dönemini de kapsayacak şekilde incelemek mümkündür.

Antik döneme ait yapılarda da görüldüğü gibi klasik Yunan evi, dar ve uzun bir girişten sonra ulaşılan dikdörtgen bir avlu ve o avlunun etrafına konuşlandırılmış

mekanlardan oluşmaktadır. Avluda bir su öğesi ve dini etkinliklerin gerçekleştiği bir sunak, klasik Yunan evinin başlıca karakteristik özelliklerindendir.

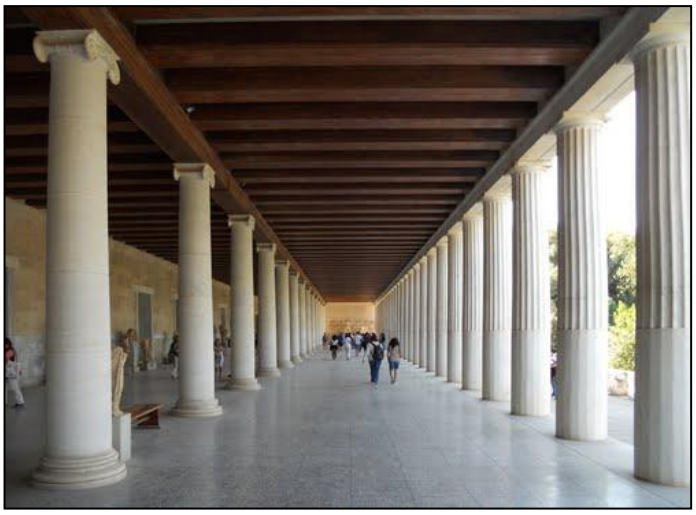
Klasik Yunan evi'nde kuzey duvarı daha kalın ve mümkün olduğunca daha küçük açıklıklara sahip olmaktadır. Ayrıca kuzey yönüne ekilen yaprak dökneyen ağaçlar sayesinde soğuk kuzey rüzgarlarından korunma sağlanmaktadır. Güneyde ise yaprak döken ağaçlar, kışın güneş ışığından yararlanmaya, yazın ise gölgeleme sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Binaya giriş ise genellikle doğu yönündedir [9].

Yunan mimarisinde iç avlu öğesi Arkaik dönem Yunan evi'nde, Roma dönemi evlerinde, Atina'daki Bizans Dönemi evlerinde, Osmanlı dönemi evlerinde, geleneksel ada evlerinde, dağlık bölge evlerinde ve 19. yy. Atina evlerinde kendini göstermektedir. Bu da, Yunan yaşam tarzının açık alan etrafında şekillendiğinin bir kanıtıdır [4].

Antik Yunan Evi caddeden yalıtılmış ve kapalı bir plan şemasına sahiptir. Tek iletişim, ışıklandırmanın ve dolaşımın sağlandığı iç avlu etrafında olmaktadır ve bu iç avlu yarı açık bir mekan tarafından çevrelenmektedir. Yaşam alanları, kış döneminde güneş ışınımından yararlanmak amacıyla güneye yönlendirilmiştir. M.Ö. 5. yy. Atina evleri ile M.S. 12. yy. Bizans evleri karşılaştırıldıklarında, aralarındaki biyoklimatik anlamdaki benzerlik görülmektedir [4].

Osmanlı İmparatorluğu döneminde de iç avlu, Atina konutlarının en belirgin özelliğini oluşturmaktadır. Dış yaşamdan yalıtılmış ve genellikle bir cephesi konut diğer cepheler de yüksek bir duvarla çevrelenmiştir. Ancak 19. yy. Atina konutlarının bir diğer özelliği de "hayat" bölümüdür. Dağlık ya da adalarda geleneksel konutun ışık, güneş ve hava aldığı bu yarı açık mekan, konutun akciğerlerini oluşturmaktadır [4].

Antik Yunan mimarisinde, konut harcindeki diğer yapılar ise Agorayı şekillendiren stoalardır. Stoa tipi yapılar genellikle sütünlarla çevrelenen yarı açık mekanlardır. Bu tip yarı açık mekanlar yağmur, sıcaklık ve güneş ışınlarının yansımalarından koruması sebebiyle, Yunan yaşam biçimi ve iklimi ile tam bir uyum sağlamaktadır. Geleneksel Türk mimarisindeki revaklarla aynı işlevi görmektedirler ancak stoalar yapılardan bağımsız olarak da inşa edilmişlerdir. Geleneksel manastır mimarisinde de stoaların izini görmek mümkündür. Manastırlar çevreden yalıtılmış ve kapalı plan tipinde inşa edilmiştir. Büyük bir avluyu çevreleyen stoalardan oluşmaktadır. Çevreden yalıtılmalarının sebebi hem korunma hemde inziva hayatının gerekliliğinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.1. Attalos Stoası [60]

Stoalar sadece agoralarda değil, farklı yapı türlerinde de kullanılmaktadır. Dini yapılarda hacıların gecelemeleri için barınak, agoralarda daimi ticarethaneler veya geçici satış yerleri, tiyatrolarda da yağmurdan korunma amaçlı kullanılmışlardır [4].

5.2 Yunanistan İklim Koşulları

Yunanistan'ın coğrafi konumu (34-42^{o} enlemleri), Akdeniz ile olan yakınlığı, uzun sahil şeridi ve zengin yeryüzü şekilleri Yunanistan ikliminin belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır. Kuzey bölgeleri Güneydoğu Avrupa iklim koşulları etkisi altında iken, güney bölgeleri Akdeniz ikliminden etkilenmektedir [61]. Kış dönemleri ılıman ve nemli, yaz dönemleri ise sıcak ve kuru bir iklime sahiptir. Yılın büyük bir bölümü güneşli ve uzun süreli bulutlanma görülmemektedir [62].

Yunanistan iklimi Akdeniz iklimi sınırları içinde kalmakla beraber, farklı iklim tiplerine sahiptir. Bu durum farklı yüksekliğe sahip olan ülkenin topografik oluşumlarından (ülke uzunluğu boyunca devam eden büyük sıradağlar) ve kara–deniz değişiminden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla Attiki'nin ve genel olarak Doğu Yunanistan'ın kuru ikliminden, Kuzey ve Batı Yunanistan'ın nemli iklimine geçiş olmaktadır. Bu tip değişimlere birbirlerine yakın olan bölgelerde bile rastlanmaktadır [62].

İklim açısından iki ana iklim dönemi yaşanmaktadır. Ekim ayının ortalarından Mart ayının sonuna kadar süren soğuk ve yağmurlu kış dönemi, Nisan ayından başlayıp Ekim ayına kadar devam eden sıcak ve kurak yaz dönemi şeklindedir. Kış dönemindeki

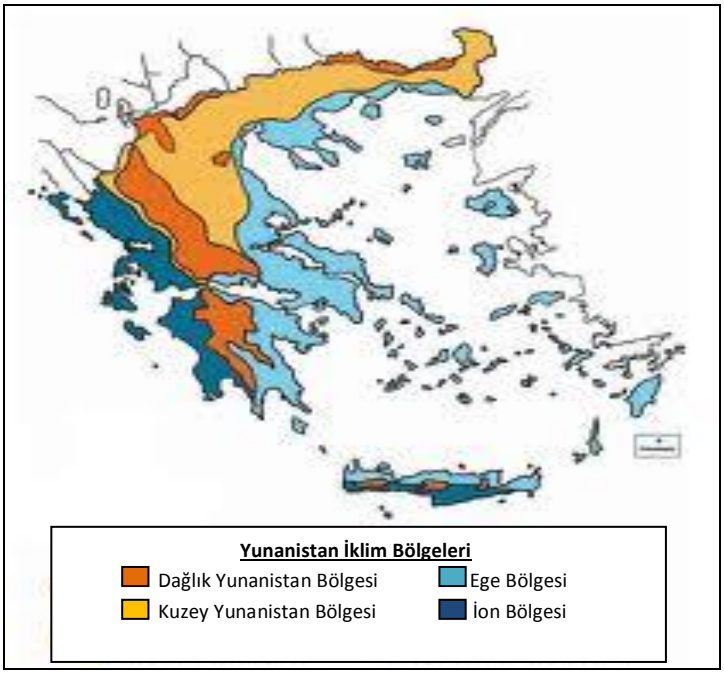
en soğuk aylar, Ocak ve Şubat aylarıdır. Bu dönemde ortalama en düşük sıcaklıklar sahil bölgelerinde 5-10 ^{o}C arasında, iç bölgelerde 0-5 ^{o}C arasında ve kuzey bölgelerinde 0 ^{o}C'nin altındadır. Yağışlar kış dönemlerinde uzun süreli olmayıp, uzun süre bulutlanma olmamaktadır. Kış dönemlerindeki olumsuz hava koşulları güneşli havalarla kesintiye uğramaktadır. Kış dönemi, Ege ve Ion Denizi adalarında, Kuzey ve Doğu bölgelerine göre daha yumuşak geçmektedir [62].

Sıcak ve kurak geçen yaz döneminde ise iklim sabit, gökyüzü güneşli ve kısa süreli yağışlar dışında genellikle yağışsız geçmektedir. Temmuz ayının son 10 günü ile Ağustos ayının ilk 10 gününü kapsayan en yüksek sıcaklıkların görüldüğü dönemde ortalama en yüksek sıcaklık 29 ^{o}C ile 35 ^{o}C arasında değişmektedir. En sıcak dönemde yüksek sıcaklıkların etkisi, denizden gelen serin esinti ve kuzeyden Ege Denizine esen rüzgarlarla azalmaktadır [62].

Yaz döneminin erken başlaması sebebiyle ilkbaharın etkisi kısa sürmektedir. Buna karşılık sonbahar etkisi de, kış mevsiminin geç gelmesi nedeniyle uzun sürmektedir. Özellikle, Yunanistan'ın güney bölgelerinde Aralık ayının ortalarına kadar sonbahar etkisini hissetmek mümkündür [62].

Yunanistan iklimini genel olarak Adreniz iklimi olarak tanımlamak mümkündür. Bölgelerin birbirlerine göre farklı yükseklikte olmaları, denize olan uzaklıklarının az veya çok olması ve farklı güneşlenme oranlarına sahip olmaları iklimsel olarak değişimine neden olmaktadır. Bu nedenle Yunanistan iklimini dört bölgeye ayırmak mümkündür.

- Dağlık Yunanistan Bölgesi
- Kuzey Yunanistan Bölgesi
- Ion Bölgesi
- Ege Bölgesi



Şekil 5 2. Yunanistan iklim bölgeleri haritası[63]

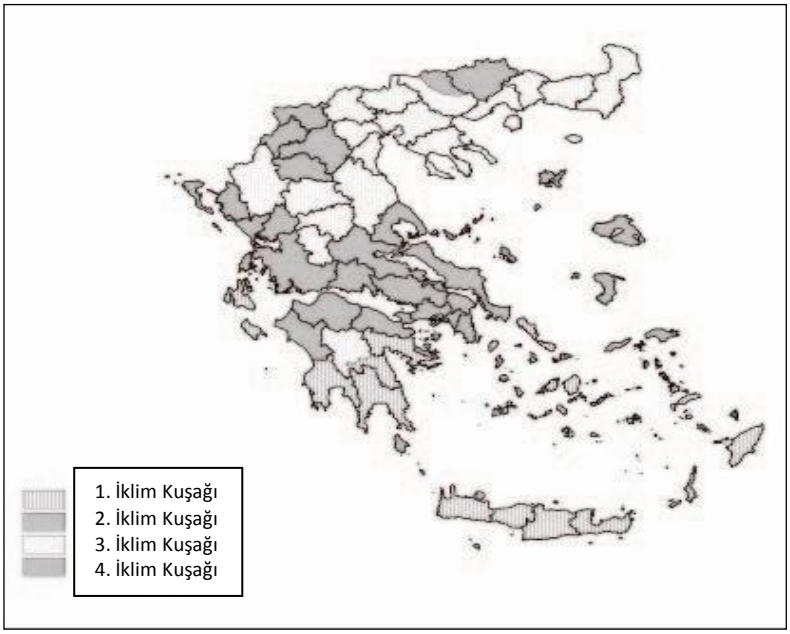
Dağlık Yunanistan'ın karakteristik iklim özellikleri düşük sıcaklıklar, uzun dönem karyağışı, yüksek bulutluluk oranı ve sert esen rüzgarlar şeklindedir. Dağlık Yunanistanda kışlar sert, yazlar ise serin geçmektedir [64].

Kuzey Yunanistan iklim bölgesinde ise yaz aylarında sınırlı derecede kuraklık görülmekle birlikte yıl boyunca yağışlar eşit olarak dağılmaktadır. Kuzey Yunanistanda kışlar sert yazlar ise yağışlıdır [64].

Ion bölgesinde kışlar yumuşak ve bol yağışlıdır. Bulutluluk oranı düşük, dolaysıyla güneşlenme oranı çok yüksektir. Ülkenin güneşlenme oranı en yüksek bölgesidir [64].

Ege bölgesinin iklim özellikleri ise güçlü ve sık rüzgarlar ile yüksek güneşlenme ve nem oranı sayılabilir [64].

Yunanistan iklim bölgeleri haritasının yanı sıra, Binalarda Enerji Verimliliği Yönetmeliği (K.EN.A.K.) kapsamında oluşturulan Yunanistan iklim kuşakları haritası da mevcuttur. Bu haritada genel olarak rakım ve güneş ışınımı baz alınmakta, ancak denize uzaklık, yağış miktarı ve rüzgar gibi iklimsel etmenler değerlendirilmemektedir. Yunanistan'daki yapıların, ısıtma ve soğutmada harcadıkları enerjinin derecelendirilmesi amacıyla oluşturulmuştur (Şekil 5.3). Her iklim kuşağının sınırları içerisinde bulunan iller, Tablo 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.3 Yunanistan iklim kuşakları [65]

Tablo 5.1. İllerin iklim bölgelerine göre dağılımı [65]

İKLİM KUŞAKLARI	**İLLER**
1. İklim Kuşağı	İrakleio, Hania, Rethimnos, Lasithos, Kiklades, Dodekanisos, Samos, Messinias, Lakonias, Argolidas, Zakinthos, Kefalonias ve İthakis, Kithira ve Saronikos Adaları(Attiki), Arkadias(ovalık)
2. İklim Kuşağı	Attiki, Korinthias, İleias, Ahaias, Aitolokarnanias, Fthiotidas, Fokidas, Boiotias, Euvoias, Magnisias, Lesbos, Hios, Kerkiras, Lefkadas, Thesprotias, Prevezas, Artas
3. İklim Kuşağı	Arkadias(dağlık), Evritanias, İoannina, Larisas, Karditsas, Trikala, Pierias, İmathias, Pellis, Thessalonikis, Kilkis, Halkidikis, Serres(KD bölümü hariç), Kavalas, Ksanthis, Rodopis, Evros
4. İklim Kuşağı	Gravena, Kozanis, Kastorias, Florinas, Serres(KD bölümü), Dramas

Yunanistan iklim bölgeleri haritası güneş, yağmur, rüzgar, denize uzaklık, ve topografik durum baz alınarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada, biyoklimatik mimaride tüm iklimsel etmenlerin dikkate alınması gerekliliğinden Yunanistan iklim bölgeleri haritası dikkate alınmıştır.

5.3 Yunanistan Enerji ve İklim Değişikliği Politikaları

Avrupa Birliği ülkelerinde olduğu gibi Yunanistanda da enerjide dışa bağımlılık, ülke ekonomisini etkilemektedir. Bu konuda Yunanistan'ın tek başına veya işbirliği içerisinde yapmış olduğu birtakım çalışmalar mevcuttur. Yapılan bu çalışmaların temel amacı, enerji tasarrufu sağlamak ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktır. Bu konuda günümüze kadar yapılan çalışmalar öncelikli olarak yapı sektörüne yöneliktir.

Enerji tasarrufuna yönelik atılan ilk adım 1979 yılında yürürlüğe giren "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği (ΚΘΚ)" olmuştur. Yönetmelik sadece duvar, kolon, kiriş, döşeme, çatı gibi yapı elemanlarının yalıtılmasını zorunlu kılmaktadır. Elektrik ve mekanik tesisat ile ilgili herhangi bir denetim sözkonusu olmamıştır. Yönetmelik yürürlükte olmasına rağmen, yapıların %80 gibi büyük bir kısmının 1980 öncesi yalıtımsız olarak inşa edilmiş olduğu için enerji tüketiminde bir atış gözlemlenmiştir. Kuzey Yunanistanda 1970'li yıllarda inşa edilmiş yalıtımsız bir binanın ortalama ısıtma enerjisi gereksinimi 180 kWh/m^2 iken, Binalarda Isı yalıtımı Yönetmeliği'ne uygun yapılmış yalıtımlı bir binanın ısıtma enerjisi gereksinimi 80 kWh/m^2'ye kadar düşmektedir. Bu da yaklaşık %72 oranında enerji kaybının olduğunu gösterir. Ayrıca, 1990 yılında Yunanistan'daki enerji tüketiminin GSMH'ya oranının, 12 birlik ülkesine göre %60 oranında fazla olması, Yunanistan hükümetini enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı konusunda bazı teşvikler vermeye itmiştir [8].

Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği ile aynı dönemlerde yürürlüğe giren çeşitli yasal düzenlemelerle, güneş toplaçlarının kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla belirli bir orana kadar gelir vergisi muafiyeti ve banka kredisi kullanımında kolaylıklar sağlanmıştır.

1990'lı yılların ortalarında ise doğalgaz ve yenilenebilir enerji kaynakları sistemlerinin alımı ve kullanımında %75 oranında vergi muafiyeti öngören olanaklar sunulmuştur [8].

Yunanistan Çevre ve Bayındırlık Bakanlığı 1996 yılında, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Merkezi ve üniversite temsilcileri ile birlikte hazırladığı "Ενέργεια 2001" eylem planını yürürlüğe koymuştur. Bu eylem planı eski ve yeni yapılarda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ve enerji tasarrufuna katkı sağlayan, teknik ve sistemlerin uygulamasını içeren bir strateji planından oluşmaktadır. Dolayısıyla Yunanistan Programında bulunan konut, ticaret ve kamu yapılarında CO_2 salınımını sınırlamaya yönelik alınacak önlemlerin, Avrupa Birliğinin SAVE93/76/EE direktifine uyumu sağlanmış olmaktadır. Birlik ülkeler 2008-2012 arasında sera gazı salınımını %8 oranında azaltmakla yükümlüyken, Yunanistan 2010 yılına kadar sera gazı salınımı artışını 1990 yılı seviyesine göre %25 ile sınırlamakla yükümlü olmuştur [8].

Avrupa Parlamentosu'nun 2002/91/EC "Binalarda Enerji Performansı" yönergesini yayınlamasından 5 yıl 3 ay sonra, Yunanistan hükümeti 2008 yılında binalarda enerji verimliliği ile ilgili kanun tasarısını oylamaya sunmuştur. Hem Avrupa Birliği direktifine (SAVE93/76/EE) uyum, hem de Avrupa Isıtma Standardı'nın (EN832) uygulanması için çalışmalar yeni bir yönetmelik üzerine yoğunlaşmıştır. Böylece, "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği (K.Θ.K)" nin yerini alacak olan "Binalarda Enerji Verimliliği Yönetmeliği (K.EN.A.K)" oylamaya sunulmuştur [8]. K.EN.A.K. "Enerji Tasarrufu ve Akılcı Kullanımı Yönetmeliği" (K.O.X.E.E) olarak adlandırılmışken, Avrupa Yönergesinin gerekliliklerini yeteri kadar karşılamadığı gerekçesiyle tekrar gözden geçirilip son halini almıştır.

K.EN.A.K'ın getirdiği yenilikler özetle [8]:

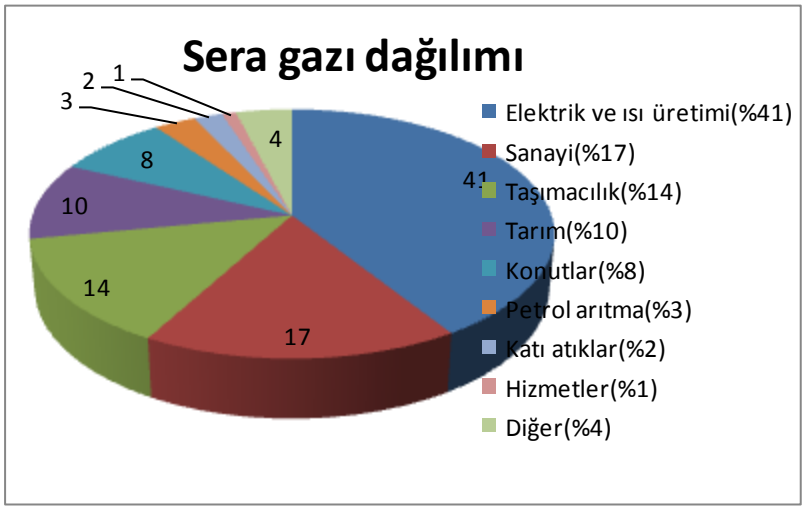
- Yeni binalarda Enerji Verimliliği Projesinin yapılmasının zorunlu olması
- Alım satım ve kiralama durumlarında Enerji Verimliliği Belgesi'nin tüm binalar için alınmasının zorunlu olması
- 1980 öncesi yapılmış olan binalarda, eski pencerelerin değiştirilmesi ve ısıtma sistemlerinin değiştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bina kabuğunun yalıtımı gibi enerji verimliliği konusundaki yenilemelerin teşvik edilmesi şeklindedir.

Bina Enerji Verimliliği Yönetmeliği (K.EN.A.K) ile yeni yapılardan çok, eski yapılarda yapılacak olan müdahaleler önemlidir. Çünkü Yunanistan'daki yapıların çoğu 1980 öncesinde inşa edilmiş olup, enerji tüketiminin büyük bir oranınına neden

olmaktadır. Bu nedenle Yunanistan Hükümeti tarafından eski yapılara yönelik yenilemeler teşvik edilmektedir.

Yunanistan, AB ülkesi olması nedeniyle, iklim değişikliği konusunda birlik olarak alınan kararların tümüne uymakla ve gerekli adımları atmakla yükümlüdür. Birleşmiş Milletler "İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi" ve "Kyoto Protokolü" gibi uluslararası sözleşmeler, Avrupa Birliği ülkelerinin uyma yükümlülüğü bulunan uluslararası sözleşmelerden en önemlileridir. BM ve Dünya Doğayı Koruma Vakfı'nın (WWF) [66] yayınladığı rapora göre küresel ısı artışının 2 ^{o}C ile sınırlandırılması için, 2050 yılına kadar sera gazı salınımlarının 1990 seviyesine göre %60-80 oranında azaltılması gerekmektedir.

Yunanistanda, 2005 yılındaki toplam sera gazı salınımı 139 milyon ton seviyesinde idi. Sera gazları arasında en büyük payı % 81 ile CO_2 almaktadır. Sera gazı salınımında en büyük pay ise %41 ile elektrik üretim kuruluşlarına aittir. Elektrik üretim kuruluşlarını % 17 ile sanayi, % 14 ile ulaşım, %10 ile tarım ve %8 ile konutlar takip etmektedir. Petrol arıtma (%3), atıklar (% 2) ve hizmetler (%1) ise küçük paya sahip diğer sektörlerdir [66].



Grafik 5.4. Yunanistanda sektörlere göre sera gazı salınımı(%)[66]

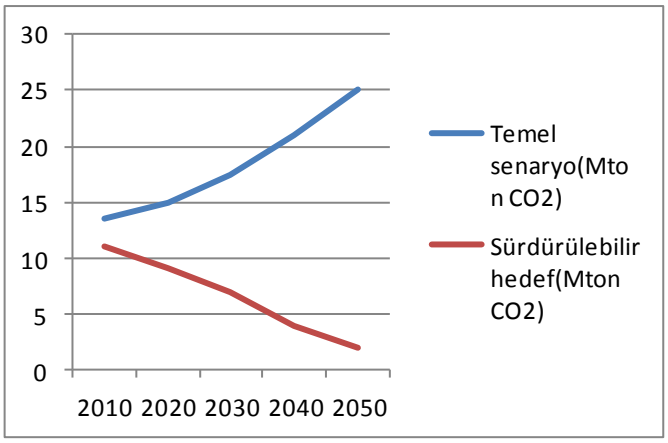
WWF'nin yayınladığı 2050 raporunda sera gazı salınımı ve buna karşı alınacak önlemler iki senaryo üzerinden ele alınmıştır.

Temel senaryoda, salınımların azaltılmasını destekleyici politikalar neticesinde alınan önlemlerle, 2010 yılında 11 Mton CO_2, 2015 yılında ise 29 Mton CO_2 salınım

azalması öngörülmektedir. Bu da, sırasıyla 2010 yılı için % 37, 2015 yılı için ise % 53 değerlerine karşılık gelmektedir [67]. 1990 seviyesine göre sera gazı salınımı artışını %25 ile sınırlama yükümlülüğü düşünüldüğünde, önlemlerin yetersiz olduğu ve ek önlemlerin alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

Sürdürülebilirlik hedefi senaryosunda alınacak önlemler sanayi, taşıma, konut ve hizmetler, elektrik üretimi, tarım gibi başlıklar altında incelenmiştir. Bu çalışmanın konusu ile ilgisi bakımından, konut ve hizmetler ile elektrik üretimi başlıkları üzerinde durulmuştur.

Sürdürülebilirlik hedefi senaryosunda konut ve hizmetler alanında yapılması önerilen ekonomik iyileştirmeler, binalarda dış yüzeylerin yalıtımı, açıklıkların hava sızdırmazlığının sağlanması, verimsiz ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemlerinin enerji verimliliği yüksek olanlarla değiştirilmesi, otel ve hastanelerde merkezi ısıtma sistemlerinin bakımı, binalarda mekan organizasyonunun iyileştirilmesi ve 2050 yılına kadar 60 PJ ısının, kombine ısı ve güç (CHP) fabrikalarında üretilmesidir. Bunlara ek olarak önerilen yenilikçi öneriler ise sıfır enerjili binaların arttırılması (2020 yılına kadar yapıların %5'i, 2050 yılına kadar ise %25'i) ve ısı enerjisinde biyokütle oranının 2020'ye kadar %7.5, 2050'ye kadar %15'e çıkarılmasıdır [66].



Grafik 5.5. Konut- hizmet sektörlerinin yıllara göre CO_2 salınım oranları [66]

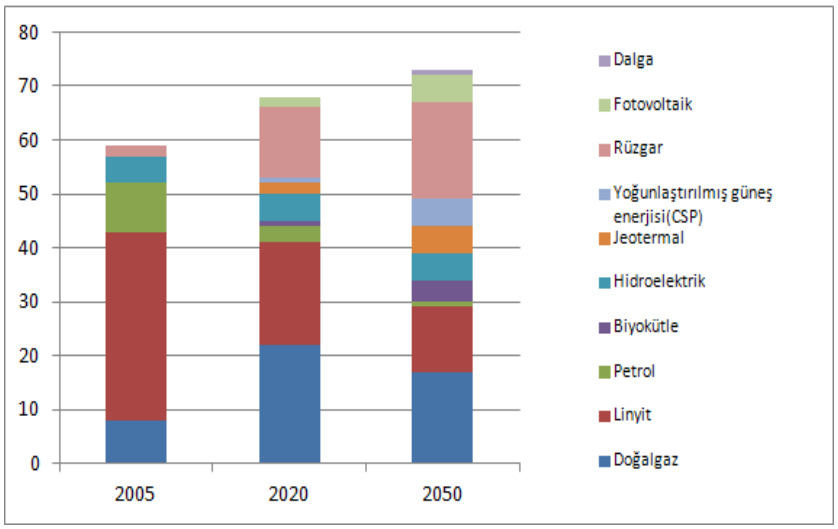
Günümüzde Yunanistanda elektrik enerjisi üretiminde CO_2 yoğunluğu, 750 gr/kWh seviyesinde olup, AB ortalamasının üzerindedir. Bunun başlıca sebebi ise elektrik üretiminde % 61 oranında linyit kullanılmasıdır. Temel senaryoya göre elektrik enerjisi üretimi 2006 yılında 59 TWh iken, 2050 yılında 136 TWh'a yükselmektedir.

Sürdürülebilirlik hedefi senaryosuna göre ise 2050 yılında 73 TWh olmaktadır. Sürdürülebilirlik hedefi senaryosuna göre 2050 yılına kadar elektrik üretiminde yapılacak iyileştirme ve yenilikler şunlardır [66]:

- 4300 MW'lık CO^2 tutucu ve depolayıcı sisteme sahip(CCS) doğal gaz tesisi
- 2400 MW'lık CO^2 tutucu ve depolayıcı sisteme sahip(CCS) doğal gaz tesisi
- 900 MW'lık biyokütle tesisi
- 12100 MW'lık rüzgar gücü kurulumu
- 3600 MW'lık hidrolik tesis
- 1000 MW'lık jeotermal tesis
- 1500 MW'lık parabolik oluk güneş sistemi(CSP) kurulumu
- 1800 MW'lık fotovoltaik sistem kurulumu
- 300 MW'lık dalga enerjisi sistemi kurulumu

Yunanistan'ın sürdürülebilir bir geleceğe ulaşması için yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artması ve fosil yakıt kullanımının azaltılması gerekmektedir (Şekil 5.5).

Elektrik üretiminde 2050 yılına kadar gerçekleşmesi öngörülen bu iyileştirmeler sonucunda Kombine Isı ve Güç(CHP) fabrikalarından 17 TWh, yenilenebilir enerji kaynaklarından toplam üretimin %58'ine denk gelen 42 TWh elektrik enerjisi elde edilmesi öngörülmektedir [66] (Şekil 5.6).



Grafik 5.6. Sürdürülebilirlik hedefi senaryosuna göre elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar ve yıllara göre dağılımı-TWh [66]

BÖLÜM 6

YUNANİSTAN BİYOKLİMATİK MİMARİ ÖRNEKLERİ

Yunanistan iklim özellikleri ve coğrafi konumu, biyoklimatik mimarinin gelişimi için önemli veriler sunmaktadır. Yunan halkı yaşam tarzının açık ve yarıaçık mekanlar etrafında şekillenmesi, antik çağlardan beri biyoklimatik mimarinin Yunanlılar tarafından benimsenmiş olduğunun göstergesidir.

6.1 İrakleio'da Biyoklimatik "Akıllı" Ev

2010 yılında tamamlanmış olan yapı, 200 m^2'lik toplam kullanım alanına ve dikdörtgen plan şemasına sahip, arsanın merkezine konumlanmış, biyoklimatik mimari tasarım kriterleri baz alınarak tasarlanmış ve bazı otomasyonların eklenmesiyle "akıllı ev" olarak adlandırılmıştır. Yapıda kullanılan biyoklimatik öğeler kış bahçesi, açıklıklarda betonarme gölgeleme elemanları, açık alanlarda ahşap pergole kullanımı, ısıtma ve soğutma için yatay jeotermal ısı pompası ve yerden ısıtma sistemi, buharlaşma yoluyla serinlemek için havuz kullanımı, yüksek derecede ısı yalıtımı ve tüm uygulamalar için merkezi kontrol sistemidir [28].



Şekil 6.1. İraklioda biyoklimatik konut [28]

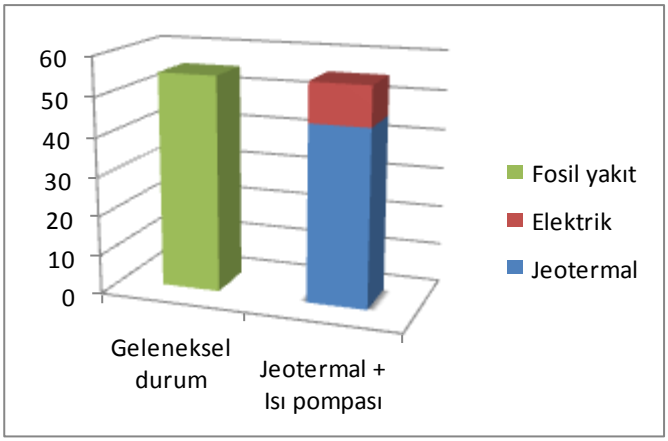
Binanın yönlenmesinde en az sıcak dönemde güneş ışınımından en iyi şekilde yararlanabilmek ve en sıcak dönemde de korunabilmek üzere güneşlenme ve gölgeleme durumu da dikkate alınarak, uzun cepheler doğu-batı aksına paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Binanın temel tasarım fikri açık alanlar üzerine kurulmuştur. Çatı penceresinden kış aylarında mekana yeterli düzeyde güneş ışığı alınmakta, yaz aylarında ise otomatik gölgeleme sistemiyle hem gölgeleme hem de havalandırma sağlanmaktadır. Güney cephesine, güneş ışınımında yararlanmak için iki katlı bir kış bahçesi yerleştirilmiştir. Açıklıkların güneşten korunması için betonarme gölgeleme elemanları ve cephelerde pergolalar kullanılmıştır [28].



Şekil 6.2. Gündüz ve gece havalandırması [28]

Yapının güney yönüne yerleştirilen yüzme havuzu ile yaz aylarında buharlaşma yoluyla güney cephesinin soğutulması amaçlanmıştır. Ayrıca uygun peyzaj ile çevre düzenlemesi yapılmış ve yapı çevresinde mikroklima koşulları sağlanmaya çalışılmıştır.

Binanın ısıtılması ve soğutulmasında yatay jeotermal sistemden yararlanılmaktadır. Geniş alan gerektiren yatay döşenen borular, tenis kortunun altına döşenmiştir. Bu jeotermal sistem 10 kWh enerji tüketerek, binaya 55 kWh gücünde ısı enerjisi sağlamaktadır. Böylelikle kullanılan enerjinin ¾'ü topraktan, ¼'ü ise elektrik enerjisinden karşılanmaktadır. Ayrıca jeotermal sistem ile yıl boyu sıcak su ihtiyacı karşılanmakta ve havuz kış aylarında jeotermal sistemle ısıtılmaktadır. Binanın geleneksel fosil yakıtlarla ısıtılması durumunda 55 kWh'lik enerji gereksinimi için 65 kWh'lik ısı enerjisine gereksinim duyulacağı hesaplanmıştır. Binanın ısıtılması ve soğutulması için yerden ısıtma sistemi kullanılarak her mekanın eşit şekilde enerji gereksinimi sağlanmıştır [28].



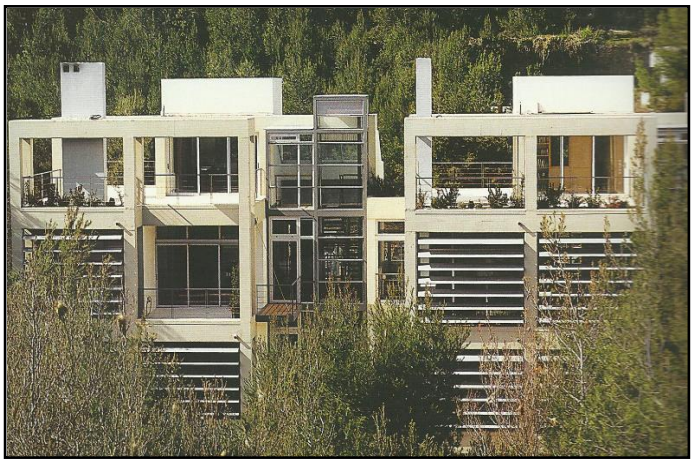
Grafik 6.1. Yapıda kullanılan jeotermal+ısı pompası sisteminin fosil yakıt kullanımı ile karşılaştırılması[28]

Mekan sıcaklığının ayarlanması, gölgeleme elemanlarının indirilmesi ve ışıkların söndürülmesi, her mekanın ısıtma, soğutma ve aydınlatma gereksiniminin doğru şekilde karşılanması gibi uygulamalar, bodrum kata kurulan merkezi bir kontrol sistemi ile sağlanmaktadır Söz konusu kontrol cep telefonu vasıtası ile bina dışından da gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca atık sular biyolojik dönüşüm sistemi ile temizlenerek bitki ve ağaçların sulanmasında tekrar kullanılmaktadır [28].

6.2 Kifisia'da Çift Konut

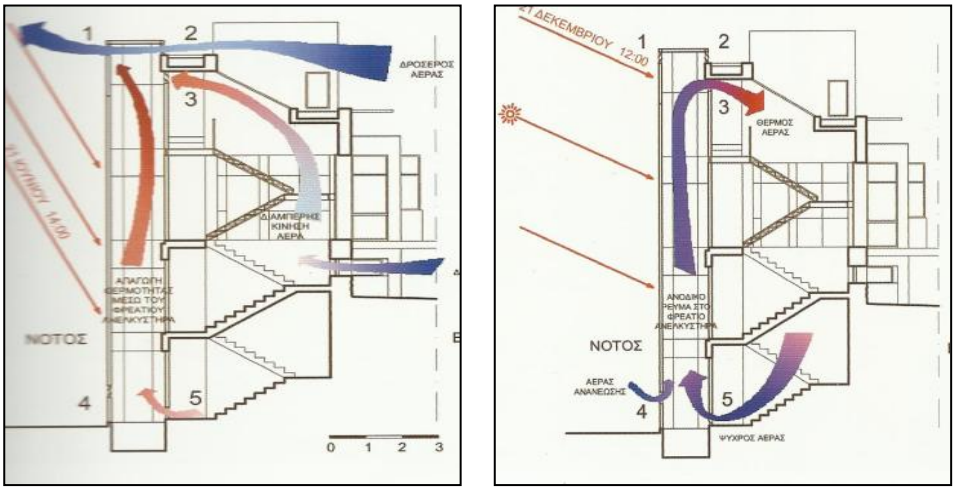
2000 yılında tamamlanan yapı, 750 m^2 arsaya ve 457 m^2 toplam kullanım alanına sahip ve 4 katlıdır. Yapının taşıyıcı sistemi betonarme, duvarlar ise geleneksel tuğladan inşa edilmiştir. Kuzey cephesi ek yalıtım sağlamak ve nemden korunmak amaçlı doğal taş ile giydirilmiştir . Topografyaya uygun yönlenme, doğal havalandırma ve aydınlatma, güneş bacası, güney açıklıkları, bitki örtüsü kullanımı, güneş ve rüzgar kırıcılar dikkate alınan başlıca biyoklimatik ögelerdir [4].

Arsanın topografik şeklinden dolayı güney cephesi 4 kat yüksekliğinde iken, kuzey cephesi 2 kat yüksekliğindedir. Binaya giriş kuzey yönünden, yolu 3. kota bağlayan metal köprülerle olmaktadır. Kuzey-güney aksında büyük açıklıklar bırakılmıştır. Bu açıklıklar yapı boyunca ekilen ve yapıyı yaz güneşinden koruyan yaprak döken ağaçlar, hareketli güneş kırıcılar ve balkonlardaki alçak bitki örtüsü ile korunmuştur [4].



Şekil 6.3. Güneydoğu cephesinde güneş kırıcılar ve güneş bacası [4]

Asansör boşlukları şeffaf tasarlanmış ve güneş bacası olarak işlev görmesi sağlanmıştır. Asansör kabinleri kullanılmadıkları durumlarda bodrum katına inmektedir [4]. Böylece kış döneminde asansör boşluğu içinde ısınan hava iç mekana aktarılmaktadır. Yaz döneminde ise ısınan hava doğal bir akım oluşturmakta ve iç mekandaki sıcak hava asansör boşluğunun üstündeki açıklıklardan atılmaktadır. Bu sayede doğal bir havalandırma sağlanmış olmaktadır. Şekil 6.4. 'de görüldüğü gibi yaz döneminde 1-2-3-5 no.lu menfezler açık, kış döneminde ise 3-4-5 no.lu menfezler açık bırakılmaktadır. Ayrıca merdiven kovasının üzerinde bulunan çatı açıklıkları doğal aydınlatma görevi de görmektedir.



Şekil 6.4. Yaz ve kış dönemlerinde güneş bacasının çalışma şeması [4].

6.3 Paiania'da Enerji Etkin ve Akıllı Ev

2010 yılında tamamlanan yapı, 445 m^2 kullanım alanına sahiptir. Kuzey rüzgarlarının yoğun etkisinden korunmak ve güneş ışınımından yararlanmak amacıyla, yapı konum ve yönlenme parametreleri dikkate alınarak tasarlanmıştır [28].



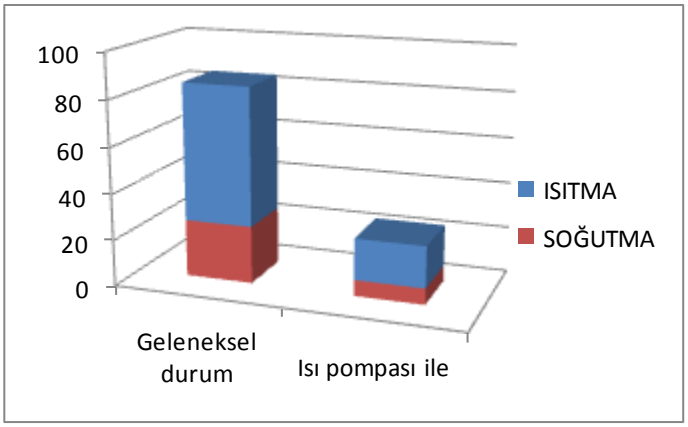
Şekil 6.5. Paiania'da akıllı evin dış görünüşü [28]

Yapı kabuğu dışarıdan yalıtılmış ve kuzey cephesine ek yalıtım uygulanmıştır. Yapı kabuğunun opak ve şeffaf yüzey oranının dikkate alınması ısı kayıplarını düşürmüştür.

Isıtma ve soğutma sistemi olarak ısı pompası sistemi yerden ısıtma ve tavandan soğutma sistemi ile birlikte kullanılmıştır. Tavandan soğutma sisteminde, soğutma tavana döşenen borular ile sağlanmıştır. Yapı elemanları ısı depolama elemanı olarak tasarlanmış, ara katların döşemelerinde yalıtım kullanılmayarak ısı depolama elemanı olarak kullanılmıştır. Isı pompası ile gece depolanan ısı enerjisi gündüz mekanı ısıtmaktadır. Dolayısıyla ısıtma için %80, soğutma için harcanan elektrik giderlerinden %40 tasarruf edilerek yapının karbon izi azaltılmıştır [28].

Yapılan hesaplamalarda 60 kWh'i ısıtma, 25 kWh'i soğutma giderleri olmak üzere yapının enerji gereksimi 85 kWh olarak belirlenmiştir. Isı pompası ile bu gereksinim 25 kWh'e düşürülmüştür. Isı sistemlerinin kontrolü bir program ile yapılmaktadır. Sıcak su ihtiyacının karşılanması için çatıya güneş toplaçları yerleştirilmiştir ve ısınan su bodrumdaki 300lt.'lik su tankında depolanmaktadır [28]. Ayrıca binanın ısıtılmasında biyokütle enerjisinden de yararlanılmaktadır. Yaşam

alanının merkezine yerleştirilmiş şömine, binanın ısıtma ihtiyacına ekolojik olarak katkı sağlamaktadır.



Grafik 6.2. Geleneksel durumun ısı pompası kullanımı ile karşılaştırılması[28]

Yapıya kontrol ağı kurularak ışıklandırma ve gölgeleme kontrolü, mekanların ısıl konforu ve güvenliği otomatik olarak kontrol edilmektedir [28].

6.4 Biyoklimatik Apartman "OPIO 72"

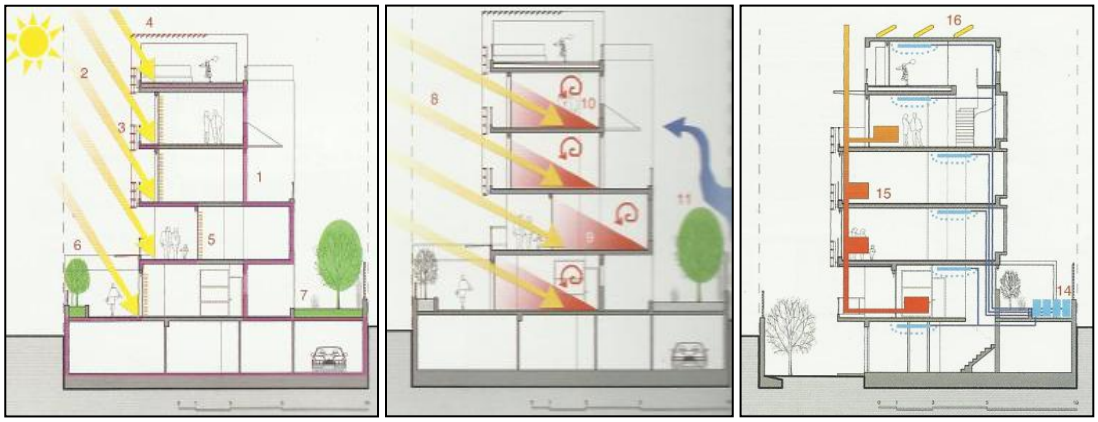
Bina, 2012 yılında tamamlanmış olup, 600.10 m^2 kullanım alanına sahiptir. Zemin ve bodrum katlarınında kullanan iki adet dubleks daire, 1. ve 2. katlarda kat dairesi ile 3 ve 4. katları kullanan geniş teras alanına sahip iki adet dubleks daireden oluşmaktadır [68].

Yapının ana tasarım fikri, kullanıcı farklılığı düşünülerek, apartmandaki her kullanıcının kendini müstakil evde hissetmesine olanak tanıyan bir tasarım anlayışı şeklindedir. Tasarım ölçütü olarak yapının yönlenmesi, arsanın topografik özellikleri ve iklimsel veriler baz alınmıştır. Arsanın ana aksı, güney ve güneydoğu ile 30^o'lik bir açı yapmakta ve arsa orta yoğunluktaki bir yerleşim bölgesinde bulunmaktadır. Güneş ışınımından ve yeşil ile deniz manzarasından yararlanmak için tüm yaşam alanları güneye, banyo ve merdivenler gibi mekanlar kuzeye yönlendirilmiştir. Güney cephedeki açıklıkların boyutları artmakta, doğu ve kuzey cephelerindeki açıklıklar ise doğal havalandırma ve aydınlatma amacıyla küçük boyutlarda tasarlanmışlardır. Batı cephesinde ise manzaraya yönlenme gereksimi nedeniyle büyük açıklıklar bırakılmıştır [68].



Şekil 6.6. OPIO 72 binasının dış görünüşü [68]

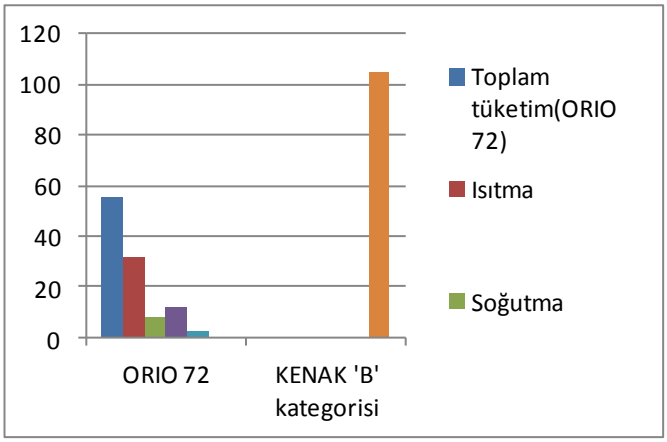
Balkonlarda 45^{o} açıyla yatay olarak yerleştirilmiş alüminyum gölgeleme elemanları, doğu ve güneybatı cephelerinde ise dikey olarak kullanılmıştır [68].



Şekil 6.7. OPIO 72 binasında kullanılan biyoklimatik ögeler [68]

Yapı düşey elemanlarında 5 cm., terasta 10 cm. kalınlığında XPS yalıtım malzemesi, açıklıklarda ise düşük ısı geçirgenlik katsayısına sahip Low-e camlar kullanılmıştır. Zemin döşemesinin büyük bir kısmı 80cm. derinliğinde ekilebilir döşeme olarak tasarlanmıştır. Böylece -1.00 kotundaki yaşam alanları yalıtılmış olmaktadır. Duvarlara, taşıyıcı elemanlara, doğramalara ve döşemelere uygulanan yalıtım ile elde edilen ısı geçirgenlik değeri (U< %70 U max), yapılan yalıtımın Yunanistan'daki Bina Enerji Verimliliği Yönetmeliği'ne göre standarda uygun olduğunu göstermektdir [68].

Yapıda ısıtma ve soğutma "VRV" sistemi ile birlikte çalışan, yapıya taze hava girişi sağlayan tavana yerleştirilmiş "fan coil" sistemi ile gerçekleştirilmekte olup, fan coiller her dairenin gereksinimine göre ayrı güç kaynağından beslenmektedir. Isıtma gereksiniminin karşılanmasında diğer önemli bir etken de, salonun ortasına yerleştirilen ve 80 m^2'lik bir alanın ısıtma gereksinimini sağlayabilen şöminelerdir. Sıcak su gereksinimi ise her daire için 160 lt. hacme sahip güneş toplaçları ile sağlanmaktadır [68].



Grafik 6.3. Binanın yıllık toplam enerji tüketimi (kWh/m^2/yıl) [68]

Simülasyon programı ile yapılan hesaplamalarda yapının ısıtma 32 kWh/m^2/yıl, soğutma 8 kWh/m^2/yıl, elektrikli eşya kullanımı 12 kWh/m^2/yıl ve ek sıcak su kullanımı gereksinimi 3 kWh/m^2/yıl olarak belirlenmiştir [68]. Yunanistan Enerji Verimliliği Yönetmeliği'ne göre yapının bulunduğu "B" iklim kuşağındaki apartman dairelerinde m^2 başına düşen yıllık enerji tüketim değerleri 105-130 kWh/m^2/yıl arasında olmak zorundadır. Yapının yıllık enerji tüketimi 55 kWh/m^2/yıl olan yapı A+ kategorisine dahil edilmektedir.

6.5 Amarousio'da Ofis Binası

Atina'nın Amarousio semtinde bununan yapılar, 3 adet ofis binasından oluşmaktadır. Taşıyıcı sistemi çelik konstruksiyon olan yapının mekan organizasyonunda, çalışma mekanları açık büro sistemi olarak tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistemin çelik olması, geri dönüştürülebilir olması açısından ekolojik bir yaklaşımdır. Ofis binaları bir orta bahçe oluşturularak arsanın ortasına konumlandırılmıştır. Arsanın

bitki örtüsü ve göleti en belirgin özelliklerindendir. Zeytin ağaçları biyoklimatik mimari prensiplerine göre arsanın farklı noktalarına taşınmıştır. Böylece ekolojik bir yaklaşım sergilenmiş ve göletle de çevrede uygun bir mikroklima oluşturulmaya çalışılmıştır [5].



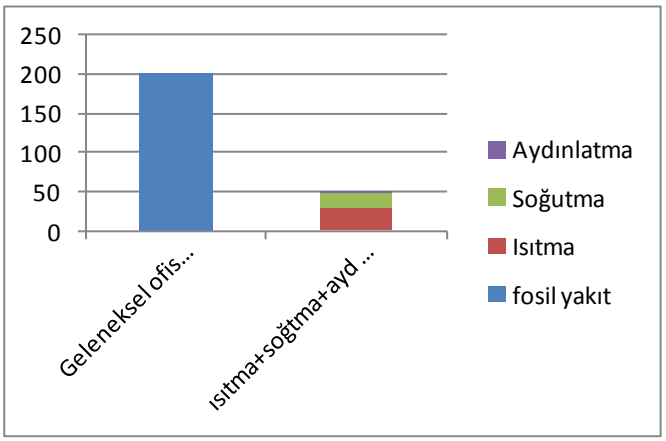
Şekil 6.8. Amarousio'da ofis binaları [5]

Biyoklimatik yaklaşımla her mekana yerleştirilen açıklıklar sayesinde doğal aydınlatma ve doğal havalandırmadan yararlanılmıştır. Doğal havalandırma ve aydınlatmanın gerçekleşemediği durumlarda aktif sistemler kullanılmıştır. Biyoklimatik tasarım parametreleri dikkate alınarak bina dar ve yaklaşık olarak 8m×35m uzunluğunda olup, tüm çalışma alanlarının pencerelerle yeterli gün ışığından yararlanması amaçlanmıştır. Yunanistan'daki ofis binalarında aydınlatma için tüketilen enerji miktarı, toplam enerji tüketimi içinde % 20–40 arasında değişmektedir. Bu bağlamda aydınlatma enerjisinin %3.5 olması enerji tüketimi açısından düşük bir orandır [5].

Havalandırmada karşılıklı havalandırma ve gece havalandırmasından yararlanılmaktadır. Ayrıca doğal havalandırmanın yeterli olmadığı durumlarda, konfor seviyesini 25 ^{o}C'den 29 ^{o}C'ye yükselten tavan fanlarından yararlanılmaktadır. Bu fanlar gece süresince düşük dış sıcaklık nedeniyle yapıyı soğutmakta ve bir sonraki gün için 3 ^{o}C'lik düşüş sağlamaktadır. Sıcaklığın 29 ^{o}C'yi aştığı durumlarda ise klima sistemi devreye girmektedir. Isıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin kontrolü ve kaydedilmesi BMS (Building Management System) otomasyon sistemi tarafından yapılmaktadır [69].

Ses yalıtımı için tavanda ses yutucu panellerden yararlanılmıştır. Binanın çimento tuğlası ile giydirilen cephelerinde 10 cm. kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılmıştır ve cepheler havalandırılmaktadır [5].

Yapıda, yağmur suyunu biriktirme tankları bulunmaktadır. Biriktirilen yağmur suları tuvalet sifonlarında kullanılmaktadır [69].

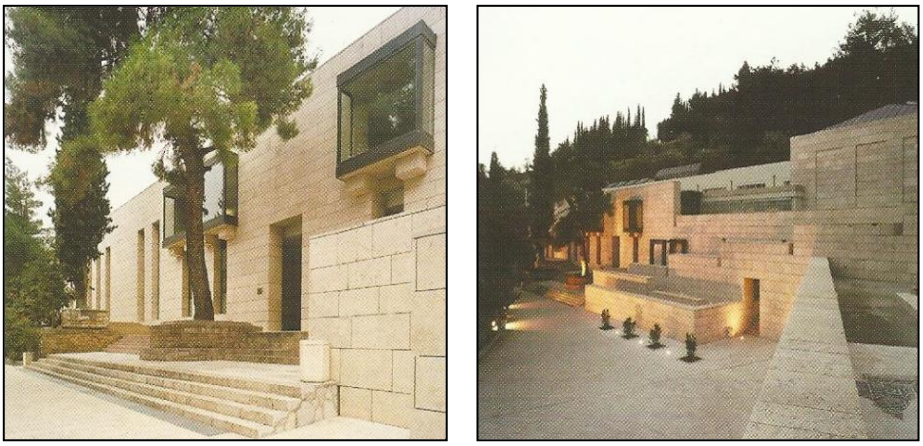


Grafik 6.4. Geleneksel ofis binası ile biyoklimatik ofis binasının enerji gereksinimi [5]

Yapıda 15 yıldır yapılan ölçüm ve gözlemler neticesinde ısıtma için 29 kWh/m^2, soğutma için 19 kWh/m^2 ve aydınlatma için 2.5 kWh/m^2 enerji gereksinimi söz konusudur. Dolayısıyla yıllık toplam 50 kWh/m^2'nin altında bir enerji gereksinimi duyulmaktadır. Aynı nicelikte bir binanın iklimlendirme ve aydınlatma gereksinimi için yıllık 200-250 kWh/m^2'lik bir enerji tüketimi söz konusudur [5].

6.6 Delfi Müzesi'nin Biyoklimatik Yenilemesi

Antik çağda Yunanlılar Delfi'yi dünyanın merkezi olarak tanımlamaktaydılar. Bugün ise Delfi Müzesi, hem barındırdığı eserler bakımından hem de ziyaretçi sayısı bakımından Yunanistan'ın önemli müzelerinden biridir. Bu nedenle müzede yapılan yenileme, sorunların biyoklimatik kurallar çerçevesinde çözülmesine olanak sağlamıştır.



Şekil 6.9. Delfi Arkeoloji müzesi'nin dış görünüşü [70]

Alexandros Tombazis tarafından 2003 yılında gerçekleştirilen proje, yapıya uygulanan dördüncü yenileme projesidir ve müze 1150 m^2 si sergi alanı olmak üzere toplamda 2500 m^2 alana sahiptir [70].

Binadaki açıklıklar aşırı parlaklık ve mekanın aşırı ısınmasına sebep oldukları için tekrar tasarlanmıştır. Açıklıklarda çift katmanlı camlar kullanılmış ve % 50'si doğal havalandırma için otomatik açılır hale getirilmiştir. Opak yüzeyler ise XPS yalıtım malzemesi ile dıştan yalıtılmıştır. Çatıdaki kiremitler doğal çevreye uyum sağlaması açısından bakır levhalarla değiştirilmiştir. Mekan organizasyonu tekrar gözden geçirilmiş ve daha iyi bir dolaşıma sahip olması açısından sergi alanları arasına geçişler bırakılmıştır [70].

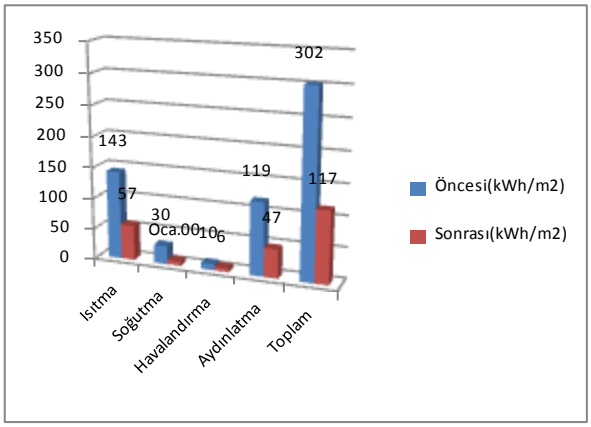
Binanın doğal aydınlatma analizleri ve simülasyonu JOULE III programı çerçevesinde yapılmıştır. Bu analizlere göre yapının batı yönünde yeni açıklıkların açılması, doğu yönündeki açıklıklara gölgeleme elemanlarının yerleştirilmesi, ışık dağılımı için yansıtıcı yüzeylerin kullanılması, çatı açıklığında dolaylı aydınlatmaya izin veren güneş kırıcıların kullanılması, ışığın yayılması ve sesin yutulması için lambri asma tavan kullanılması gibi değişiklikler yapılmıştır. Teknik ve doğal aydınlatma alanında yapılan yenilikler neticesinde müzenin aydınlatma gereksinimi 118.3 kWh/m^2'den, 47.3 kWh/m^2'ye düşürülmüştür. Bu da %60 enerji tasarrufu yapıldığını göstermektedir [70].

İç mekan yüksekliğinin fazla ve mekan yüzeylerin sert olması nedeniyle, ses yankılanma süresi yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Bu nedenle, sergi mekanlarında

varolan asma tavanlar sökülüp ses yutucu dönüşüme uğramış cam yünü levhalar kullanılmıştır [70].

Geleneksel iklimlendirme sistemi, ortam sıcaklığını geri kazanan ve ortama geri veren yeni bir iklimlendirme sistemi ile değiştirilmiştir. Böylece hava değişimi sırasında ısı kayıplarının önüne geçilmiş ve iklimlendirme yükü düşürülmüştür. Havalandırma için, havalandırma ve iklimlendirme gereksinimine göre otomatik olarak çalışan pencereler kullanılmıştır. Bununla birlikte, iç mekan konfor şartlarının sağlanmasına yardımcı olan ve iklimlendirme sisteminin çalışma sıcaklığını 26 ^{o}C'den 29 ^{o}C'ye çıkaran tavan pervaneleri kullanılmıştır. Otomatik açılan pencereler sayesinde gece havalandırılması uygulanmakta ve günboyu mekana geri verilmek üzere, bina kütlesine depolanmaktadır [70].

Binada kurulan bir otomasyon sistemi sayesinde iklimlendirme, aydınlatma, gece havalandırması, tavan pervaneleri, gölgeleme, güvenlik ve yangın güvenliği gibi konularda tüm eylemler otomatik olarak gerçeklestirilmektedir.



Grafik 6.5. Yapının yapılan iyileştirmeler öncesi ve sonrasındaki enerji tüketimi [70]

6.7 Attiki'de Biyoklimatik Şaraphane

Yapı 2007 yılında tamamlanmış olup, 1700 m^2 kullanım alanına sahiptir. Taşıyıcı sistem olarak betonarme ve çelik strüktür bir arada kullanılmıştır. Kuzey cephesi ve bodrum kat betonarme, çatı ve diğer kısımlar ise çelik strüktür olarak inşa edilmiştir. İç mekan duvarlarında kaplama olarak Markopoulou bölgesinden elde edilen yaprak kayaç taşları kullanılmıştır. Yapıda uygun yönlenme, güney açıklıkları, çatı açıklıkları, karşılıklı havalandırma, gölgeleme elemanları, doğal aydınlatma ve yüksek ısı yalıtımı gibi biyoklimatik yaklaşımlar dikkate alınmıştır [4].



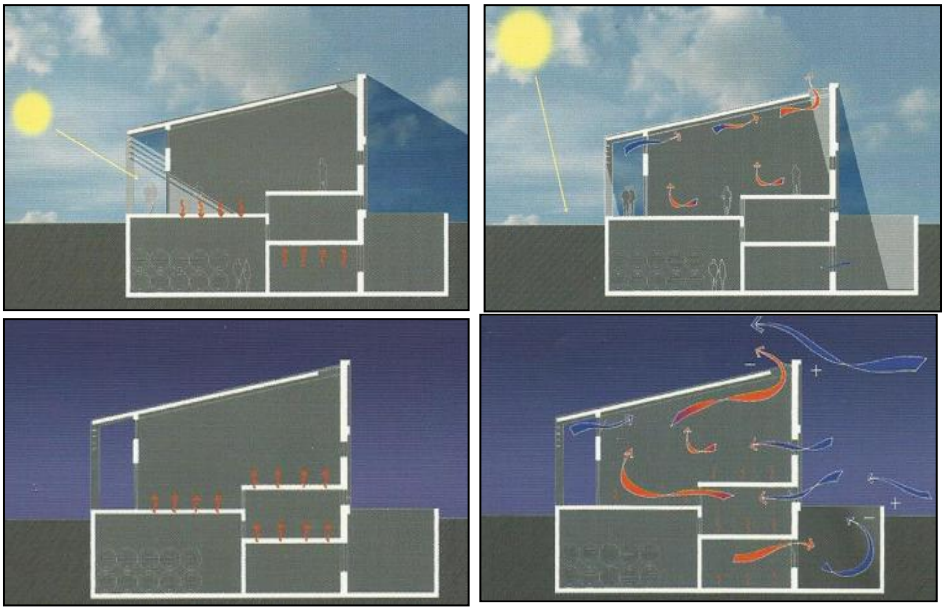
Şekil 6.10. Biyoklimatik şaraphanenin dış görünüşü [4]

Yapının tasarımında şarap üretim süreci ile birlikte ziyaret ve küçük çaplı toplantı ve organizasyonların yapılabileceği de göz önünde bulundurulmuştur ve şeffaf üretim anlayışı benimsenmiştir. Ayrıca, bölgesel mimarinin karakterine duyulan saygı, Akdeniz mimarisi özelliklerinin (tek eğimli çatı, içe dönük avlu) benimsenmesini sağlamıştır [4]. Zemin katta ofisler, ürünlerin sergilendiği sergi alanı ve ziyaretcilerin karşılandığı bekleme alanı yer almaktadır. Bodrum katında ise üretim, şişeleme ve depolama gibi işlevlerin yapıldığı mekanlar bulunmaktadır. Her iki katın ortasında yer alan toplanma ve tatma mekanından, üzüm bahçeleri ve yıllanmaya bırakılmış variller izlenebilmektedir.

Yapı, ısı kayıplarına karşı yalıtılmış, üretim ve depolama alanları, yapı elemanlarının ısı kütlesi olarak kullanılması ve yüksek ısı farklarından kaçınılması amacıyla bodrum katta konumlandırılmıştır. Kuzey cephesinde kuzey rüzgarlarından korunmak amacıyla minimum açıklık bırakılmıştır. Güney cephesindeki açıklıklarda enerji etkin (Low-e) cam paneller ve ahşap güneş kırıcılar kullanılmıştır [4].

Depolama işleminin yapıldığı alanlarda, yüksek havalandırma gereksinimi duyulmasından dolayı, kuzey ve güney doğrultusunda karşılıklı havalandırmadan yararlanılmaktadır. Çatının en üst kısmında bulunan ve iki yapı boyunca devam eden çatı açıklığı, hem doğal aydınlatmaya hemde açılabilir bölümleri sayesinde baca etkisi göstererek doğal havalandırmaya katkı sağlamaktadır. Mevcut yapı için konfor şartları ve enerji tasarrufu açılarından farklı senaryolara göre farklı iklimlerde bilgisayar simulasyonları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar geleneksel bir yapıya göre enerji gereksiniminde azalma ve konfor şartlarında iyileşme olduğunu göstermiştir [4].

Yapı, farklı işlevler barındıran yapı tiplerinin de biyoklimatik açıdan değerlendirilebileceğini göstermesi açısından önemli bir örnektir.



Şekil 6.11. Biyoklimatik yaklaşımların yaz- kış, gece-gündüz işleyişi [4]

6.8 ABAX Ofis Binası

Kullanım alanı 3050 m^2 olan yapı, Atina'nın yoğun yapılaşmaya sahip bölgesinde bulunan 500 m^2 lik bir arsa üzerine kurulmuştur. Binanın ana cephesi doğu yönüne bakmakta ve sabah güneşinin etkisi altında kalmaktadır. Batı cephesi komşu yapılar tarafından gölgelenmekte, kuzey ve güney yönününe bakan kısa cepheler ise komşu yapılarla bitişik durumdadır [71].

Yapının doğu cephesinde iç cepheyi ısı kazançlarından koruyan ve kontrollü bir doğal aydınlatma sağlayan bir dış katman kullanılmıştır. Çift katmanlı olarak tasarlanan cephenin en önemli özelliği % 70 oranında gölgeleme sağlayan ve güneş ışınımına otomatik olarak tepki veren cam levhalardır. En üst katta ise gölgeleme elemanı olarak otomatik yatay güneş kırıcılar kullanılmıştır. Ayrıca kullanıcılar tarafından kontrol edilebilen iç güneş kırıcılar da bulunmaktadır [71].



Şekil 6.12. ABAX ofis binası dış görünüş [71]

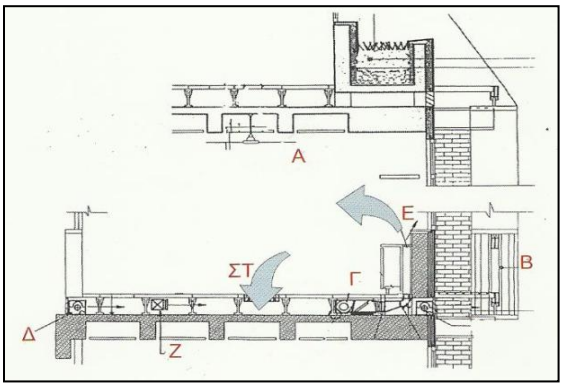
Cephedeki açıklıklar iklim koşulları gözönünde bulundurularak doğu cephesinde %45, batı cephesinde ise % 10 oranındadır. 1.70 m. boyunda olan açıklıklarda, ısı geçirgenlik değeri 2.8 W/m^2K olan çift camlı ısı yalıtımlı aluminyum pencereler kullanılmıştır. Ofisler doğal aydınlatmada güneş ışınımından yararlanabilmek için (7.2 m. en – 4 m. derinlik) özel olarak boyutlandırılmışlardır [71].

Mekanların birbirinden ayrılmasında güneş ışığının daha düzgün yayılmasına katkı sağlayan şeffaf bölücü elemanlar ve kitaplıklar kullanılmıştır. Yapıda güneş enerjisinden aktif olarak da yararlanılmaktadır. Sıcak su gereksinimi için çatıda güneş toplaçları, güvenlik sistemi, telefon santrali ve zemin katın aydınlatılması gibi öncelikli gereksinimler için ve elektrik kesintisi durumunda yedek güç olarak da fotovoltaik paneller kullanılmıştır [71].

Yapay aydınlatma sistemi, doğal aydınlatmayı destekleyici olarak tasalanmıştır. Yapay aydınlatma giderlerinin azaltılması için, duvar ve tavanlar beyaz renk yapılmış, doğal aydınlatma (200-250Lux)her çalışma alanına özel yapay aydınlatma ile desteklenmiş, mekanlardaki doğal ışık miktarı ölçülüp buna göre yapay aydınlatma düzeyini ayarlayan algılayıcılar ve hareket algılayıcıları kullanılmıştır [71].

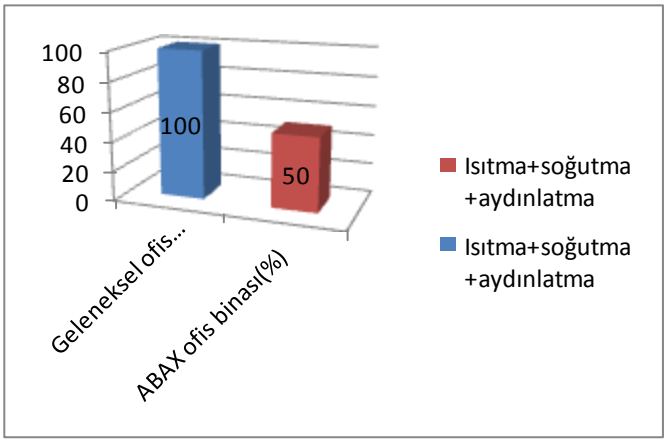
Soğutma yükünün azaltılmasına yönelik, gölgeleme elemanları ile soğutma yüklerinin denetlenmesi, gece 9:30 ile sabah7:00 arasında gece havalandırılması, tavan fanları ile konfor şartlarının 26 ^oC'den 29 ^oC'ye çekilmesi ve buz depolama özelliği olan bir ısı pompasının kullanımı sağlanmıştır. Bodrum katına toplam kapasitesi 190 ton.saat olan 3 buz tankı yerleştirilmiştir. Sistem gün boyu kullanılmak üzere gece

boyunca buz üretmektedir. Dondurucunun verimi, düşük sıcaklıklarda çalıştığı için yüksek ve az enerji tüketmektedir [71].



Şekil 6.13. Isıtma ve soğutma sisteminin çalışma prensibi [71].

Isıtma ve soğutma sistemi yükseltilmiş döşemelerin altına yerleştirilmiş ve yükseltilmiş döşemeler temiz havanın işlenmesi ve gece havalandırması için hava deposu görevi görmektedir. Mekana hava girişi pencere seviyesine yerleştirilen menfezlerden(E), çıkış ise döşemedeki menfezlerden(ΣT) olmaktadır. Bunların yanı sıra tavan pervaneleri(A), hareketli güneş kırıcılar(B), iklimlendirme mekanizmaları(Γ) ve gece havalandırması mekanizmaları(Δ) bulunmaktadır. Ayrıca çalışma mekanlarına yerleştirilen algılayıcılar, iklimlendirme sistemlerinin sadece kullanılan mekanlarda çalışmasını sağlamaktadırlar.



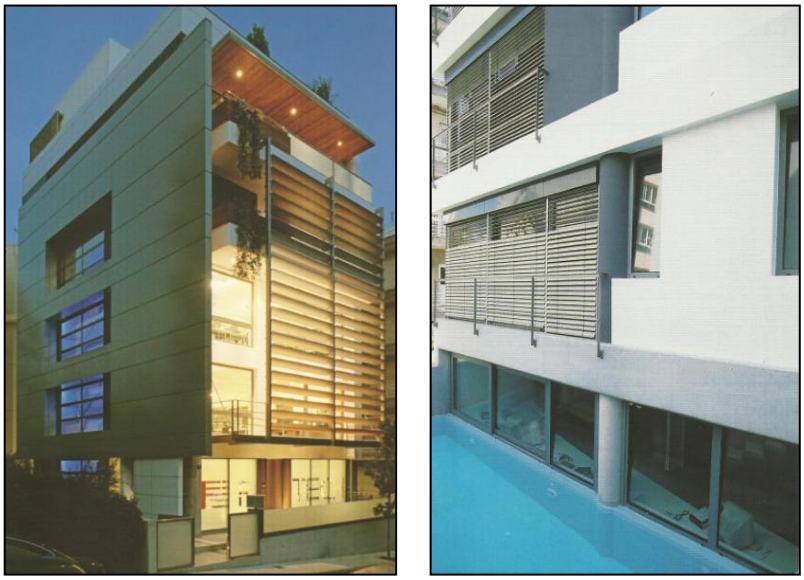
Grafik 6.6. ABAX ofis binasının geleneksel ofis binalarından farkı [71]

Binadaki sistemlerin işleyişi otomatik kontrol sistemi BMS tarafından kontrol edilmektedir. Isıtma, soğutma, aydınlatma sistemlerinin, gece havalandırmasının ve BMS kontrol sisteminin kullanımı enerji tasarrufu sağlamştır. Geleneksel biçimde

aydınlatma ve iklimlendirme sistemleri kullanan bir yapı ile karşılaştırıldığında % 50 oranında kazanç sağlanmıştır [71].

6.9. Ambelokipous'ta Biyoklimatik Ofis Binası

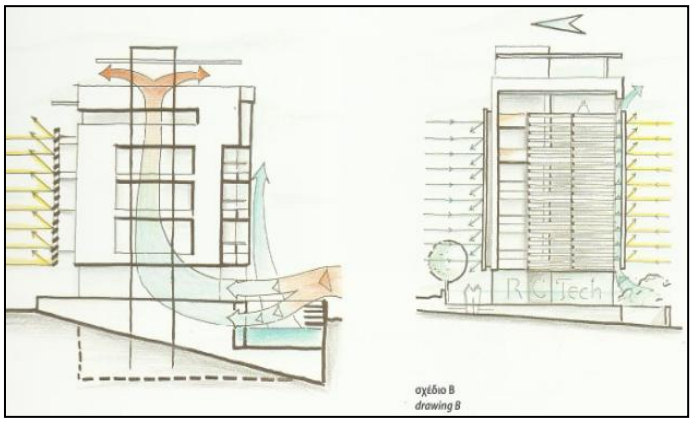
Yapı 2006 yılında tamamlanmış olup, 348 m^2 arsa üzerine, her katı 120 m^2 kullanım alanına sahip 5 katlı olarak inşa edilmiştir. Uygun yönlenme, aktif ve pasif ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri, güneş ve rüzgar kırıcılar, doğal aydınlatma sistemleri, soğutma kulesi ve yeşil çatı uygulamaları dikkate alınan biyoklimatik yaklaşımlardır [4].



Şekil 6.14. Kuzey-batı ve doğu cephesi [4]

Yapıda ana mekanlar doğu-batı aksı boyunca yerleştirilmiş böylece kontrollu doğal aydınlatma sağlanmıştır. Zemin katında giriş ve sergi alanı, üst katlarda ise açık plan olarak tasarlanmış ofisler bulunmaktadır. Batı cephesinde döner başlıklı güneş kırıcıları güneş ışınımı kontrolü sağlamaktadır. Kuzey cephesi ise tamamen kapalıdır ve alüminyum giydirme cephe sistemi kullanılmıştır. Güney cephesinde kullanılan açık alüminyum giydirme sistemi ise cephenin havalanmasını sağlamaktadır [4]. Alüminyum giydirme cephe sistemi kış döneminde iç mekanda oluşacak ısı kayıplarının, yaz döneminde ise yansıtıcı özelliği sayesinde ısı kazancının engellenmesini sağlamaktadır.

Yapının doğu cephesine yerleştirilmiş su havuzu ve mevdiven kovası soğutma kulesi olarak işlev görmektedir. Güneyden esen rüzgar, su öğesi ile soğutularak içeri alınmakta ve böylece buharlaşma yoluyla soğutma sağlanmış olmaktadır. Büyük güney açıklıkları doğal aydınlatma sağlarken, güneş kırıcı elemanlar da yaz döneminde ısı kazançlarının engellenmesini sağlamaktadır.



Şekil 6.15. Soğutma kulesi, havalandırılan-açık cephe ve kapalı giydirme cephe [4]

Açıklıklarda enerji etkin pencereler (Low-e) kullanılmıştır. Ayrıca merdiven kovasının soğutucu işlevi nedeniyle, tepe noktasında ve bodrumda açıklıklar yapılarak gece havalandırması sağlanmıştır. Çatıda yeşil alanlar oluşturulmuş, böylece çatının yaz ve kış dönemlerinde yalıtımı amaçlanmıştır. Yapının ısıtılması ve soğutulmasında ise iç duvar yüzeylerine yerleştirilen kılcal borulardan yararlanılmaktadır. Yapı, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Merkezi(K.A.Π.E) tarafından biyoklimatik yapı olarak onaylanmıştır [4].

6.10. Papageorgiou Vakfı Eğitim Hastanesi

Yapı 1996 yılında tamamlanmış olup, yaklaşık 200 m. yükseklikteki bir tepenin yamacında 150.000 m^2'lik arazi üzerine kurulmuş ve toplam kullanım alanı 70.000 m^2'dir. Selanik şehir merkezinden 7 km. uzaklıkta yerleşimin bulunmadığı bir arazi üzerine kurulmuştur [72].

Kompleks, 1. Kotta bulunan giriş holü etrafında şekillenmektedir ve tüm dolaşım hatları giriş holüne bağlantılıdır. Hasta odaları günışığından üst düzeyde yarar

sağlamak için güneydoğu bahçesinin etrafında ve L şeklinde tasarlanmışlardır. Teşhis, tedavi ve yardımcı servisler ise kuzeybatı yönüne konumlandırılmıştır [72].



Şekil 6.16. Papageorgiou Vakfi Eğitim Hastanesi [73]

Hasta odalarındaki günışığı dağılımı, hastaların gereksinimleri dikkate alınarak araştırılmış ve farklı gölgeleme elemanlarının simülasyonu yapılıp en uygun olanı seçilmiştir. Gölgeleme elemanı olarak, metal desteklere tutturulmuş, istenilen açıda dönebilen cam levhalar kullanılmıştır. Levhalar kullanıldıkları yere göre, kavisli veya düz camdan olabildiği gibi, delikli veya kumlama yapılmış alüminyum veya çelik levhalardan da olabilmektedir [72]. Ayrıca, cam levhalar ışık rafı olarak da işlev görmektedirler.

Hasta odaları ve benzer kullanım alanlarının ısıtılmasında tavan fanları kullanılmıştır. Soğutulmuş su 3 adet sıvı soğutmalı chiller tarafından sağlanmaktadır. Chiller, ısı geri dönüşümü sağlamakta ve atık ısı dört adet soğutma kulesinde kullanılmaktadır. Sıcak su ihtiyacı 3 adet fosil yakıtla çalışan kazan tarafından üretilmektedir. Bu kazanlar radyatör, fan coil üniteleri ve klima santrallerinin çalışması için besleme ve dönüş başlıklarını beslemektedir. Mekanların havalandırılması klima santralleri ile gerçekleşmektedir. Bu mekanlarda klima santrallerinin öncelikli görevi, dış havanın ön iklimlendirmesini ve kirli havanın atılmasını sağlamaktır [72]. Bu sistemde, mekandaki kirli hava, besleme hava miktarı sabit tutularak ve ısı geri kazanımı uygulanarak dışarıya atılmaktadır. Böylelikle mekandaki sıcak hava tekrar kullanılmış olmaktadır.

Sıcak kullanım suyu 50 ^{o}C olarak merkez makina dairesinde hazırlanmaktadır. Yapının aydınlatılması için merkezi bir aydınlatma sisteminden yararlanılarak toplam aydınlatma süresi kontrol altına alınmış olmaktadır. Aydınlatma sistemi merkezi ünite ve yerel denetim birimlerinde oluşmaktadır. Merkezi ünite ek olarak günışığı seviyesini izlemek için yapının iki ana cephesinden fotoelektrik sensörler yardımı ile anahtarlama sinyalleri almaktadır. Ayrıca merkezi bir yönetim sistemi sayesinde (BMS), elektrik talebi sınırlayıcı sistem, zaman ayarlı sistemler, görev döngüsü denetimi, optimum başlat-durdur zamanı denetimi, gece döngüsü ve tasarruf sistemi gibi sistemler kontrol edilmektedir [72].

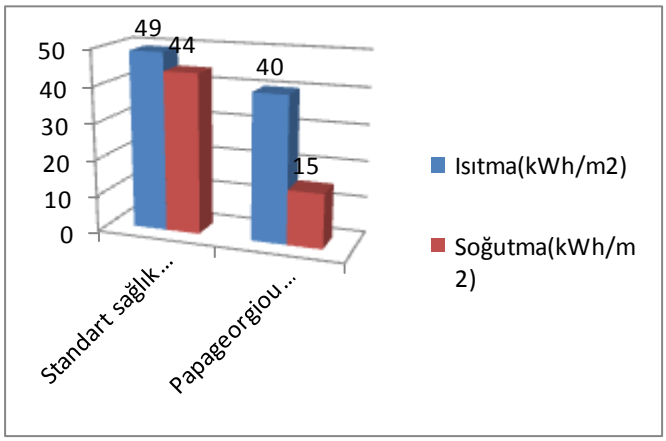
Yapılan tüm uygulamalar enerji tüketimi ve finansal sonuçları açısından bilinçli mimari tasarım, akıllı aydınlatma sistemleri ve mekanik teçhizatlarda verimlilik şeklinde 3 kategoride incelenmiştir (Tablo 6.1.).

Tablo 6.1. Yapılan uygulamaların enerji verimliliği ve CO_2 salınımın etkileri [72]

Tasarruf Kaynağı	**Tasarruf(MWh)**	**CO_2 (ton)**	**Geri Ödeme(yıl)**
Bilinçli mimari tasarım	2940	3822	5.5
Akıllı aydınlatma sistemleri	1380	1794	9.3
Mekanik techizat verimliliği	2160	2808	4.0

Sonuç olarak Papageorgiou Hastanesi günümüzün standart sağlık yapıları ile enerji tüketimi açısından karşılaştırıldığında %48 oranında bir enerji verimliliği söz konusudur [72].

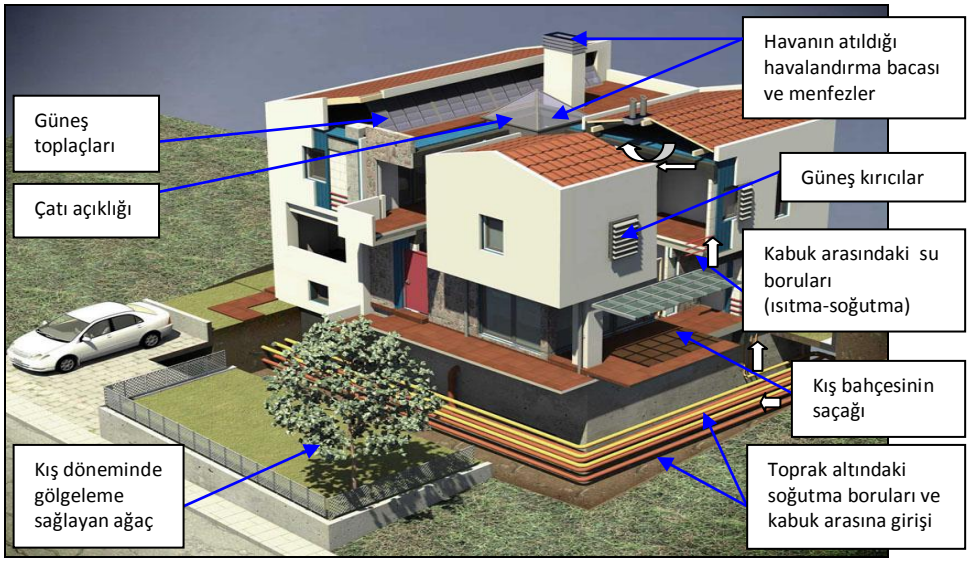
Papageorgiou Vakfı Eğitim Hastanesinde m^2 başına düşen enerji tüketimi (156 kWh/m^2) ile günümüz yönetmeliklerine uygun standartlarda yapılmış bir hastanede m^2 başına düşen enerji tüketimi (277 kWh/m^2) karşılaştırıldığında, neredeyse yarı yarıya bir tasarrufun sözkonusu olduğu görülmektedir [72].



Grafik 6.7. Yapı yönetmeliklerine uygun standart sağlık yapıları ile Papageorgiou Hastanesinin ısıtma-soğutma yüklerinin karşılaştırılması [72]

6.11. Selanikte Biyoklimatik Konut

Yapı, N-ergon mimarlık ofisi tarafından tasarlanmıştır. Toplamda, 270 m^2 kullanım alanı ve 70 m^2 yardımcı alandan oluşmaktadır. Selanik'in Plagiari semtinde bulunan 500 m^2 alana sahip arsa üzerine inşa edilen yapı, 2012 yılında tamamlanmıştır [46]. Binanın biyoklimatik olarak adlandırılmasının en önemli sebeplerinden biri, toprakla soğutma ilkesinden yararlanmasıdır. Bu doğrultuda binada, hava döngülü jeotermal sistem bulunmaktadır. Hava döngüsü, iki bağımsız devre ile sağlanmaktadır. Bu devrelerden biri duvarların soğutulması için diğeri de mekanların soğutulması için kullanılmaktadır.



Şekil 6.17. Yapıda kullanılan biyoklimatik unsurlar [46]

Bina kabuğu, çift kabuk olarak tasarlanmıştır ve dış kabuk, taşıyıcı sistemi de içine alacak şekilde örülmüştür. Duvarların hava ile soğutulması için, dış hava, yerin altına gömülmüş boruların içinden geçirilip 18 ^{o}C'ye kadar soğutulmakta ve iki kabuk arasındaki boşluğa iletilmektedir. Hava girişi merdivenlerin altında bulunan menfezlerden, çıkışı ise çatıda bulunan havalandırma bacası ve havalandırma menfezlerinden olmaktadır. Böylece, iç ve dış ortam arasındaki boşlukta etkin bir iklimlendirme sağlanmaktadır [46]. Buna ek olarak, çift kabuk arasındaki boşluğa, duvara asılı şekilde döşenmiş tesisat boruları da bulunmaktadır. Bu borular, boşluğun hem ısıtılması hemde soğutulmasında kullanılmaktadır. Isıtmaya gerek duyulan kış döneminde, boru hattından 30 ^{o}C'lik sıcak su geçirilerek boşluğun ısıtılması sağlanmaktadır.

Sıcak su döngüsü, çift kabuk arasından geçen, bağımsız bir devreyle sağlanmaktadır. Soğutmaya gerek duyulan yaz döneminde ise, devrenin kalorifer bağlantısı kesilip, temellerin altından geçen başka bir su boru hattı ile bağlantısı yapılmaktadır. Böylece, boşluğun hava ile soğutulmasına, su devresi ile katkı sağlanmış olmaktadır. İki duvar arasındaki sıcaklık, sensörlerle devamlı ölçülmekte ve yaz aylarında 26 ^{o}C ile, kış aylarında ise 15 ^{o}C ile sınırlandırılmaktadır [46].



Şekil 6.18. Çift kabuk arsındaki boşluğu ısıtma ve soğutma boruları [46].

Yapının yaz döneminde soğutulması için yine aynı şekilde menfezlerden alınan hava toprağın altına döşenmiş borulardan geçirilerek 18 ^{o}C'ye ulaşması sağlanmakta ve şömine duvarının ortasında bulunan menfezlerden veya televizyon ünitesinin alt

kısmından mekana verilmektedir [46]. Çatıda bulunan piramit şeklindeki açıklıktan ise yükselen sıcak havanın doğal yoldan dışarı atılması sağlanmaktadır. Şömine için gerekli olan hava için dışarıdaki soğuk hava yerine, toprak sıcaklığında olan (8 ^{o}C) hava kullanılmaktadır. Kış döneminde mekana hava girişi sağlayan menfezler ile şöminenin yakılmadığı zamanlarda şömineye hava sağlayan menfezler kapatılmaktadır.

Yapıda, sıcak su ihtiyacını karşılamak ve ısıtma sistemine katkı sağlamak amacıyla 3 bölüme ayrılmış (2+2+1) toplam 5 adet güneş toplacı yerleştirilmiştir. Yaz döneminde aşırı ısınmaya karşı, güneşin geliş açısı hesaplanarak tasarlanan çatıdaki saçaktan ve çatının altına yerleştirilmiş su soğutma eşanjöründen yararlanılmıştır. Böylece suyun sıcaklığının 85^{o}C'yi aşması engellenmiş olmaktadır. Güneş toplaçlarından elde edilen sıcak su bodrumdaki 300 lt. hacmindeki su tankında depolanmakta ve kendine ait ısı sensörleri bulunmaktadır. Güneş toplaçlarının su tankı ile kalorifer kazanının su tankı birbirlerine bağlantılıdır ve aralarındaki ısı farkı 6.5 ^{o}C'yi aştığı durumlarda birbirlerine ısı transfer etmektedir. Böylece güneşli kış döneminde güneş enerjisi ile ısınan su, yapının ısıtılmasına da katkı sağlamış olmaktadır [46].

Yapıda ısıtma amaçlı şömine de bulunmaktadır. Şömine duvarının arkasındaki boş alandan şömine bacası ve kalorifer kazanı bacası geçmekte ve atık ısıdan ikinci kez yararlanılmaktadır. Bu ısı şömine duvarının ortasındaki menfezden mekana verilmektedir. Yapıda ana ısıtma sistemi olarak 4 bağımsız devreden oluşan, fosil yakıtla çalışan kalorifer sistemi kurulmuştur.

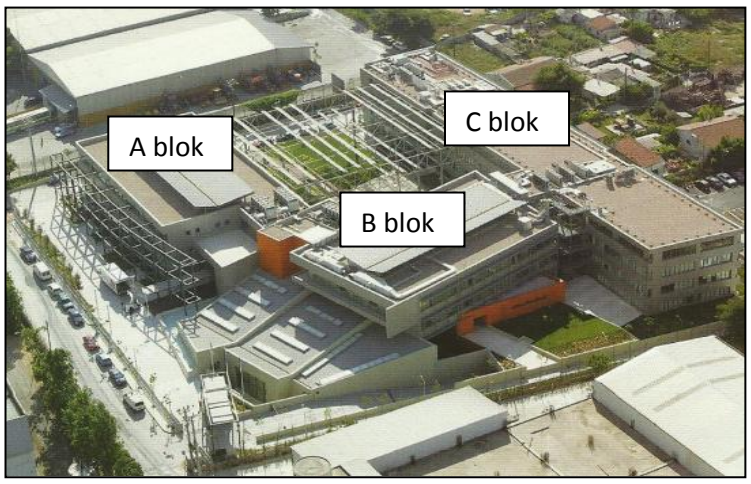
Yapının güney cephesinde kullanımı öngörülen kış bahçesi bir diğer biyoklimatik yaklaşımdır. Yasal düzenlemeler nedeni ile sadece saçak olarak imal edilen yaklaşımın, daha sonra etrafı kapatılarak kış bahçesine dönüştürülmesi düşünülmektedir. Ayrıca batı cephesinde bulunan açıklığa gölgeleme sağlaması amacıyla bahçenin, yapılan simülasyonlar sonrasında belirlenen bir noktasına ağaç dikimi gerçekleştirilmiştir.

6.12. Kifisia'da Biyoklimatik Yapı Kompleksi

Yapı kompleksi 2004 yılında tamamlanmış olup, toplam 13.300 m^2 kullanm alanına ayrıca 11.900 m^2 bodrum alanı sahiptir. Uygun mekan organizasyonu, bitki örtüsü ve su öğesi kullanımı, yüksek ısı yalıtımı, gölgeleme elemanları kullanımı ve teknolojik sistemler yapıda dikkate alınan biyoklimatik yaklaşımlardır [4].

Kompleks, yapıların büyük bir güneş kırıcı strüktürle gölgelenen geniş bir avlu etrafında şekillenmesi ve bu strüktürün aynı zamanda gelecekte kurulması düşünülen fotovoltaik panellerin taşıyıcısı olarak öngörülmesi ve kompleksi oluşturan yapıların biyoklimatik olarak 3 katlı ve galeri boşluklu olarak tasarlanması sonucu doğal havalandırma ve aydınlatmaya olanak tanınması şeklinde 2 anafikir üzerine kurgulanmıştır [4].

Kompleksi oluşturan 3 yapı bloğu farklı kullanıcılar için farklı ihtiyaçlara göre tasarlanmış olup, her yapı bloğunun ayrı dolaşım ve yardımcı mekanları bulunmaktadır. Kuzey yönünde A bloğu, güneybatı yönünde B bloğu ve güneydoğu yönünde C bloğu bulunmaktadır. Her 3 yapı bloğunun da cepheleri aluminyum panellerle giydirilmiştir [4].



Şekil 6.19. Yapı kompleksi [4].

Yapı blokları, iç mekanlarda doğal havalandırma ve aydınlatma sağlanabilmesi için doğrusal, uzun ve dar olarak tasarlanmışlardır [4]. Galeri boşluğundaki dolaşımı sağlayan merdiven ve köprüler, galerinin daha fazla güneş ışığı alması için minimum alanda ve şeffaf olarak üretilmiştir (Şekil 6.20.). Yaz döneminde mekanlardaki sıcak havanın dışarı atılması da yine geleri boşluğu üzerindeki havalandırma menfezleri ile

sağlanmaktadır. Yapı kabuğunda ısı yalıtımı için 10 cm. kalınlığında taşyünü kullanılmış ve cepheler alüminyum ile giydirilmiştir. Tüm yapıların güney ve batı cephelerinde hareketli veya sabit güneş kırıcılar kullanılmıştır. Yapıda otomasyon sistemi olan Building Management Sistem(BMS) kurularak hareketli güneş kırıcıları, çatı açıklıkları ve diğer elektro-mekanik sistemler otomatik olarak kontrol edilmektedir [4].



Şekil 6.20. İç mekan görünüşü ve şeffaf dolaşım ağları [4]

6.13. K.A.Π.E Biyoklimatik Ofis Binası

Yapı, Atina'nın 20 km. dışında, yatay düzlemde m^2 başına düşen güneş ışınımı değeri 1747 kWh/m^2 olan Pikermi bölgesinde, Yunanistan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Merkezi (K.A.Π.E.) olarak 1998 yılında tasarlanmış olup, toplam 529 m^2 kullanım alanına sahiptir [74]. Kullanılan teknolojiklerin tanıtımı ve enerji verimliliği ölçümlerinin yapılabilmesi için bina, birçok biyoklimatik yaklaşımı içermektedir.

Düşey yapı elemanları yalıtımı için 5cm. taşyünü kullanılmış olup, güney cephesinin bazı yüzeyleri saydam yalıtım malzemesi ile kaplanmıştır. Yapıda güney açıklıkları, kış bahçesi, hava tipi güneş toplaçları, çatı açıklıkları ve saydam yalıtım kaplanmış duvarlar şeklinde pasif ve karma güneş sistemleri uygulanmıştır [74].



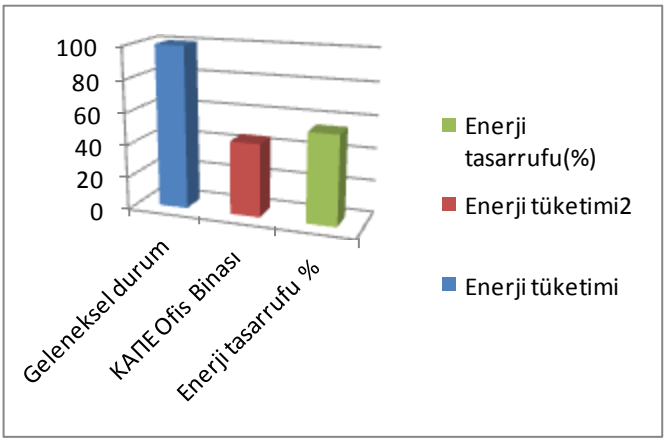
Şekil 6.21. K.A.Π.E. Ofis Binası [74].

Mekanların güneş ışığından üst seviyede yararlanabilmeleri için yapının merkezinde bulunan galeriden yararlanılmaktadır. Yapay aydınlatma için enerji verimliliği yüksek aydınlatma elemanları kullanılmıştır. Mekanların aşırı ısınmasının önlenmesi ve soğutma gereksiniminin en aza indirilmesi için güney cephelerinde tenteler, doğu ve batı cephelerinde ise storlar kullanılmıştır. Havalandırma için ise, karşılıklı havalandırma sağlayan açıklık, fan ve çatı pencereleri kullanılmıştır [74].

Isıtma ve soğutma sistemlerine katkı sağlaması açısından güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmıştır. Jeotermal ısı pompası(su-su), arsada açılmış 80 m. derinliğindeki kuyudan gelen 21 ^{o}C sıcaklığa sahip su ile beslenmektedir ve zemin kattaki fan coil birimlerinde kullanılmaktadır. Isı pompasının soğutma gücü 16 kW, ısıtma gücü de 17,5 kW'tır. Güneş enerjisi kaynaklı ısı pompası(hava-su) ise, yine fan coil birimleri ile 1. katın ısıtma ve soğutma ihtiyacını karşılamaktadır. Çatıya yerleştirilmiş 17 m^2 alana sahip hava tipi güneş toplaçlarında ısınan hava, güneş enerjisi kaynaklı ısı pompasına katkı sağlamaktadır. Isı pompasının soğutma gücü 16.5 kW, ısıtma gücü de 18 kW'tır. Kütüphanenin bulunduğu bodrum katına da 18 kW gücünde iki adet ısı pompası(hava-hava) yerleştirilmiştir [74].

Yapının merkezinde bulunan eğimli çatı üzerine 600 W gücünde 12 adet fotovoltaik penel yerleştirilmiştir. Panellerin 40^{o} olması gereken açıları estetik kaygılar yüzünden 20^{o} ile sınırlandırılmıştır. Bunun haricinde yapıda sıcak su ihtiyacının karşılanması için 60 lt. hacminde güneş toplacı kullanılmıştır [74].

Yapıda merkezi kontrol sistemi(BEMS) kullanılarak elektrik, iklimlendirme ve mekanik sistemler, iç mekan konfor şartları ve yenilenebilir enerji kaynakları sistemleri kontrol edilmekte ve verimlilikleri ölçülmektedir. Veriler, binanın değişik yerlerine yerleştirilmiş sensörler aracılığı ile merkezi bir bilgisayara aktarılmaktadır. Yapılan ölçümlerden toplam enerji tasarrufunun 53.165 kWh/yıl olduğu ve geri ödeme süresinin 14,5 yıl olduğu hesaplanmıştır. Bu da geleneksel bir yapıya göre % 55 oranında bir tasarruf sağlandığını göstermektedir [74].



Grafik 6.8. Geleneksel yapılar ile ΚΑΠΕ Ofis Binasının karşılaştırılması [74]

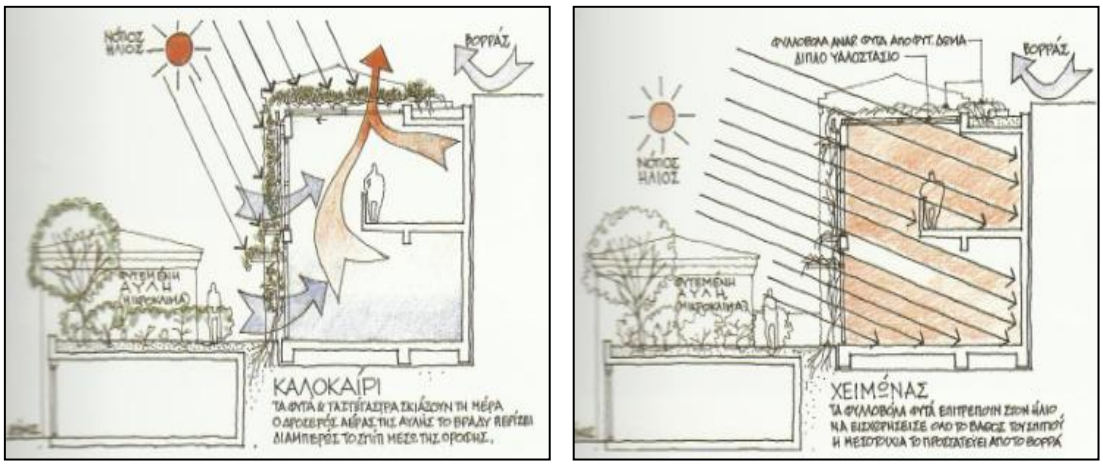
6.14. Ksanthi'de Biyoklimatik Konut

Yapı 2004 yılında tamamlanmış olup, Ksanthi şehrinin Palia Poli (Eski Şehir) bölgesinde, toplam 230 m^2 kullanım alanına sahiptir. Yapıda güneye yönlenme, bitki örtüsü kullanımı, yesil çatı kullanımı, ikincil fonksiyonların kuzeye konumlandırılması, kış bahçesi, gece havalandırması, yaprak döken sarmaşıklarla gölgeleme, doğal havalandırma ve aydınlatma gibi biyoklimatik yaklaşımlar dikkate alınmıştır. Yapı, Yunanistan Mimari Fikir Yarışmasında bitki örtüsü kullanımı alanında satın alma ile ödüllendirilmiştir [4].



Şekil 6.22. Ksanthi'de biyoklimatik konut [4]

Yapı geleneksel yapıların bulunduğu ve koruma altına alınmış bir bölgede bulunmaktadır. Form itibariyle, arsada bulunan ve restorasyonu yapılan geleneksel taş yığma bir yapıdan esinlenilerek tasarlanmış ve renk uyumunda da çevredeki yapılar dikkate alınmıştır. Yardımcı mekanlar kuzey yönüne konumlandırılarak, kuzey rüzgarlarına karşı ara bölge oluşturulmaya çalışılmıştır. Ana mekanlar ise güney yönünde yer almaktadır. Yapı, arsanın kuzey sınırına bitişik inşa edilmiş ve güney yönünde bahçe tasarımı için alan oluşturulmuştur. Bahçe aynı zamanda, yapı çevresinde uygun mikroklimanın oluşmasını sağlamakta ve yaz döneminde serinleme olanağı sunmaktadır [4].



Şekil 6.23. Yaz ve kış döneminde biyoklimatik yaklaşımların çalışma prensibi [4]

Giriş bölümünü oluşturan iki kat yüksekliğindeki kış bahçesi yapıyı oluşturan iki ana kütle arasında bağlantı görevi görmektedir [4]. Kış döneminde yapının ısıtma yüküne katkı sağlayan kış bahçesi, yaz döneminde sarmaşıklarla ve ön yüzeyde bulunan güneş kırıcılarla gölgelenmekte ve güneş ışınımından korunmaktadır. Balkonlar da saçaklarına sarılmış çiçekler ile gölgelemeye, estetik bir görünüşe ve mekana güzel kokuların yayılmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, kış bahçesinin üst kısmında bulunan açıklıklar sayesinde doğal havalandırma da sağlanmaktadır.

Yapıda yerden ısıtma sistemi bulunmaktadır ve yakıttan iki kere yararlanma özelliğine sahip özel bir kazan kullanılmıştır. Havalandırmada ise ıslatılmış bahçenin serinletme etkisinden de yararlanılmaktadır [4].

6.15. Andro'da Biyoklimatik Okul Binası

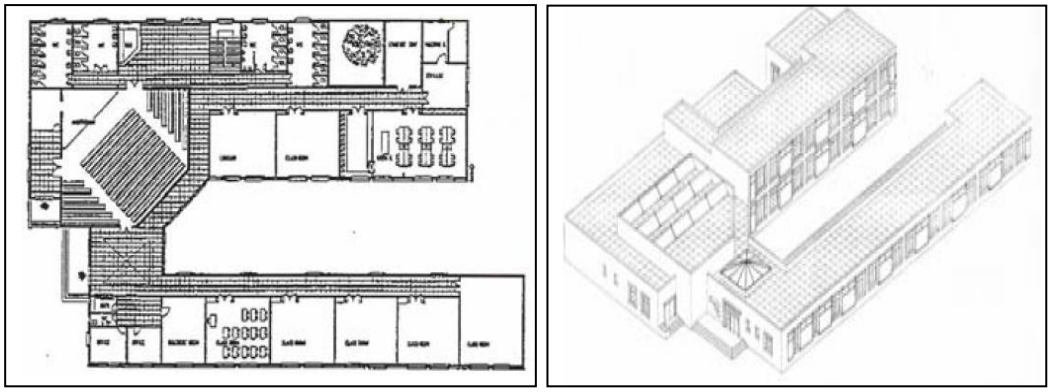
Andros Adasında bulunan yapı 1989 yılında tamamlanmış olup, toplam 899 m^2 kullanım alanına sahiptir [75]. Biyoklimatik yaklaşımları barındıran yapının uygulama, kullanım ve bakım aşamalarında yapılan hatalar sonucunda olumsuz etkilendiği gözlenmiştir. Isı yalıtım malzemesinin işlevini yitirmesi ve çatlaklardan ısı kayıplarının oluşması, Trombe duvarının kış döneminde verimsiz çalışması ve yaz döneminde aşırı ısınmaya neden olması, çatı açıklıklarının kullanım zorluğu nedeniyle yeterli havalandırmanın sağlanamaması yapıyı olumsuz etkilemiştir.



Şekil 6.24. Andro'da biyoklimatik okul binası [75]

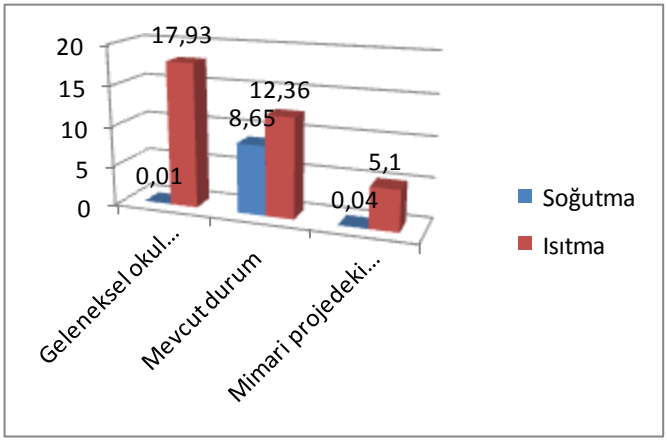
Proje aşamasında öngörülen enerji tasarrufu oranı % 71.6 iken, olumsuzluklar nedeniyle bu oran % 30'lara düşmüştür. Yapıda kullanılan Trombe duvarları, tam verimle çalışmasa da, kış döneminde ısıtma yükünü % 67.8 oranında azaltarak kazanç

sağlamıştır. Tipik bir ocak ayı gününde, iç mekan sıcaklığı 1.5 ^{o}C artmaktadır. Tam verimle çalışması durumunda sıcaklık artışının 3^{o}C olacağı hesaplanmıştır. Kabuk yalıtımı olarak 10 cm.lik polistren kullanılmıştır [75].



Şekil 6.25. Biyoklimatik okulun plan ve perspektifi [75]

Kış döneminde yapılan ölçümler sonucu, iç mekan ısıl konfor şartları büyük ölçüde karşılanmıştır. Güneş ışınımının az olduğu günlerde sınıflardaki hava sıcaklığı 17 ^{o}C'nin altına düşmemektedir. Bunun nedeni, Trombe Duvarının yanısıra açıklıklardan kaynaklanan doğrudan kazancın etkili olmasıdır. Yapının enerji kazancın da Trombe Duvarının % 17, açıklıkların % 64 ve yardımcı ısıtma sisteminin de %7'lik bir etkisi söz konusudur. Ancak parlama nedeniyle, açıklıklarda kullanılan perdelerin etkisi ile açıklıklardaki ısı kazancı % 46'ya düşmekte, yardımcı ısıtma sisteminin katkısı da %15'e çıkmaktadır [75]. Bu nedenle tasarımcı, oluşabilecek problemleri tasarım aşamasında düşünerek kış dönemindeki olumlu etkinin yaz döneminde olumsuz bir etkiye dönüşebileceğini öngörebilmelidir.



Grafik 6.9. Okul binasının enerji tüketim verileri-kWh/m^{2} [75]

Isı kazancının en yüksek olduğu eylül ayında Trombe duvarının yanlış işleyişi nedeniyle iç mekan sıcaklığı 30 ^{o}C'ye kadar çıkabilmektedir. Yapılan simülasyonlarda, Trombe duvarının doğru çalışması durumunda, iç mekan sıcaklığı 27.5 ^{o}C ile sınırlanmaktadır. Ayrıca çatı açıklıklarının kullanımının zor olması ve açıklıklara yerleştirilen klimalar nedeniyle tam açılamaması da gece havalandırmasının yapılamamasına neden olmaktadır. Gölgeleme amacıyla yapılmış tentelerin yıpranması ve tenteler nedeniyle üst havalandırma menfezlerinin açılamaması, soğutma döneminde Trombe duvarlarından yüksek ısı kazancına neden olmuştur [75]

Yapı, biyoklimatik mimaride kullanılan pasif kazanç yöntemlerinin uygulanmasında, projeye bağlı kalınarak imal etmenin önemini göstermesi açısından önemlidir. Aksi takdirde yapının ısıtma ve soğutma yüküne ek yükler oluşarak iç mekan konfor şartları sağlanamamaktadır.

6.16. Trikala Adliye Konağı'nın Genişletilmesi

Yapı 2007 yılnda tamamlanmış olup, 2500 m^2 arsa üzerinde toplam 4750 m^2 kullanım alanına ve 2300 m^2 bodruma sahiptir. Yapıda uygun yönlenme, güney açıklıkları, doğrudan kazanç sistemleri, termosifon sistemler, duvar ve döşemelerde yüksek ısı depolama, güneş kırıcılar, doğal aydınlatma ve havalandırma sistemleri gibi biyoklimatik yaklaşımlar uygulanmıştır [4].



Şekil 6.26. Trikala Adliye Konağı'nın yeni ve eski binaları [4]

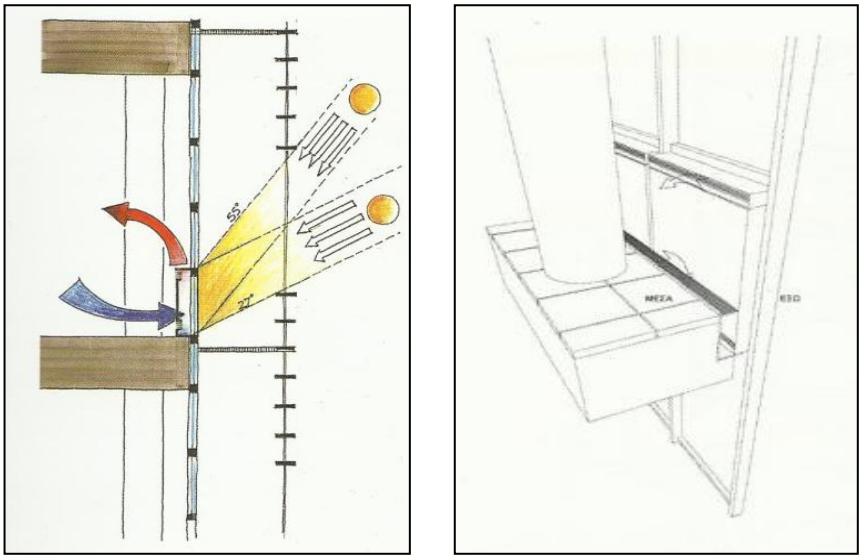
Taş yığma olarak Osmanlı zamanında inşa edilmiş yapı, son 50 yıldan beri Trikala Adliye Konağı olarak hizmet görmektedir [4]. Eski adliye konağının yetersiz

kalması sonucu, ihtiyaca cevap verecek yeni bir adliye binası inşa edilmiştir. Eski yapı korunmuş ve yeni yapı ile hem zemin kat seviyesinden hem de bodrum kat seviyesinden bağlantısı sağlanmıştır.

Eski yapı ile yeni yapı arasındaki ilişki iki aks üzerine kurulmuştur. Bu akslar, eski yapının merdiven kovası ile yeni yapının merdiven kovasını birleştiren kuzey-güney aksı ile eski yapının arka bahçesi olan ve yeni yapının ana girişini oluşturan doğu-batı akslarıdır.

Mahkeme salonlarının zemin kattaki açık bir alan etrafında konumlandırılmaları, mekanları doğal aydınlatma ve havalandırmaya elverişli hale getirmektedir. Kompakt olarak tasarlanmaları ısı kayıplarını sınırlandırmaktadır. Ofis mekanlarının güneye yönlenmiş olması, güney ve doğu cephelerinin şeffaf tasarlanması ve kullanılan termosifon sistemler güneş ışınımından doğrudan yararlanmaya yöneliktir. Kış gecelerinde termosifon sistemlerin menfezleri kapalı tutularak ters işleyip mekanı soğutmasından kaçınılmıştır. Yaz döneminde de termosifon sistemlere iki cam panel arasına yerleştirilmiş gölgeleme uygulanmıştır. Ayrıca merkezi ısıtma sistemi ile de ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisine katkı sağlanmıştır. Kuzey cephesinde küçük açıklıklar bırakılmış ve cephede titanyum-çinko giydirme cephe sistemi kullanılmıştır. Ayrıca, kuzey cepheye arşiv, depo ve ıslak mekanlar gibi yardımcı mekanlar konumlandırılmıştır. Batı cephesi de güneş ışınımına kapalı olarak tasarlanmıştır [4].

Ofisler doğal aydınlatmadan yararlanmakta ve sabit dış güneş kırıcılar, emici camlar ve iç gölgeleme elemanları ile kontrol edilmektedir. Sabit güneş kırıcılar, yağmurla temizlenebilmeleri için mekik şeklinde ve elektrostatik boya ile boyanmışlardır. Aynı zamanda aydınlatma kontrolu için iç mekanda da gölgeleme elemanları kullanılmıştır. Ofislerin havalandırılmasında kuzey doğu ve batı cephelerinde belirli yerlere yerleştirilmiş açıklıklar ile karşılıklı havalandırma yapılmıştır. Ayrıca iç mekana yerleştirilmiş tavan pervaneleri ve havalandırma menfezleri de konfor şartlarının oluşmasına teknik katkı sağlamaktadır [4].

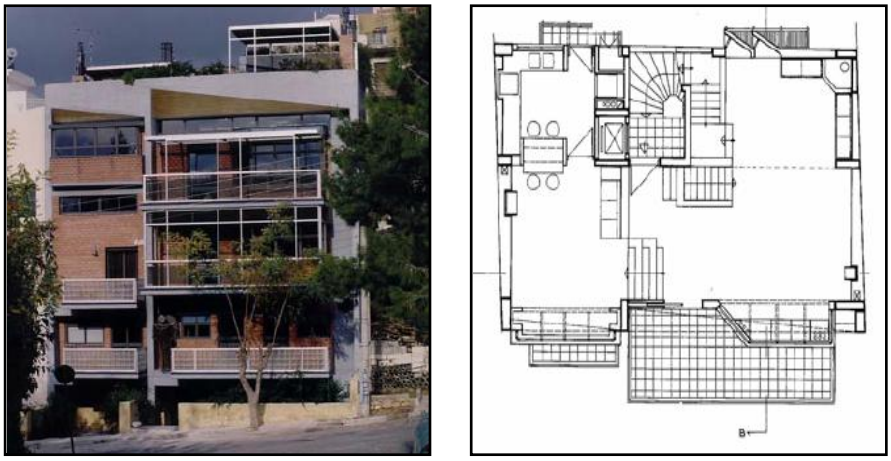


Şekil 6.27. Termosifon panellerinin işleyişi [4]

Yapıda kullanılmış olan tüm biyoklimatik yaklaşımlar kullanıcıların ihtiyaç duyduğu ısıtma, soğutma ve aydınlatma gereksinimlerinin büyük bir kısmının doğal yollarla karşılanmasına olanak sağlamıştır.

6.17. Attiki Korusunda Biyoklimatik Konut

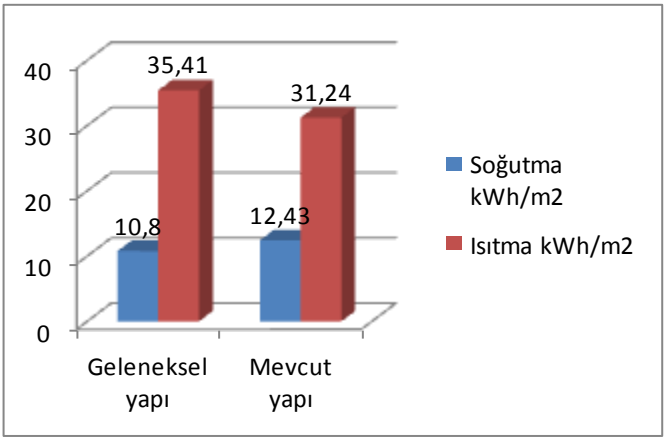
Atina'nın gelişen bir bölgesinde bulunan, 1993 yılında tamamlanan konut ve ofis olarak kullanılan 5 katlı yapı, 159,4 m^2 alana sahip dairelerden oluşmaktadır. Güney açıklıkları, kış bahçeleri, güneş kırıcılar, karşılıklı ve dikey gece havalandırma yapıda uygulanan biyoklimatik yaklaşımlardır. Yapının duvarları çift duvar olarak tuğla ile örülmüş ve arasına 5 cm. kalınlığında yalıtım uygulanmıştır [75].



Şekil 6.28. Binanın görünüşü ve planı [75]

Yapının ana cephesi güneydoğu yönüne bakmakta ve bu cephede büyük açıklıklar ve kış bahçesi bulunmaktadır. Kış bahçesi yapının salonu ile bütünleşik tek bir alan gibi çalışan mekan, gece olunca yalıtımlı bir bölücü elemanla ayrılmaktadır. Binanın farklı kotlara ayrılmış olması düşey havalandırmayı kolaylaştırmaktadır [75]. Açıklıklar kış aylarında güneş ışınımını engellemeyecek açıya uygun yatay güneş kırıcılar ile gölgelenmektedir. Terasın bazı bölümleri yeşil çatı olarak tasarlanmış ve büyük bir bölümü de açıklıklarda kullanılan yatay güneş kırıcılar ile gölgelenmesi sağlanmıştır.

Yapıda gerçekleşen ısı kazancı %54'ü açıklıklardan, %31'i yardımcı ısıtma sisteminden ve %15'i de iç mekandan, ısı kayıpları ise %73'ü yapı kabuğundan, % 27'si havalandırmadan kaynaklanmaktadır. Kış bahçesi ve duvarların enerji tasarrufuna katkısı %13 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, kış bahçesinin yaz aylarında iç mekan sıcaklığına az da olsa (1 ^{o}C) bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Güneş kırıcılar ise havalandırma gereksiniminin %10 oranında azalmasına neden olmaktadırlar [75].



Grafik 6.10. Mevcut yapının enerji tüketimi açısından karşılaştırılması [75]

Yapılan ölçümler yaz döneminde iç (31.5^{o}C) ve dış hava(42^{o}C) sıcaklığı farkının 10^{o}C olduğunu göstermiştir. Bu fark konfor şartlarının dışında olsa da, hava akım hızının normalinden yüksek olmasını sağlayan dikey havalandırma nedeniyle, kullanıcıları rahatsız etmemiştir [75].

6.18. Selanik'te Yapı Malzemeleri Alışveriş Merkezi

Selanik'in Pilea semtinde 20.600 m^2'lik bir arsaya konumlandırılan ve 1997 yılında tamamlanan yapı, toplam 4.120 m^2 kullanım alanına (+4.120 m^2 bodrum) sahiptir. Yapıda uygun yönlenme, pasif güneş ve doğal aydınlatma sistemleri, gece havalandırması ve mekanik gündüz havalandırması dikkate alınan biyoklimatik yaklaşımlardır [4].

Yapı kabuğu genel olarak çift duvar arası yalıtım uygulanarak dolu tuğla ile inşa edilmiştir. Sadece kongre salonunun bulunduğu kısım geleneksel çift duvar arası yalıtım malzemesi ve dıştan aluminyum cephe kaplaması ile içten alçıpan kaplamadan oluşmaktadır. Bütün açıklıklarda yalıtımlı çift cam kullanılmış ve alan olarak en az seviyede sınırlandırılmışlardır. Çatıyı çevreleyen, çatı açıklığı ise doğal aydınlatma sağlayarak aydınlatma gereksinimine katkı sağlamaktadır). Yapı form olarak dışa kapalı ve kompakt olarak inşa edilmiştir [4].

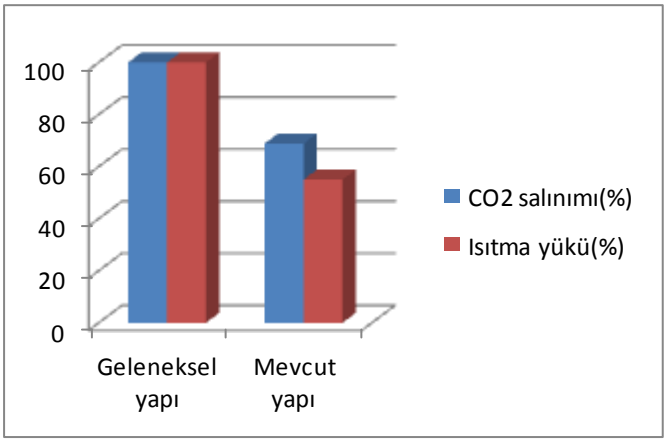
Yapının çatısında bulunan ve güneye yönlendirilmiş açıklıklar, kış döneminde yapının ısıtma yüküne katkı sağlamaktadır. Açıklıklarda güneş ışığını dağıtan, saydam yalıtımlı camlar kullanılmıştır. Camlar düşük ısı geçirgenlik ve gölgeleme katsayısına sahiptir. Yapılan hesaplamalarda 660 m^2 alana sahip çatı açıklığı, saydam yalıtım malzemesi aracılığıyla ısıtma yüküne %45 oranında katkı sağlamıştır [4].



Şekil 6.29. Yapı malzemeleri alışveriş merkezi [76]

Yaz döneminde ise bu açıklıklar gölgeleme elemanları ile gölgelenmekte ve soğutma yükündeki artış engellenmektedir. Güneş kırıcı elemanlar "Z" şeklinde metal levhalardan imal edilmişlerdir [4]. Ayrıca çatı açıklıkları, gece havalandırması için

otomatik olarak açılmakta ve ertesi günün soğutma yükünün azalmasına neden olmaktadır. Yapıda uygulanan biyoklimatik yaklaşımlarla CO_2 salınımında, geleneksel bir yapıya oranla %31.2 azalma sağlanmıştır [4].



Grafik 6.11. Mevcut yapının geleneksel yapılarla ısıtma ve CO_2 tasarrufu açısından karşılaştırılması

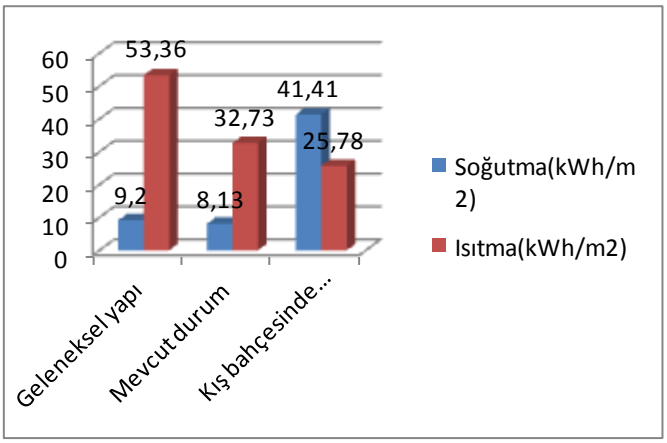
6.19. Malesina'da Biyoklimatik Konut

Yapı 1989 yılında tamamlanmış olup, toplam 226,3 m^2 kullanım alanına sahiptir İki kat yüksekliğinde kış bahçesi, güney açıklıkları, gece havalandırması ve güneş kırıcılar yapıda uygulanan biyoklimatik yaklaşımlardır. Yapı kabuğu yalıtımında, duvarlarda 10 cm. kalınlığında cam yünü, döşemede 10 cm. kalınlığında polistren köpük kullanılmıştır. Binada bulunan kış bahçesi zemin katta salon, 1. katta ise ebeveyn yatak odası ile bitişiktir [75].



Şekil 6.30. Binanın dış görünüşü [75]

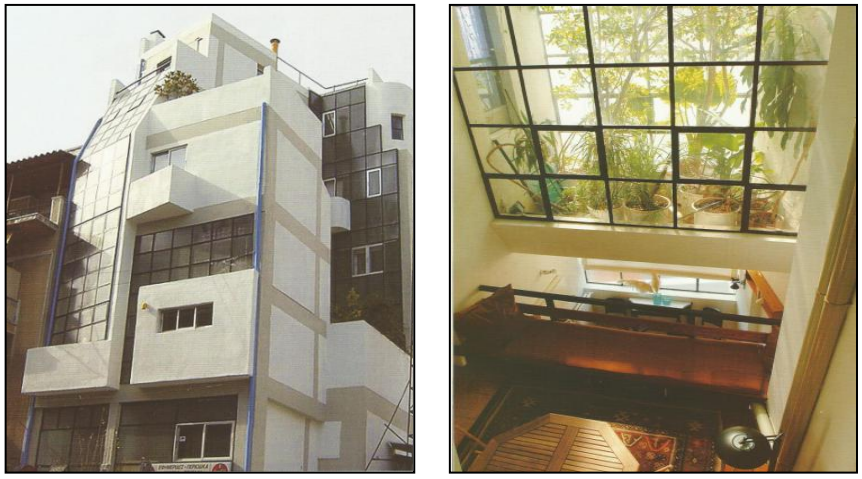
Yapının toplam ısıtma ihtiyacının % 58'i uygulanan biyoklimatik yaklaşımlar ile, % 28'i de yardımcı ısıtma sistemi ile karşılanmaktadır. Kış döneminde kış bahçesi %28.6 oranında ısıtma gereksiniminin azalmasına neden olmaktadır. Yaz döneminde ise kış bahçesi havalandırılmakta ve zemin katta panjurlar yardımı ile, 1. katta ise terasın konsolu ile gölgelenmektedir. Böylelikle yaz döneminde kış bahçesi hava sıcaklığı, dış hava sıcaklığından sadece 1 ^{o}C yüksek olmaktadır. Gölgelemenin yapılmadığı durumda oda sıcaklıklarının 34 ^{o}C, kış bahçesi sıcaklığının da 64 ^{o}C olabileceği hesaplanmıştır. Bu da soğutma yükünün 5 kat artmasıdır. Kış bahçesinin mevcut şekli ile kullanımında iç mekan sıcaklığının 28 ^{o}C ile sınırlı kalması sağlanmıştır. Yalıtımının uygulanmış olması ısıtma yüküne % 17, soğutma yüküne de % 8.4 oranında katkı sağlamıştır [75]. Yapılan ölçüm ve simülasyonlardaki sonuçlarda da, kış bahçesinin güneş kırıcılarla ve terasın konsolu ile gölgelenmediği durumda ısıtma yüküne etkisi düşük olmasına rağmen, soğutma yükü aşırı derecede artmaktadır.



Grafik 6.12. Mevcut yapının enerji tüketimi açısından karşılaştırılması [75]

6.20 Atina Ambelokipous'ta Güneş Evi

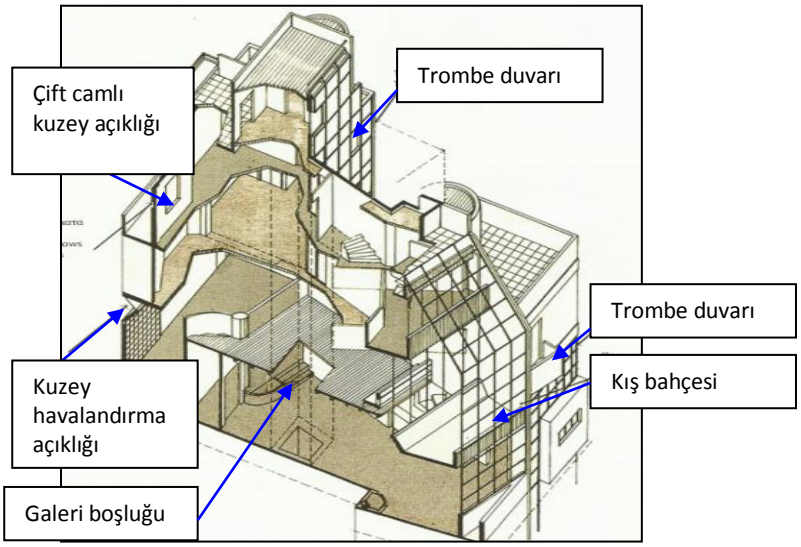
Atina'nın Ambelokipous semtinde 1979 yılında yoğun yapılaşmanın bulunduğu ve emsal değeri yüksek bir bölgede 95 m^2 alana sahip bir arsa üzerine inşa edilen yapı, 220 m^2 toplam kullanım alanına sahiptir [4]. Yapının inşa edildiği yıl itibariyle ve kullanılan pasif yararlanma sistemleriyle, Yunanistan'daki ilk biyoklimatik yapılardan olduğu söylenebilir.



Şekil 6.31. Güneş evi'nin iç ve dış görünüşü [4]

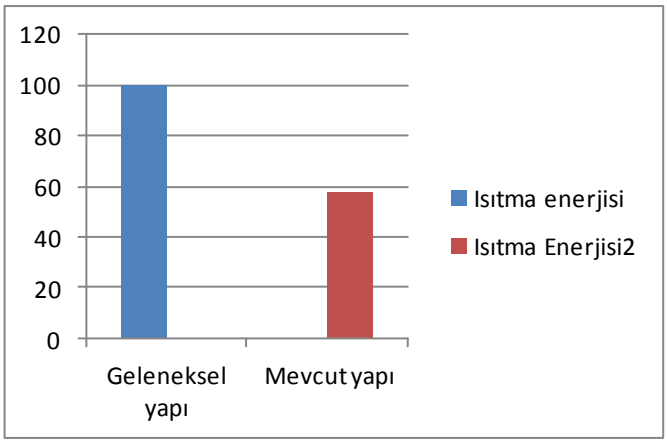
Yapı betonarme iskelet sistem olup, kabuk malzemesi olarak 25 cm. kalınlığında yalıtımlı tuğla kullanılmıştır. Teras döşemelerinde ise ısı yalıtımı amaçlı 20 cm. kalınlığında perlit katkılı beton kullanılmıştır. Kuzey cephelerindeki tüm açıklıklar da çift camlı pencereler kullanılmıştır. Mekan organizasyonu kısıtlı alan nedeniyle düşey olarak oluşturulmuştur. 1. katta toplanma ve günlük mekanlar, üst katlarda özel mekanlar ve son katta da çalışma(ofis) mekanı konumlandırılmıştır. Birbiriyle ilişkili iç balkonlar ile katlar arasında iletişim sağlanmış ve oluşan galeri ile bütüncül bir iç mekan anlayışı oluşturulmuştur. Böylece güneşlenme nedeniyle oluşan sıcaklığın da, bütün mekanlara yayılması sağlanmış olmaktadır [4]. Trombe duvarı, kış bahçesi ve güney açıklıkları yapıda uygulanan biyoklimatik yaklaşımlardır.

Tasarımda komşu yapıların güney cephesini gölgelemesi nedeniyle, güneş ışınımından yararlanabilmek için, kış bahçesinin salondan daha yüksek konumlandırılması gerekmiştir. Yapının manzarasının olmaması nedeniyle olabildiğince çoğu mekanın kış bahçesine yönlendirilmesi sağlanmıştır [4].



Şekil 6.32. Yapının aksonometrik görünümü [4]

Trombe duvarı, güney cephesinde 8 m^2 ve bahçeye bakan güney cephesinde 30 m^2 olmak üzere yapının farklı iki yerinde kullanılmıştır. Kış bahçesi, toplamda 18 m^2 alana ve 120 m^3 hacime sahip ve sıcak havayı fan yardımıyla doğrudan odalara iletmektedir. Kış bahçesi güvenlik ve mahremiyet nedeniyle telli camdan imal edilmiştir. Bunun sonucunda etkisi azalan güneş ışınımı şiddeti hesaplanmış ve önemsiz kabul edilmiştir. Kış döneminde güney açıklıklarından mekana giren güneş ışınımı, kuzey duvarına kadar ulaşmakta, yaz döneminde ise saçak ve sundurmalarla mekana ulaşımı engellenmektedir. Yaz döneminde soğutma için ise Trombe duvarı hizasında bulunan büyük açıklıklar ve kış bahçesinin havalandırma menfezleri açılmaktadır. Ayrıca galeri boşluğu da havalandırma bacası işlevi görmektedir. Şömine ve doğalgaz kullanılan diğer ek enerji sistemleridir [4].



Grafik 6.13. Isıtma enerjisi tüketiminin karşılaştırılması(%) [4]

Yapıda 1989-91 yılları arasında enerji verimliliği ile ilgili ölçümler yapılmış ve geleneksel bir yapıya göre, ısıtma enerjisi tüketiminde % 42 oranında bir tasarrufun sağlandığı hesaplanmıştır. Ayrıca yaz döneminde doğru havalandırma ile ısınma engellenmiştir [4].

6.21 Filothei'de 3 Katlı Konut

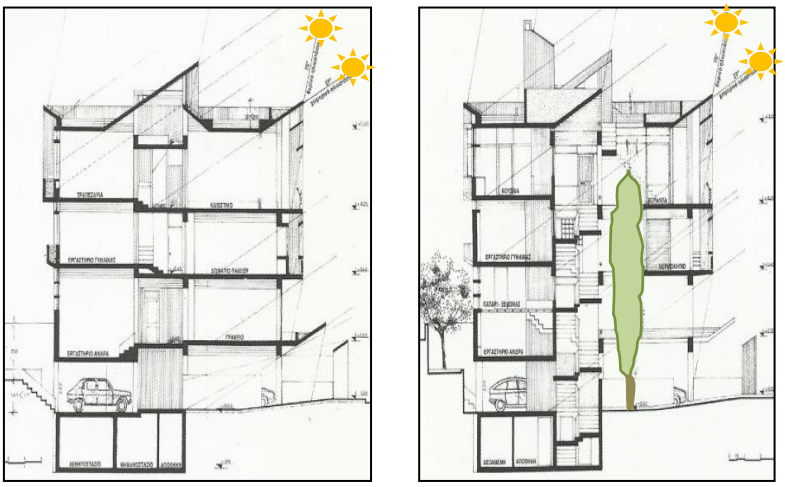
Atina'nın Filothei semtinde 1984 yılında 210 m^2 arsa üzerine inşa edilen yapı, toplam 405 m^2 kullanım alanına sahiptir. Yapıda uygun yönlenme, güney açıklıkları, güneş kırıcılar, Trombe duvarı, kış bahçesi, doğal aydınlatma ve havalandırma sistemleri, yeşil çatı, yalıtım ve güneş toplaçları uygulanan biyoklimatik yaklaşımlardır [4].



Şekil 6.33. (a)Filothei'de 3 katlı konut ve (b)kış bahçesi [4]

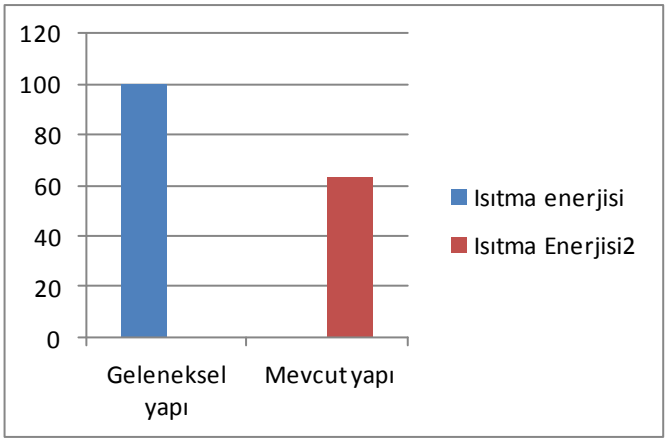
Mekan organizasyonunda planlar, kesitler ve detaylar, güneşin yaz ve kış dönemlerindeki hareketlerine göre tasarlanmış ve güneşten üst düzeyde kazanç amaçlanmıştır. Yapıda bulunan hobi alanları ve atölyeler(resim) ısı kayıpları için bir ara mekan oluşturmaları açısından kuzeyde tasarlanmıştır. Güney cephesinde ise açıklıklar dışında, ebeveyn yatak odasında kış bahçesi ve 1. katın dış duvarlarında, resim atölyesinin salonunda ve son kattaki salonda Trombe duvarı yer almaktadır. Çatı döşemesinin bir bölümü yeşil çatı olarak tasalanarak kış döneminde ısı kayıplarının, yaz döneminde de ısı kazançlarının önlenmesine katkı sağlanmıştır. Kuzey açıklıkları ve

Trombe duvarının havalandırma menfezlerinin açılması ile de doğal hava akımı oluşturulmuştur [4].



Şekil 6.34. Konutun kesitleri [4]

Yapıda gölgeleme amaçlı betonarme ve ahşap olarak imal edilen güneş kırıcılar kullanılmıştır. Sıcak su ihtiyacı, estetik amaçlarla terasta eğimli olarak döşeme üzerine tasarlanmış güneş toplaçları ile karşılanmaktadır. Merdiven kovasının yanında bulunan ve odalarla görsel ilişki kuran galeri boşluğuna, yapı yüksekliği boyunca uzayan, yaz döneminde gölgelemeyi sağlayan, kış döneminde de güneş ışınımına engel olmayan kavak ağacı dikilmiştir.



Grafik 6.14. Geleneksel yapı ile mevcut yapının ısıtma enerjisi tüketiminin karşılaştırılması(%) [4]

Yapıda uygulanan biyoklimatik yaklaşımlar bina maliyetini %8 oranında artırmıştır. Ancak bu yaklaşımlarla sağlanan enerji tasarrufu ise %60 oranındadır. Yardımcı ısıtma sistemi olrak kalorifer sisteminden yararlanılmaktadır. Yapılan ölçümler sonrasında Solarsat programı ve Balcomb yöntemi ile hesaplanan ısı kazançlarının yapı ısıtma gereksiniminin %36.5'ini karşıladığı görülmüştür [4].

6.22 Larisa'da Biyoklimatik Konut

1995 yılında toplam 321.6 m^2 kullanım alanına sahip olarak tasarlanan yapının günümüzde 95 m^2'lik bölümü kullanılmaktadır. Yapıda ısıtma enerjisine Trombe duvarı ve termosifon sistemler, soğutma enerjisine karşılıklı havalandırma ve Trombe duvarı aracılığıyla yapılan havalandırma katkı sağlayan biyoklimatik yaklaşımlardır [77].



Şekil 6.35. Yapının dış görünüşü ve Trombe duvarı detayı [77].

Yapının ısıtma enerjisi gereksinimi 49 kWh/m^2 olarak hesaplanmıştır. Trombe duvarı ve termosifon sistemden elde edilen ısıtma enerjisi tasarrufu % 14'tür. Gece havalandırması ile soğutma enerjisi gereksinimi ortadan kalkmaktadır [77].

Trombe duvarları yaz döneminde havalandırılarak güneş bacası işlevinde soğutmaya katkı sağlamaktadır. Kış döneminde yapılan ölçümler biyoklimatik yaklaşımların yardımcı ısıtma sistemine önemli katkı sağladığını, sonbahar döneminde yapılan ölçümler, iç mekan konfor şartlarının yardımcı ısıtma sistemine gerek duyulmadan sağlandığını ve güneş ışınımının düşük olduğu günlerde bile sıcaklığın 20 ^oC'nin altına düşmediğini, yaz döneminde yapılan ölçümler ise gece havalandırması ile

ortam sıcaklığının konfor şartlarının üstüne çıkmadığını göstermektedir [77]. Yapıda ikinci katın ısıtılmasında kış bahçesi de kullanılmıştır. Ancak ölçümler sırasında kullanılmadığı ve ısıtılmadığı için değerlendirilmemiştir.

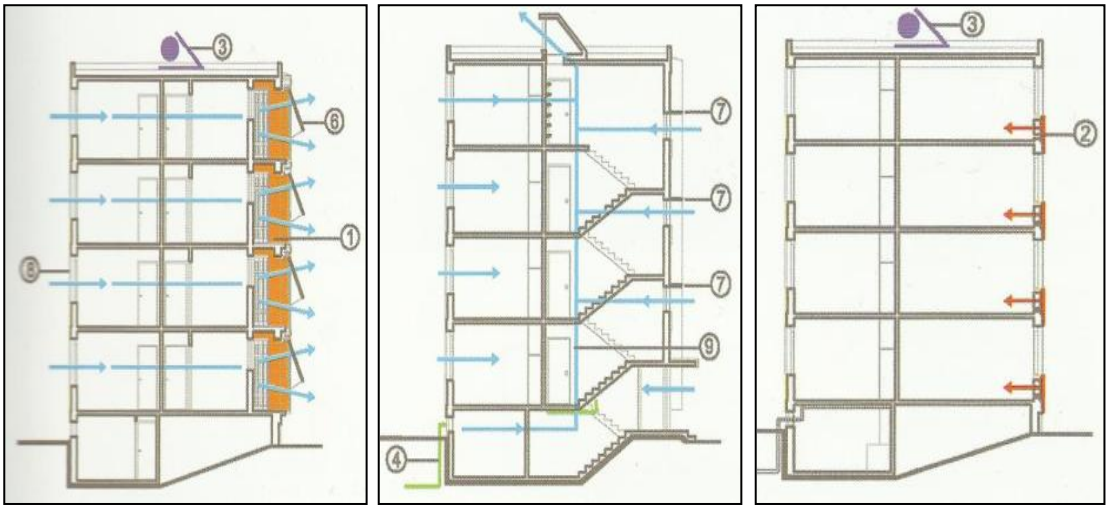
6.23 Atina'da İşçi Evlerinin Yenilenmesi

Atina'nın Tauros Semtinde iki farklı konut tipinin yenilenmesi 1997 yılında tamamlanmıştır. Yapıda kış bahçesi, güneş toplaçları, güneş kırıcılar, Trombe duvarı, güneş bacası, havalandırma sistemleri ve fotovoltaik paneller gibi aktif ve pasif güneş sistemlerinden yararlanılmıştır [4].

A Tipi Konut: 1950'li yıllarda inşa edilmiş 4 katlı en eski konut tipidir. Yapıda yalıtım ve merkezi ısıtma sistemi bulunmamaktadır. Ana cephe güneye yönlenmiş durumdadır (Şekil 6.33). Yapı kabuğuna dışarıdan ısı yalıtımı, teras döşemeye su ve ısı yalıtımı uygulanması, güney balkonlarının hareketli camlarla kış bahçesine dönüştürülmesi, güney açıklıkların alt kısımlarında termosifon sistemlerin kullanılması, merdiven kovasının toprak ile soğutulması ve havalandırılması, her konutun sıcak su gereksinimi için bağımsız güneş toplaçlarının ve hareketli/sabit gölgeleme elemanlarının kullanılması gibi biyoklimatik iyileştirmeler yapılmıştır [4].

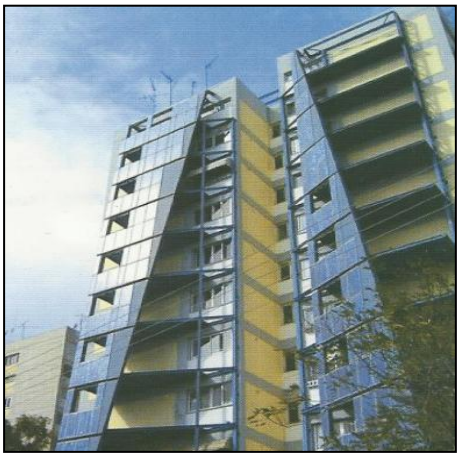


Şekil 6.36. A tipi işçi konutları [4]



Şekil 6.37. A tipi konutlarda kullanılan biyoklimatik unsurlar [4]

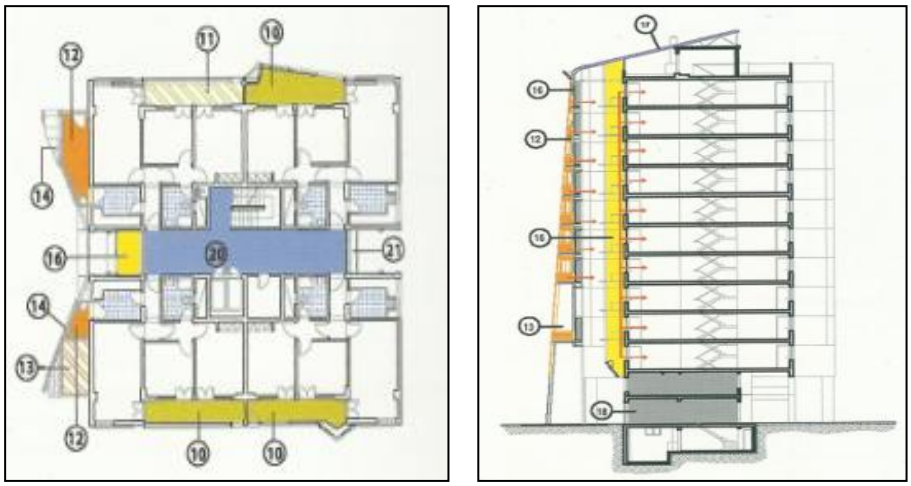
B Tipi Konut: 1960 yılında inşa edilen yeni konutların bulunduğu 10 katlı bir yapıdır. Merkezi ısıtma sistemine sahip binada her katta kuzeydoğu ve güneybatıya cephesi ve balkonu olan 4 eşit daire bulunmaktadır (Şekil 6.38).



Şekil 6.38. B tipi işçi konutları [4]

Yapı kabuğuna dışarıdan ısı yalıtımı ve teras döşemeye su ve ısı yalıtımı uygulanması, doğu ve batı cephelerinde rüzgar, yağmur ve güneşten korunmak için sürgülü cam ve gölgeleme elemanlarının eklenmesi, güney cephesinde fotovoltaik panellerin yerleştirilmesi ve balkon arkasındaki alanın kış bahçesine dönüştürülmesi, güney cephesindeki merdiven kovasında güneş bacası ve gölgeleme elemanlarının kullanılması, sıcak su gereksinimi için merkezi sistem güneş toplaçlarının yerleştirilmesi ve sıcak su kazan dairesinin yapılması, 9. ve 10. katlarda Trombe duvarı

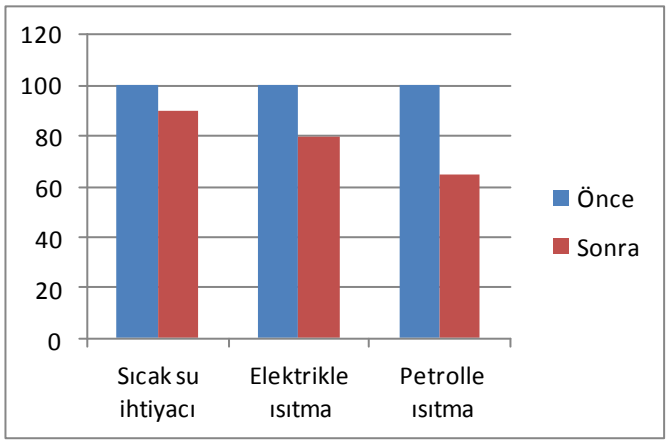
uygulanması gibi biyoklimatik iyileştirmeler yapılmıştır [4]. Bu iyileştirmeler neticesinde, yapıda büyük tasarruf sağlanmış ve yapı giderlerinde azalma elde edilmiştir.



Şekil 6.39. B tipi konutlarda kullanılan biyoklimatik unsurlar [4]

Yapının güney cephesine kurulmuş olan fotovoltaik paneller merdivenler, asansör ve bahçe gibi ortak kullanım alanlarının elektrik gereksinimi için kullanılmıştır. Aynı zamanda piramidal formun arka kısmı da kış bahçesi olarak düşünülmüştür. Fotovoltaik panellerin toplam gücü 24 kWp'tır. Fotovoltaik paneller güneşe uygun açı ile yönlendirilmediği için %40 oranında verim düşmüştür. B tipi konutlara yapılacak iyileştirmeler 1999 depreminden sonra yapılan denetimlerde programdan çıkarılması nedeniyle henüz tamamlanmamıştır. Ancak projedeki verilere göre elektrik enerjisinde 160.000 kWh, yakıt enerjisinde de 110.000 kWh tasarruf öngörülmüştür [4].

A tipi konutlarda ise sıcak su gereksinimi için gerekli elektrik enerjisinde % 10, ısıtma gereksiniminin elektrikle karşılandığı konutlarda % 15-% 20, ısıtma gereksiniminin fosil yakıtlarla karşılandığı konutlarda ise % 30-% 40 tasarruf sağlandığı hesaplanmıştır [4].



Grafik 6.15. A tipi konutlarda ısıtma ve sıcak su gereksinimlerinin iyileştirme öncesi durum ile karşılaştırılması (%) [4]

6.24 Paiania'da Biyoklimatik Ev

Yapı 2011 yılında tamamlanmış olup, sanayi bölgesinden konut bölgesine dönüştürülen bir alan üzerinde, 170 m^2 kullanım alanına sahip ve iki katlıdır [78].



Şekil 6.40. Paiania'da biyoklimatik evin dış görünüşü [79]

Yapının taşıyıcı sisteminde çelik ve duvarlarda fiber çimento paneller ve yalıtımlı çelik paneller gibi hafif bölücü elemanlar kullanılmıştır [78].

Isıtma ve soğutma sistemi olarak, ısı pompası ve yerden ısıtma sistemi birlikte kullanılmıştır. Geleceğe yönelik fotovoltaik güneş panelleri ve jeotermal sistem kullanımına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Binanın kuzey yönünde açıklık bulunmamakla birlikte, cephe ve döşemelerde çift katmanlı yalıtım kullanılmıştır. Güney cephesinde ise büyük açıklıklar mevcuttur ve pencereler, daha iyi bir ısı yalıtımı için enerji etkin olarak tasarlanmıştır. Ayrıca, açık alanda metal ve ahşap karışımı pergolalar ve bu pergolalara yapraklarını döken sarmaşıklar sarılmıştır. Böylelikle yaz döneminde gölgeleme kış döneminde de güneşlenme sağlanmıştır. Açıklıklarda gölgeleme amacıyla yatay güneş kırıcılar kullanılmıştır [78].

Merdivenlerin üzerine yerleştirilmiş çatı penceresi, doğal havalandırma ve istenmeyen ısı kazançlarının iç ortamdan uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Binanın ısı gereksiniminin karşılanmasında biyokütle enerjisinden de yararlanılmaktadır. Yaşam alanına yerleştirilmiş şömine ısı kazancına yenilenebilir bir katkı sağlamaktadır. Binanın zemin katı doğal boya türü olan "kourasani" ile boyanmıştır. Böylece binanın ekolojik olarak çevreye uyumuna özen gösterilmiştir [78].

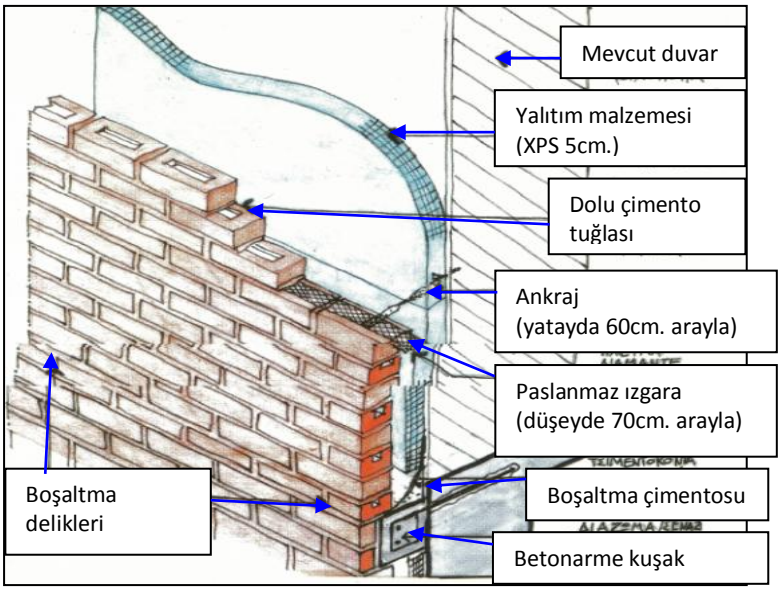
6.25 Anatolia Koleji'nin Yenilenmesi

Selanik'in Pilea semtinde bulunan yapının (Ingle Hall, White Hall, Riggs Hall) 1996 yılında projelendirilerek enerji verimliliği açısından yenilenmesi amaçlanmıştır. Yapıların toplam alanı 457 m^2 dir. Yapı kabuğunun iklim şartlarına uyumunun sağlanması ve ısı tutuculuğunun arttırılması, dış kabuk yalıtımı, açıklıkların tekrar boyutlandırılması, gölgeleme elemanları ve rüzgar önleyici elemanların kullanımı ve karşılıklı havalandırma uygulanan biyoklimatik iyileştirmelerdir [4].



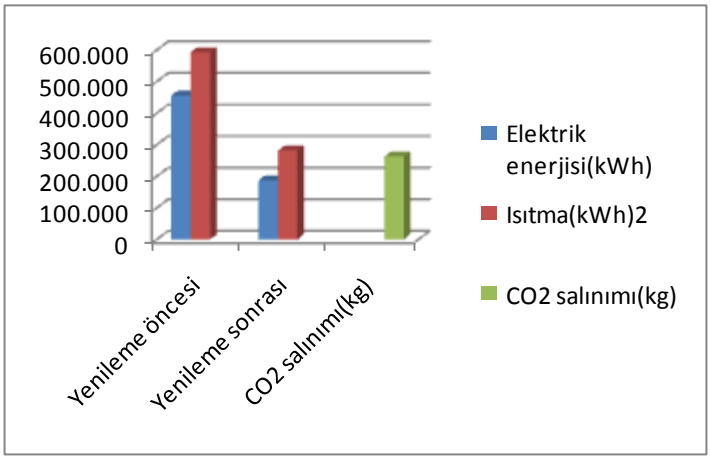
Şekil 6.41. Yapıların önceki ve sonraki görünüşleri [4]

Yapılara yeni bir kabuk tasarlamak adına işlevsel ve şekilsel açıdan müdahale edilmiştir. Şeffaf yüzeyler çift camlarla değiştirilmiş, opak yüzeyler de dıştan yalıtılarak kırmızı dolu tuğlalarla kaplanmıştır. Açıklıklar karşılıklı havalandırma için uygun şekilde açılabilmektedirler. Yapının dıştan yalıtılması, içten dışa doğru oluşabilecek ısı akışını sınırlamakta ve kayıpları önlemektedir. Dış kabuk ana döşemeye 1 m.'lik aralıklarla tutturulmuş betonarme elemanların üzerine oturmakta ve düşeyde her 70 cm. de bir metal ızgaralarla ana duvara tutturulmuştur. Yalıtım malzemesi ile dış kabuk arasında havalandırma ve ek yalıtım amaçlı 3 cm.lik boşluk bırakılmıştır [4].



Şekil 6.42. Dış kabuğa yapılan müdahalenin detayları [4]

Yaz döneminde ısı kazançlarının önlenebilmesi ve soğutma yükünün azaltılabilmesi için açıklıkların üzerine güneş kırıcılar yerleştirilmiş ve karşılıklı havalandırma sağlanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda CO_2 salınımının 262.49 ton yani yılda %56.3 oranında azaldığı tespit edilmiştir [4].



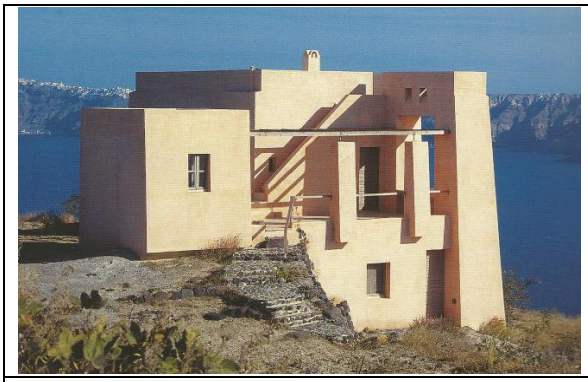
Grafik 6.16. Yenileme öncesi ve sonrası enerji tüketimi ve CO_2 salınımında azalma [4]

Yapılarda yıllık toplam ısıtma enerjisi gereksinimi 593.019kWh iken, iyileştirmeden sonra 281.218 kWh'a düşmüş ve ısıtma enerjisinden elde edilen tasarruf % 52.6 olmuştur. Aynı şekilde yıllık toplam soğutma enerjisi gereksinimi 455.770 kWh iken, iyileştirmeden sonra 186.775 kWh'a düşmüş ve bu da soğutma yükünün % 59 oranında azaldığını göstermiştir [4].

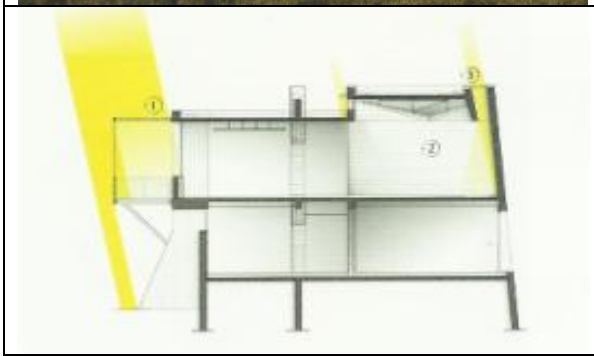
6.26. Biyoklimatik Yapı Tabloları

Çalışmanın altyapısını oluşturan toplam 40 adet biyoklimatik yapıdan, 25 adedi detaylı olarak incelenmiştir. Geriye kalan 15 adet biyoklimatik yapının ise, sadece çalışmaya veri oluşturacak özelliklerine vurgu yapılmıştır. Bu nedenle, son 15 yapı, tablolar halinde sunulmuş ve bir başlık altında toplanmıştır.

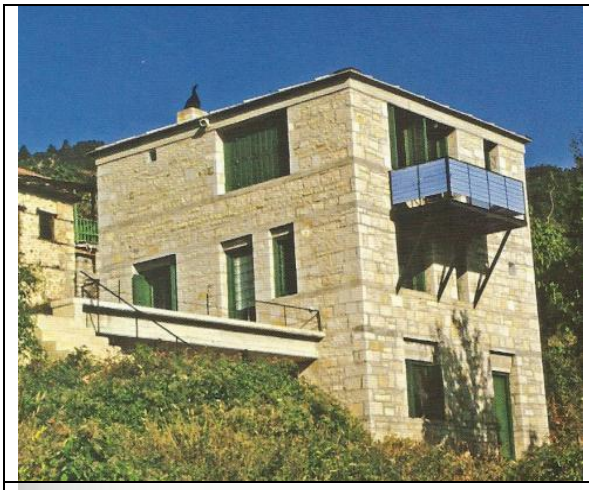
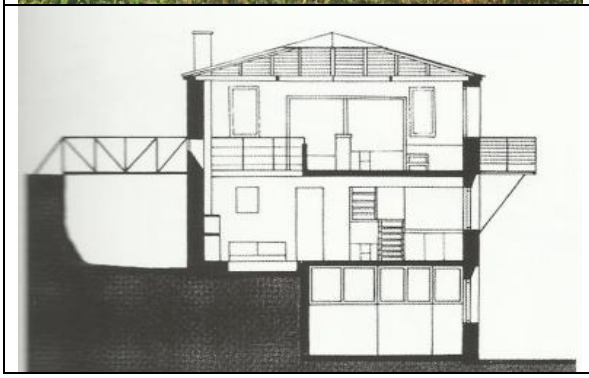
Tablo 6.2. Santorini'de biyoklimatik konut [4]

	**Santorini'de biyoklimatik konut**
	Proje: Agni Kouvela **Kullanım Alanı:** 150 m2 **Yapılış tarihi:** 1995 **İklim Bölgesi:** Ege Bölgesi - Santorini **İşlevi:** Konut **Özellikler:** EIA mimarlık ödülleri(2000) "20. yy'dan 21. yy'a Yunanistan'da Konut" sergisine katılım
	**Biyoklimatik özellikler**
	• Uygun yönlenme • Doğal aydınlatma ve havalandırma • Yerel malzeme kullanımı • Gölgeleme elemanları ve rüzgar kırıcılar • Uygun form ile rüzgardan yararlanma

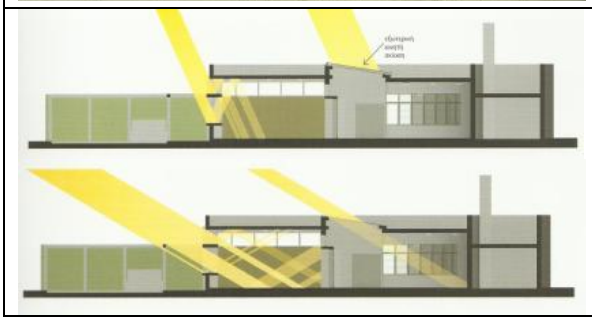
Tablo 6.3. Stymfalia'da Doğa Müzesi [4]

	**Stymfalia'da doğa müzesi**
	Proje: D. İsaias, T. Papaioannou, L. Galata **Kullanım Alanı:** 1050 m^2 **Yapılış tarihi:** 2005-2008 **İklim Bölgesi:** Ege Bölgesi - Korinthias **İşlevi:** Konut **Özellikler:** EIA Mimarlık ödüllerinde özel referans(2008)
	**Biyoklimatik özellikler**
	• Karşılıklı havalandırma • Güney ve çatı açıklıkları • Uygun yönlenme ve bina formu • Gölgeleme elemanları

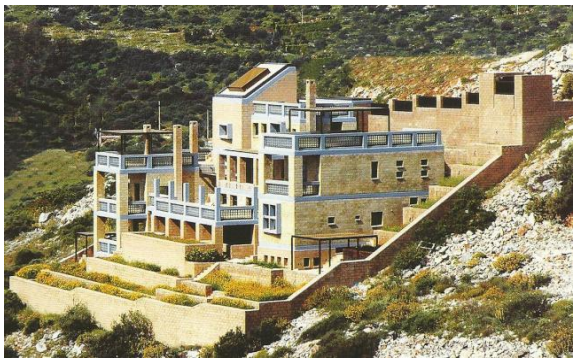
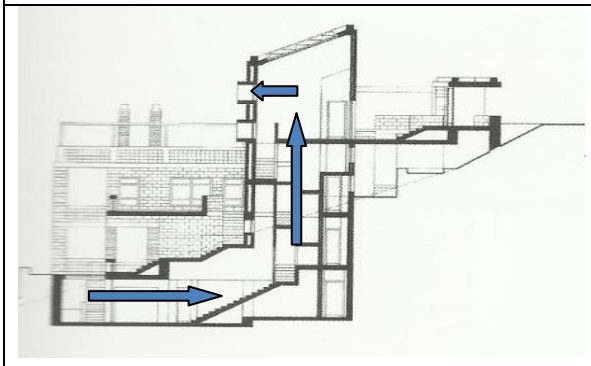
Tablo 6.4. Dorida Dağları'nda yazlık konut [4]

	**Dorida Dağları'nda yazlık konut**
	Proje: Lena Mantziou **Kullanım Alanı:** 140 m^2 **Yapılış tarihi:** 1994-1997 **İklim Bölgesi:** Dağlık Yunanistan **İşlevi:** Konut **Özellikler:** Yunanistan Ekolojik Bina yarışmasında ödül(1999), K.A.Π.E tarafında enerji ölçümleri yapılacak 10 biyoklimatik yapı arasına seçilmesi(1999-2001), EIA mimarlık ödülü(2000), "20. yy'dan 21. yy'a Yunanistan'da Konut" sergisine katılım.
	**Biyoklimatik özellikler**
	• Uygun yönlenme ve mekan organizasyonu • Doğal aydınlatma ve havalandırma • Doğal ve ısı depolayıcı malzeme kullanımı • Gölgeleme elemanları • Bitki örtüsü kullanımı • Isıtmada biyokütle kullanımı

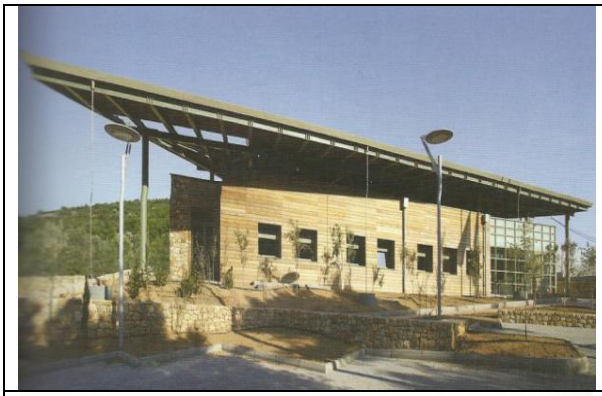
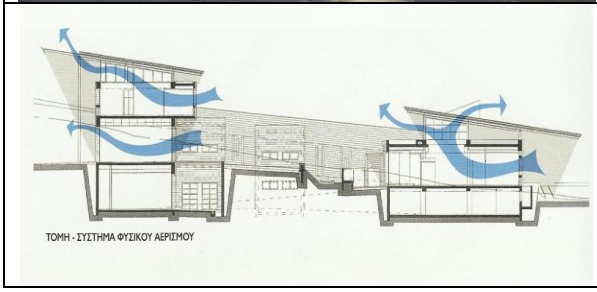
Tablo 6.5. Pirea 12. Anaokulu [4]

	**Pirea 12. anaokulu**
	Proje: X. A. Deligiannis **Kullanım Alanı:** 190 m^2 **Yapılış tarihi:** 2002-2003 **İklim Bölgesi:** Ege Bölgesi-Pirea- Attiki **İşlevi:** Eğitim Yapısı - anaokulu **Özellikler:** EIA mimarlık ödülü(2004)
	**Biyoklimatik özellikler**
	• Uygun yönlenme • Karşılıklı havalandırma • Güney ve çatı açıklıkları • Gölgeleme elemanları

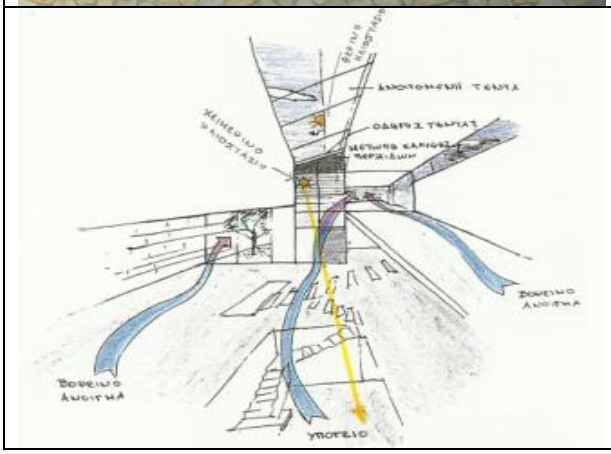
Tablo 6.6. Sxoinia'da triplex konut [4]

	**Sxoinia'da triplex konut** **Proje:** Mixalis Souvatzidis **Kullanım Alanı: -** **Yapılış tarihi:** 2002-2008 **İklim Bölgesi:** Ege bölgesi- Attiki **İşlevi:** Konut **Özellikler:** "20. yy'dan 21. yy'a Yunanistan'da Konut" sergisine katılım.
	**Biyoklimatik özellikler** • Uygun yönlenme ve mekan organizasyonu • Doğal havalandırma için su öğesi kullanımı • Doğal ve ısı depolayıcı malzeme kullanımı • Gölgeleme elemanları • Yağmur suyu depolama ve güneş toplaçları • Bitki örtüsü kullanımı

Tablo 6.7. Otizm'le mücadele merkezi "Perivolaki" [28]

	**Otizm'le mücadele merkezi "Perivolaki"** **Proje:** Aleksandros Tombazis **Kullanım Alanı: -** **Yapılış tarihi:** 2008-2009 **İklim Bölgesi:** Ege Bölgesi- Paiania-Atina **İşlevi:** Sağlık merkezi-Kamu yapısı **Özellikler:** 2011 Mies van der Rohe ödüllerine katılım
	**Biyoklimatik özellikler** • Karşılıklı havalandırma • Güney açıklıkları • Doğal malzeme kullanımı • Gölgeleme elemanları

Tablo 6.8. Kifisia'da konut [4]

<table>
<tr><td></td><td>Kifisia'da konut
Proje: Lena Mantziou
Kullanım Alanı: 190 m^2
Yapılış tarihi: 2004
İklim Bölgesi: Ege Bölgesi - Atina
İşlevi: Konut
Özellikler: 4. Genç Yunan Mimarlar Bienali(2004), ΣΑΔΑΣ ΠΕΑ mansiyon ödülü(2005)</td></tr>
<tr><td></td><td>Biyoklimatik özellikler
• Uygun konum, yönlenme ve mekan organizasyonu
• Güney açıklıkları
• Doğal aydınlatma ve havalandırma
• Bitki örtüsü kullanımı
• Gölgeleme elemanları</td></tr>
</table>

Tablo 6.9. Adamades'te biyoklimatik apartman [4]

<table>
<tr><td></td><td>Adamades'te biyoklimatik apartman
Proje: Lena Mantziou
Kat kullanım Alanı: 130 m^2
Yapılış tarihi: 2005-2008
İklim Bölgesi: Ege Bölgesi – Attiki
İşlevi: Konut
Özellikler: Yunanistan Mimari Fikir Yarışmasında, bitki örtüsü kullanımı alanında satın alma ödülü</td></tr>
<tr><td></td><td>Biyoklimatik özellikler
• Doğal karşılıklı havalandırma
• Uygun yönlenme ve mekan organizasyonu
• Doğal aydınlatma
• Yeşil çatı kullanımı
• Gölgeleme elemanları
• Isıtmada biyokütle kullanımı</td></tr>
</table>

Tablo 6.10. Kalamata'da 120 güneş evi [80]

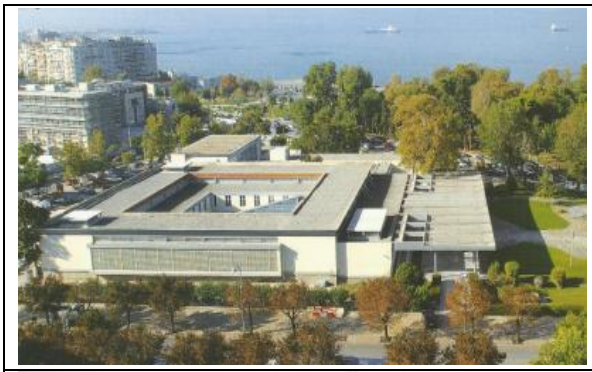


Kalamata'da 120 güneş evi
Proje: Aleksandros Tombazis **Kullanım Alanı:** 8158.5 m^2 **Yapılış tarihi:** - **İklim Bölgesi:** İon Bölgesi - Kalamata **İşlevi:** Toplu konut

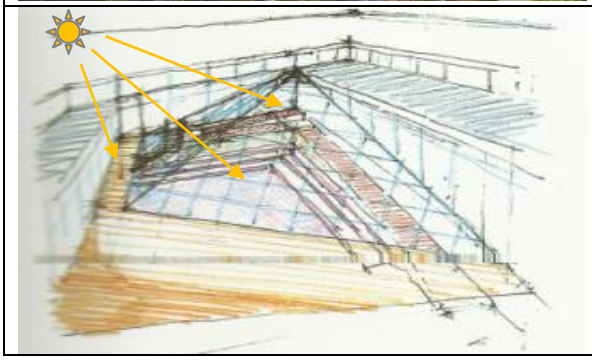


Biyoklimatik özellikler
• Uygun yönlenme ve konumlanma • Güneş duvarları • Karşılıklı havalandırma • Bitki örtüsü kullanımı • Çatı açıklıkları • Gölgeleme elemanları • Yüksek ısı yalıtımı

Tablo 6.11. Selanik arkeoloji müzesi [4]

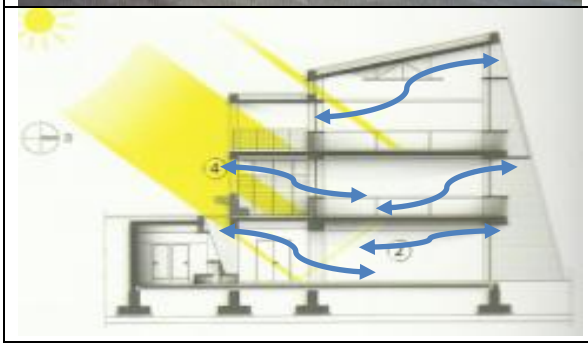


Selanik arkeoloji müzesi
Proje: G. Albanis, N. Fintikakis **Kullanım Alanı:** 2200 m^2 **Yapılış tarihi:** 2005 **İklim Bölgesi:** Ege ve Kuzey Yunanistan Bölgesi - Selanik **İşlevi:** Kamu binası - müze

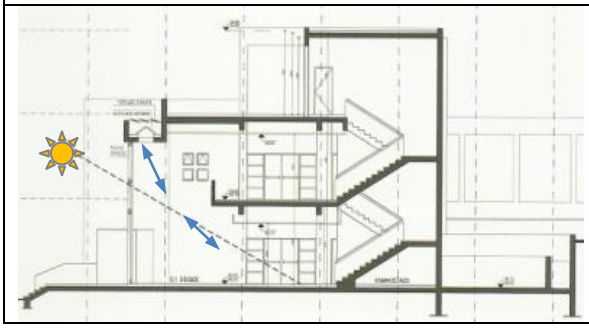


Biyoklimatik özellikler
• Uygun yönlenme • Sera kullanımı • Doğal havalandırma ve aydınlatma • Isıtmada doğrudan kazanç • Gölgeleme elemanları

Tablo 6.12. Patra'da Arsakeia okulu [4]

	**Patra'da Arsakeia okulu** **Proje:** D. İsaias, T. Papaioannou **Kullanım Alanı:** 4100 m^2 **Yapılış tarihi:** 2003-2004 **İklim Bölgesi:** Dağlık Yunanistan - Patra **İşlevi:** Eğitim yapısı - lise **Özellikler:**
	**Biyoklimatik özellikler** • Uygun yönlenme • Uygun mekan organizasyonu • Doğal aydınlatma • Karşılıklı havalandırma • Isıtmada doğrudan kazanç • Gölgeleme elemanları

Tablo 6.13. Ulusal Teknik Üniversite derslikleri [4]

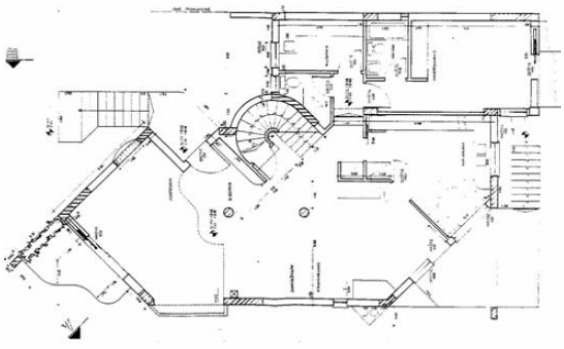
	**Ulusal Teknik Üniversite derslikleri** **Proje:** Margarita – Marina Konstantinidou **Kullanım Alanı:** 1745 m^2 **Yapılış tarihi:** 2004 - 2005 **İklim Bölgesi:** Ege Bölgesi - Atina **İşlevi:** Eğitim Yapısı - Üniversite
	**Biyoklimatik özellikler** • Uygun yönlenme • Sera ve masif malzeme kullanımı • Yüksek ısı yalıtımı • Doğal havalandırma ve aydınlatma • Gölgeleme elemanları

Tablo 6.14. Trikala'da biyoklimatik konut [72]



Trikala'da biyoklimatik konut

Proje: Th. Saliaxis, N. Saliaxi
Kullanım Alanı: 267.5 m^2
Yapılış tarihi: 1996
İklim Bölgesi: Kuzey Yunanistan - Trikala
İşlevi: Konut



Biyoklimatik özellikler

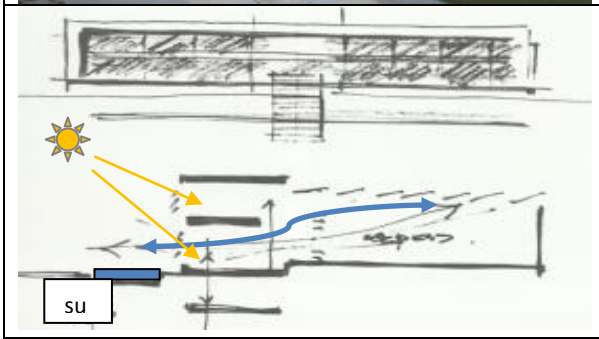
- Güney açıklıkları
- Çatı açıklıkları
- Karşılıklı ve dikey havalandırma
- Gölgeleme elemanları

Tablo 6.15. Attiki'de ofis & depo [4]



Attiki'de ofis & depo

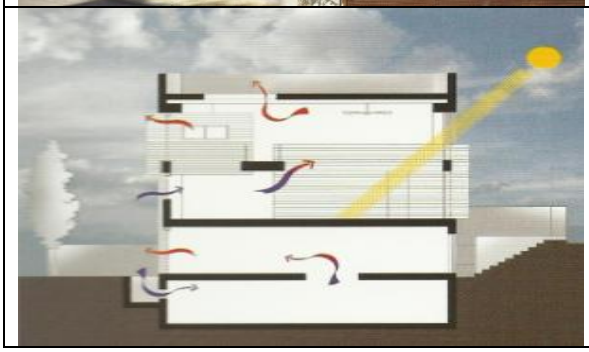
Proje: R.C. TECH
Kullanım Alanı: 5560 m^2
Yapılış tarihi: 2001
İklim Bölgesi: Ege Bölgesi - Attiki
İşlevi: Ofis & depo
Özellikler: EIA Mimarlık Ödülü(2004)



Biyoklimatik özellikler

- Karşılıklı havalandırma
- Doğal aydınlatma
- Uygun yönlenme
- Havalandırmada su öğesinden yararlanma
- Gölgeleme elemanları

Tablo 6.16. Filothei'de biyoklimatik konut & ofis [4]

<table>
<tr><td></td><td>Filothei'de biyoklimatik konut & ofis</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>Proje: Elena Stavropoulou
Kullanım Alanı: 180 m^2
Yapılış tarihi: 2005 - 2006
İklim Bölgesi: Ege Bölgesi - Atina
İşlevi: Konut
Özellikler: EIA mimarlık ödülü(2008), "20. yy'dan 21. yy'a Yunanistan'da Konut" sergisine katılım.</td></tr>
<tr><td></td><td>Biyoklimatik özellikler

• Karşılıklı havalandırma
• Çatı açıklıkları
• Yüksek ısı yalıtımı
• Gölgeleme elemanları</td></tr>
</table>

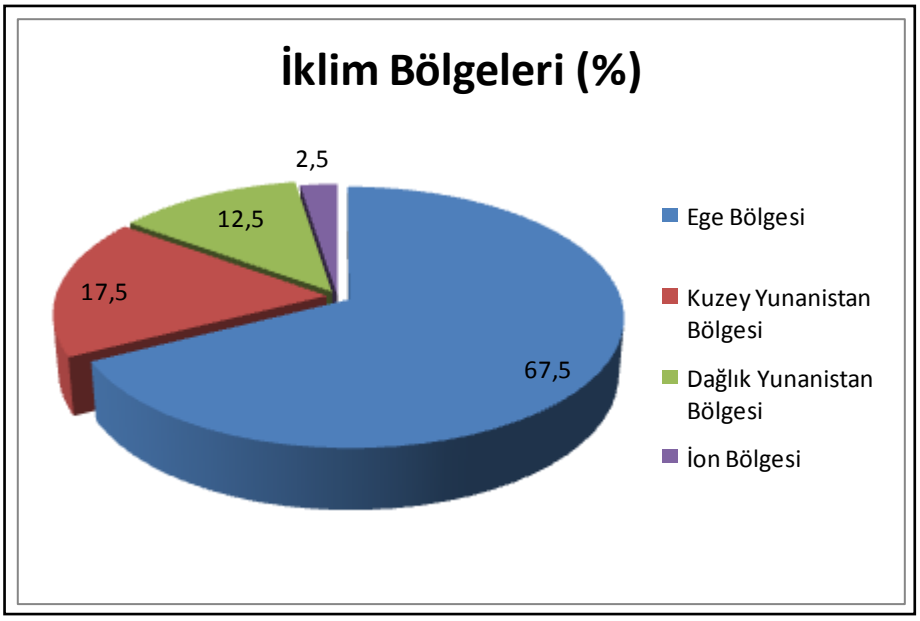
BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sürdürülebilir Kalkınma kavramının ortaya atıldığı günden beri enerji ve çevre konularına dünya genelinde özel bir duyarlılık oluşmuş, bu konuda ülkeler bazında strateji ve politikalar geliştirilmiştir. Biyoklimatik mimari de, oluşan bu duyarlılığın bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Yapılarda tüketilen enerjinin, toplam enerji tüketimindeki payı %40 olduğu düşünüldüğünde, biyoklimatik mimarinin enerji ve çevre konularındaki sorunlara çözüm olma potansiyelinin çok yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

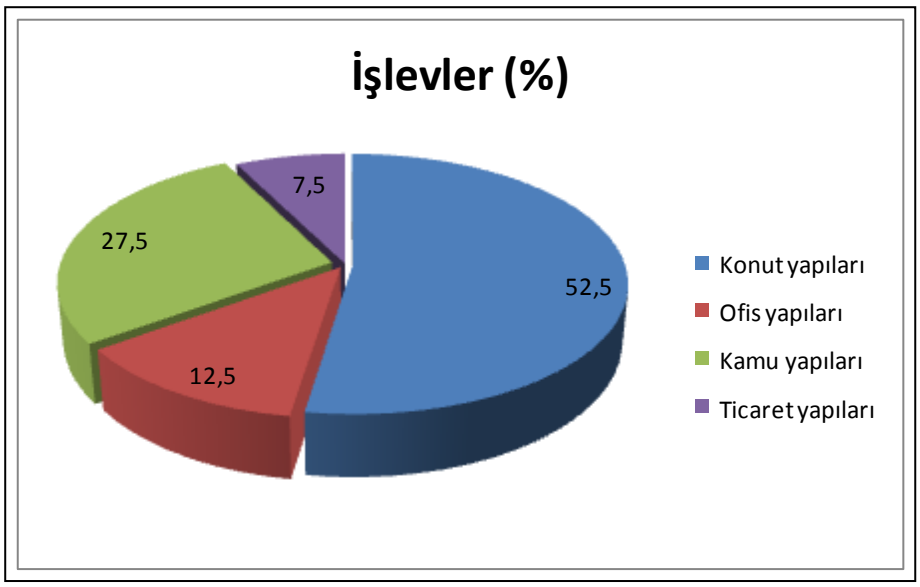
Biyoklimatik mimarinin gelişimi ile birlikte Yunanistanda yapılmış olan biyoklimatik uygulamaların incelendiği bu çalışmada, bir ülkenin biyoklimatik mimari profili ortaya koyulmuştur. Çalışmada incelenen 40 yapıya ilişkin biyoklimatik uygulamalar, biyoklimatik mimariye etki eden parametreler çerçevesinde incelenmiş ve bunun sonucunda ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Öncelikle biyoklimatik yapılar, bulundukları iklim bölgesine göre, işlevlerine göre, fiziksel ve yapılı çevreye ilişkin parametrelere uygunluklarına göre ve ısıtma, soğutma ve aydınlatmada kullanılan edilgen yöntemlere göre sınıflandırılmışlardır.

Yapılan çalışma sonuçlarına göre biyoklimatik yaklaşımların, Yunanistan iklim bölgelerine göre dağılımına bakıldığında, Ege Bölgesi'nde 27, Kuzey Yunanistan Bölgesi'nde 7, Dağlı Yunanistan Bölgesi'nde 5 ve İon Bölgesi'nde 1 yapı tespit edilmiştir. Bu dağılım yüzde olarak hesaplandığında ise Grafik 7.1.'deki sonuçlar elde edilmektedir. Sonuçların nedenlerini incelediğimizde de, en önemli etkenin nüfüs yoğunluğu olduğunu söylemek mümkündür.



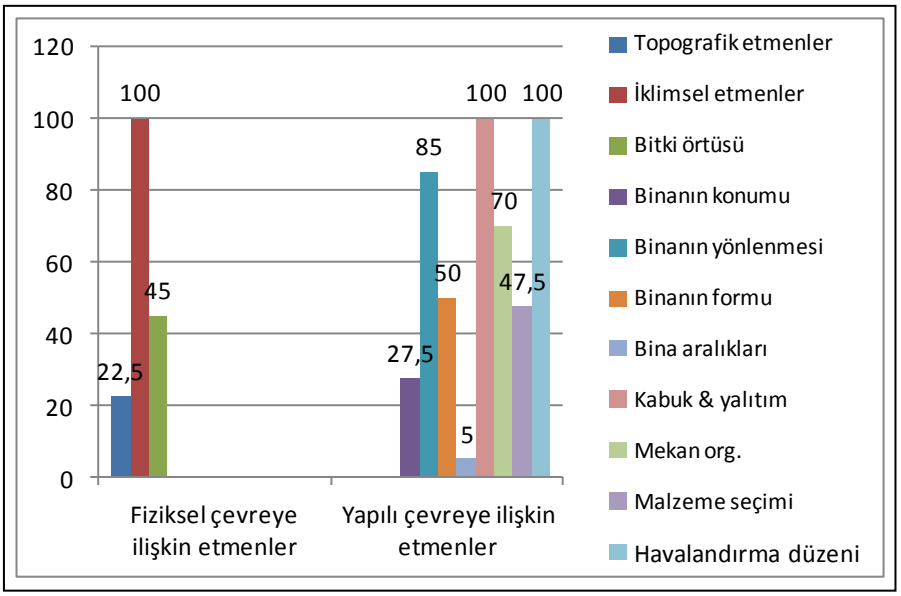
Grafik 7.1. Biyoklimatik uygulamaların Yunanistan iklim bölgelerine göre dağılımı

İncelenen biyoklimatik yaklaşımlar işlevlerine göre sınıflandırıldığında ise, konut yapıları 21, ofis yapıları 5, kamu yapıları 11 ve ticaret yapıları 3 adet olarak tespit edilmiştir. Bu rakamlar yüzde olarak ise Grafik 7.2.'de verilmiştir. Biyoklimatik mimarinin konut yapılarında yüksek oranda tercih edilmesinin nedeni ise, konut yapılarının nicelik bakımından daha çok olması ve gün içinde diğer yapılara göre daha fazla zaman geçirilmesi gösterilebilir.



Grafik 7.2. Biyoklimatik uygulamaların işlevlere göre dağılımı

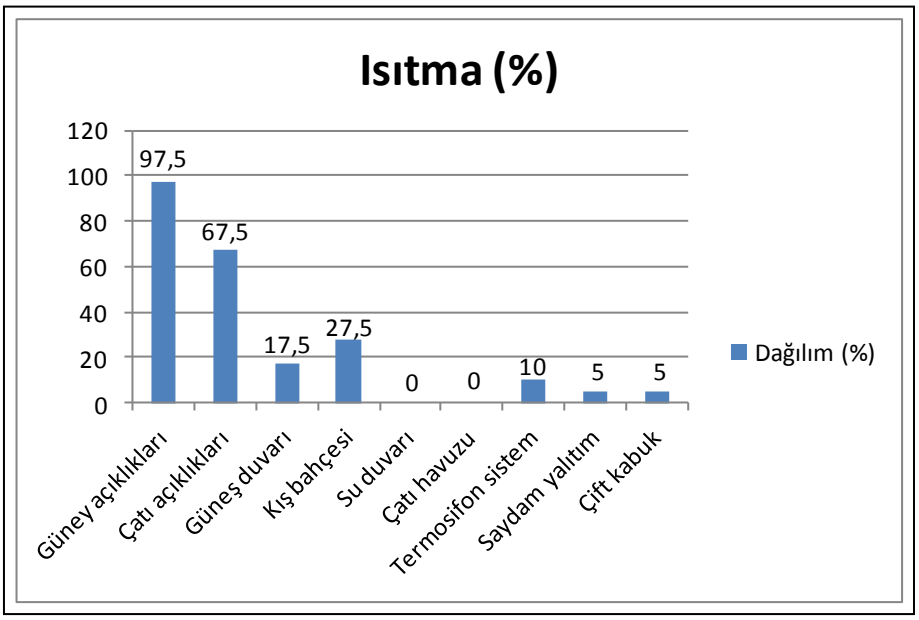
Yapılar fiziksel ve yapılı çevreye ilişkin parametreler açısından değerlendirildiğinde, 40 yapı arasından topografik parametrelerin 9, iklimsel parametrelerin 40, bitki örtüsünün 18, binanın konumunun 11, binanın yönlenmesinin 34, bina formunun 20, bina aralıklarının 2, kabuk ve yalıtımın 40, mekan organizasyonunun 28, malzeme seçiminin 19 ve havalandırma düzeninin 40 adet yapıda dikkate alındığı görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, grafik 7.3. te yüzde olarak ifade edilmişlerdir.



Grafik 7.3. Fiziksel ve yapılı çevreye ilişkin parametrelerin değerlendirilmesi (%)

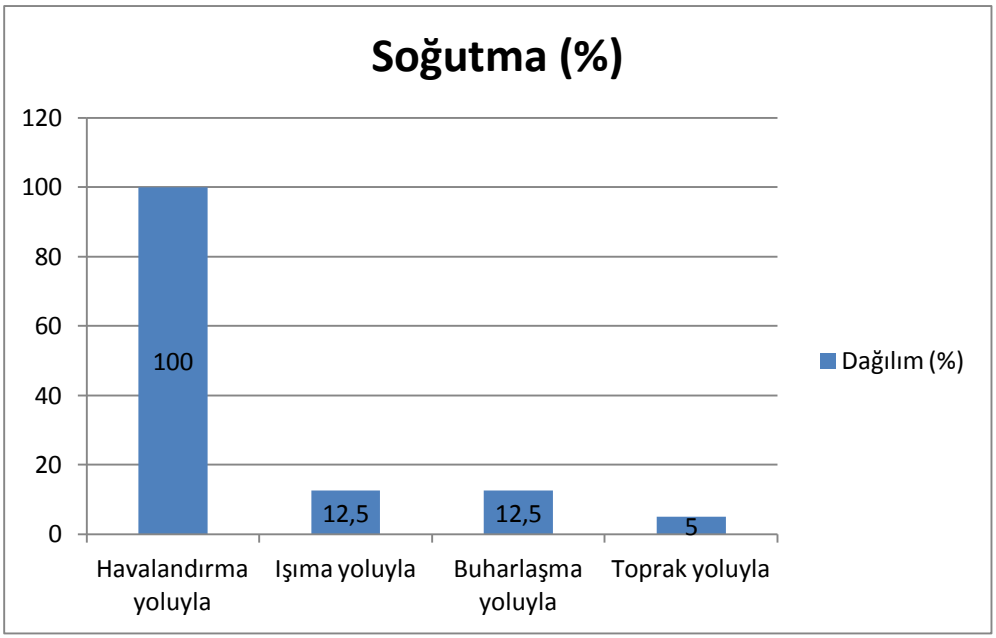
Elde edilen sonuçlardan anlaşılacağı gibi, fiziksel çevreye ilişkin parametrelerden iklimsel parametrelerin etkisi yüksektir. Diğer parametrelerin etkisi arazi şartlarına bağlı olarak daha düşüktür. Yapılı çevreye ilişkin parametreler arasında, kabuk-yalıtım, havalandırma düzeni ve binanın yönlenmesi gibi parametrelerin etkisi uygulama kolaylığına bağlı olarak daha yüksektir.

İncelenen yapılarda kullanılan pasif yöntemler ısıtma, soğutma ve aydınlatma başlıkları altında değerlendirilmiştir. Isıtmada kullanılan pasif yöntemlerden güney açıklıkları 39, çatı açıklıkları 27, güneş duvarları 7, kış bahçesi 11, termosifon sistemler 4, saydam yalıtım 2 ve çift kabuk 2 adet yapıda uygulanmıştır. Su duvarı ve çatı havuzu ise hiçbir yapıda kullanılmamıştır. Bunun nedeni olarak da uygulama zorluğu ve estetik kaygılar gösterilebilir.



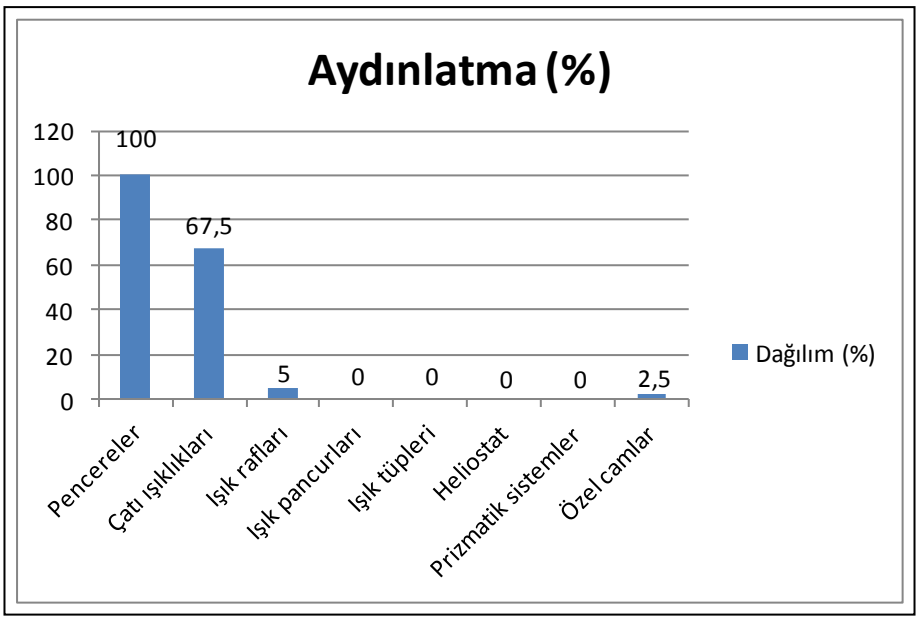
Grafik 7.4. Isıtmada kullanılan edilgen yöntemlerin kullanım oranları

İncelenen yapılar arasında soğutmada kullanılan pasif yöntemlerden, havalandırma yoluyla 40, ışıma yoluyla 5, buharlaşma yoluyla 5 ve toprak yoluyla 2 adet yapıda yararlanılmıştır. Oranlara bakıldığında uygulama kolaylığı olan havalandırma yoluyla soğutma yönteminin diğer yöntemlere göre daha çok tercih edildiği görülmektedir (Grafik 7.5).



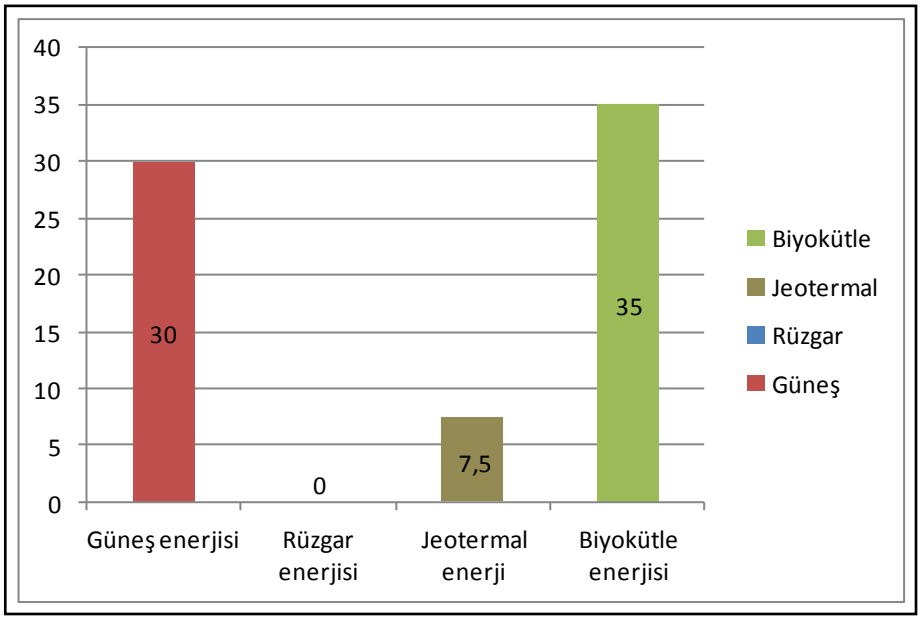
Grafik 7.5. Soğutmada kullanılan edilgen yöntemlerin kullanım oranları

İncelenen yapılar arasında aydınlatmada kullanılan pasif yöntemlerden, pencereler 40, çatı ışıklıkları 27, ışık rafları 2 ve özel çamlar 1 adet yapıda tercih edilmiştir. Işık panjurları, ışık tüpleri, heliostat ve prizmatik sistemler gibi pasif yöntemler ise hiçbir yapıda kullanılmamıştır. Bu yöntemlerin teknolojik gelişmeler açısından henüz yaygın hale gelmemesi olabilir.



Grafik 7.6. Aydınlatmada kullanılan edilgen yöntemlerin kullanım oranları

Biyoklimatik mimaride güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisinden aktif yöntemlerle yararlanmak mümkündür. İncelenen yapılar arasında yenilenebilir enerji kaynaklarından etken olarak yararlanmada güneş enerjisinden 12, jeotermal enerjiden 3 ve biyokütle enerjisinden 14 adet yapıda yararlanılmıştır. Rüzgar enerjisinden ise hiçbir yapıda etken olarak yararlanılmamıştır. Sonuçlar, Grafik 7.7'de yüzde olarak ifade edilmiştir.



Grafik 7.7. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranları (%)

Çalışma kapsamında incelenen 40 adet yapıda uygulanan biyoklimatik yaklaşımlar, Yunanistan'daki biyoklimatik mimari profilinin ortaya çıkarılması amacıyla incelenmiştir. Bu kapsamda, Yunanistan iklim şartlarında biyoklimatik mimarinin bölgelere göre yoğunluğu, tasarımda fiziksel ve yapılı çevre parametrelerin dikkate alınma durumu, ısıtma, soğutma ve aydınlatmada kullanılan pasif yöntemlerin kullanım oranları ile yapılarda aktif olarak yararlanılan yenilenebilir enerji kaynakları değerlendirilmiştir. İncelenen her biyoklimatik yapı ile ilgili veriler, Ek-A ve Ek-B'de ayrıntılı olarak verilmektedir.

Bu çalışma mimari uygulamalarda enerji verimli binaların oluşturulmasında biyoklimatik yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır. Dünyanın temel sorunlarının kaynağı olan enerji konusunda yapılan bu çalışmaların önemi büyüktür. Ülke bazında enerji tüketim payına sahip her sektör kendi alanı ile ilgili çalışmalarında enerjiye dönük iyileştirmelerle katkı sağlayarak bu konunun önemine dikkat çekmektedir. Ayrıca yapılan bu çalışmanın diğer ülke potansiyellerine ve iklim koşullarına bağlı olarak değerlendirilebilmesi de mümkündür.

KAYNAKLAR

[1] Υ.ΠΕ.Κ.Α., ***"Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)"***, Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre ve Enerji Denetimi Özel Sekreterliği, Enerji Denetimcileri Özel Şubesi, Genelge, Atina, 2001

[2] Kartal, S., ***"Güneş Mimarisi Elemanlarının Isıl Verimlerinin Türkiye İklim Şartları ve Yapı Konstrüksüyonları İçin Hesaplanması"***, Trakya Üniversitesi, F.B.E. Doktora Tezi, Edirne, 2009

[3] Kısa Ovalı, P., ***"Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematiğinin Oluşturulması(Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi)"***, Trakya Üniversitesi, Doktora Tezi, 2009

[4] Mantziou, L., ***"Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα"***, ΕΡΓΟΝ IV Εκδόσεις Αρχιτεκτονικών Βιβλίων, Atina, 2009

[5] Tombazis, A., ***"Οικολογική Σκέψη & Αρχιτεκτονική"***, Εκδοτικός Οίκος Μέλισσα, 2010

[6] Zafeiropoulos, A., ***"Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίου με Βιοκλιματικά Κριτήρια"***, Patra Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Diploma Tezi, Patra, 2011

[7] Axarli, K., ***"Γενικές Αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού"***, Τ.Ε.Ε. Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Selanik, 2009

[8] Tzika, B., ***"Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα Κατοικιών στην Αειφόρο Δόμης. Αξιολόγηση Συνεισφοράς Ηλιακών Συλλεκτών σε Συμβατικό Σύστημα Θέρμανσης σε Μικρή Ανεξάρτητη Κατοικία στην Ελλάδα"***, Makedonya Üniversitesi, İşletme Yönetimi ve Organizasyonu Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2008

[9] www.prooikein.gr

[10] Chrisomallidou, N., ***"Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων"***, ΚΤΙΡΙΟ Dergisi, sayı:136, s.31, 2001

[11] Lazari, E., A., ***"Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων στην Ελλάδα"***, ΚΤΙΡΙΟ Dergisi, sayı:146, s.45, 2002

[12] Μαρουλάς, Β., ***"Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμου – Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική & Εξοικονόμηση Ενέργειας"***, Κτίριο Εκδόσεις Ε.Π.Ε., Selanik, 2011

[13] Aravantinos, D., ***"Κλίμα & Βιοκλιματική Αρχιτεκτονκή"***, ΚΤΙΡΙΟ, Αρχιτεκτονική & Ενέργεια, Τεχνικές Σελίδες, 2009

[14] Argiraki, M., ***"Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Ηλιακά Παθητικά Συστήματα και Άλλες Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Κτηριακό Τομέα"***, Ε.Μ.Π. Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας, Diploma tezi, Atina, 2008

[15] Siampekou , C., ***"Λειτουργική και Αισθητική Ένταξη Συστημάτων Αξιοποίησης της Ηλιακής Ενέργειας στα Κτίρια"***, Patra Üniversitesi, Pozitif Bilimler Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Diploma Tezi, Patra, 2005

[16] Özmehmet, E., ***"Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Modeli Önerisi"***, Dokuz Eylül Üniversitesi, F.B.E. Doktora Tezi, İzmir, 2005

[17] Özlüer, F., ***"Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomi Politiği"***, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Bülten 51, Haziran 2007, Ankara

[18] Karaman, A., ***"Urban Design Aspects of Turkish Town"***, University of Maryland, School of Architecture, Studio Lectures, s:25-33, 1995

[19] Koçlar Oral, G., ***"Güneş Enerjisi ve Yapı"***, TMMOB Mimarlar Odası Diyarbakır Şubesi, diyarch bülten, s. 8-20, 2010

[20] Yılmaz, Z., ***"Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji"***, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği, Kongresi, İzmir, 2005

[21] Öngel, K., Mergen, H., ***"Isıl Konfor Parametrelerinin İnsan Vücudundaki Etkilerine Yönelik Literatür Taraması"***, S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi, sayı: 16(1), s.21-25, 2009

[22] Atılgan, İ., Ataer, E., ***" Isıl Konfor Analizinin Uygulanması"***, IX.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sempozyum Bildirisi, İzmir, 2009

[23] Hayta Beyazıt, A., ***"Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi"***, Ticaret ve Turizm Eğitim Dergisi, sayı:1, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 2007

[24] Öz, E., Özbaş, E., Dündar, R., ***"Vakum Tüplü Güneşli Su Isıtma Sistemi ile Standart Düz Kollektörlü Güneşli Su Isıtma Sistamlerinin Performans ve Verimlerinin Deneysel Olarak Karşılaştırılması"***, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – İzmir, 2007

[25] Sayın, S., ***"Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları"***, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya, 2006

[26] Çakmak, G., Yıldız, C., ***"Türbülans Etkisi Artırılmış Genişletilmiş Yüzeyli Havalı Güneş Kollektörlerinde Verim Analizi",*** Fırat Ünivarsitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, sayı: 20(4), s. 641- 648, Elazığ, 2003

[27] Görgün, T., ***"Yenilenebilir Enerjiler ve Teknolojileri",*** İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, 2009

[28] ΚΤΙΡΙΟ, ***"Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμου – Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική & Εξοικονόμηση Ενέργειας"***, Κτίριο Εκδόσεις Ε.Π.Ε., Selanik, 2011

[29] www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

[30] www.bilgiustam.com/ruzgar-enerjisi-nedir-nasil-calisir

[31] Çalışkan, S., ***"Jeotermal Enerji",*** Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bitirme Projesi, İzmir, 2007

[32] Şenpınar, A., Gencoğlu, T., ***"Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılmaları"*** , Doğu Anadolu Bölgeleri Araştırmaları, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 2007

[33] www.limitsizenerji.com/temel-bilgiler/jeotermal-enerji

[34] Göksal Özbalta, T., ***"Mimari, Güneş ve Teknoloji İlişkisi"*** , Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

[35] Bozdoğan, B., ***" Mimari Tasarım ve Ekoloji "*** ,Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi , 2003

[36] www.solarwall.com.tr/urunler/solarwall-hava-isitna/nasil-calisir.php

[37] www.kucukevim.wordpress.com/tag/gunes-duvari

[38] Yeşildal Genç, B., B., Koçlar Oral, G., ***"Mimarlikta Saydam Yalıtım Uygulamaları"***, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Anabilim Dalı s.2-5

[39] www.architectural.com

[40] Göksal, T., ***"Güneş ve Mimari Bağlamında Enerji Korunumlu Cephe Kuruluşlarında Isıl Davranışların Deneysel Araştırılması"***, Proje No:980 207, Anadolu Üniversitesi, Eskisehir, 2000

[41] Boduroğlu, Ş., ***" Akıllı Binalarda Enerji Etkin Cephe Tasarımı "***, V. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 15-16 Nisan 2010, D.E.Ü. Mimarlık Fakültesi, Buca-İzmir, s.5-6, 2010

[42] Çakmanus, İ., ***"Binalarda Pasif Soğutma Sistemlerinin Tasarım Kriterleri"***, Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayı: Kasım-Aralık, s.22-28, 2001

[43] Çakmanus, İ., Böke,A., ***"Binaların Güneş Enerjisi ile Pasif Isıtılması ve Soğutulması"***, Yapı Dergisi, sayı: 235, s.83, Haziran 2001

[44] Ali, C., Say Özer, Y., ***" Sıcak İklimlerde Bina İçi İklimlendirme için Geleneksel Bir Sistem:Rüzgar Bacalari"***, X.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, s.2194, İzmir, 13-16 Nisan 2011

[45] Givoni, B., ***"Passive and Low Energy Cooling of Buildings "***, John Wiley & Sons, Inc., s. 15, 1994

[46] Moralidis, A., Kazantzidis, I., ***"Εγχειρίδιο Λειτουργίας Κατοικίας"***, Bina Kullanım Kılavuzu(Selanik'te Biyoklimatik Konut), Selanik, 2012

[47] Yener, K. A., ***" Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler"***, VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, s. 232-240, İzmir, 2007

[48] Okutan, H., ***"Gün Işığı İle Aydınlatmanın Temel İlkeleri ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri"***, www.icci.com.tr/2012sunumlar/O23_Hülya_Okutman.pdf

[49]www.3rings.designerpages.com/2010/12/15/brightshelf-light-shelf-brings-light-inside.

[50] www.lightlouver.com

[51] www.zenitenerji.com.tr/trproducts.html

[52]www.new-learn.info/packages/clear/visual/buildings/options/core/mirror_heliostat.htm.

[53] Kutlu, R., ***"Ofislerde Enerji Etkin Aydınlatma Sistemleri"***, İstanbul Kültür Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, İstanbul

[54] www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos

[55] Manav, B., Kutlu, R., Küçükdoğu, M.,Ş., ***"Mimaride Kullanılan Cam TürlerininAydınlatma Açısından İncelenmesi",*** İstanbul Kültür Ünivrsitesi

[56] Tavil, A., ***"Cephe Sistemlerinde Yeni Teknolojiler – Elektrokromik Pencereler"***, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul

[57] www.buildaroo.com/news/article/sage-electrocromic-windows-investment

[58] www.consumerenergycenter.org/home/windows/windows_future.html

[59] Köksal, G., T., Kargın, H., H., ***"Akdeniz'de Suyla Gelen Kültürün ve Mimarinin İzleri"***, İnternational Gazimagusa Symposium, Gazimagusa, 2004

[60] www.panoramio.com

[61] www.greenbelt.gr/gr/solutions

[62] www.emy.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html

[63] www.astakos-news.gr

[63] www.aerologio.gr

[65] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., ***"Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών"***, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 Β΄Έκδοση, Atina, 2012

[66] WWF, ***"Λύσεις για την Κλιματική Αλλαγή, Όραμα Βιωσιμότητας για την Ελλάδα του 2050"***, Επιστημονική Έκθεση του WWF Ελλάς, Atina, 2008

[67] Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., ***"Αναθεώρηση του 2^{ου} Εθνικού Προγράμματος Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου"***, Çevre Bayındırlık ve Planlama Bakanlığı, Atina, 2006

[68] Gavalas, A., ***"ΟΡΙΟ 72 – Βιοκλιματική Πολυκατοικία στη Γλυφάδα"***, KTIPIO Dergisi, Αρχιτεκτονική & Ενέργεια, sayı: 6, 2012

[69] TASARIM, ***"Yunanistan Mimarları-2"***, Tasarım Dergisi sayı:112, s.82, Haziran 2001

[70] Tombazis, A., Bratsanos, N., Kontomixali, E., ***"MUSEUMS - Archeological Museum of Delphi, Greece"***, European Commision Directorate – General Energy and Transport, 2004

[71] Tombazis, A., ***"ΑΒΑΞ Α.Ε. Κτίριο Γραφειών"***, Μελετιτική – Γραφείο Μελετών Αλέξανδρου Ν. Τομπαζή Ε.Π.Ε., THERMIE/EC-2000, 1998

[72] Tombazis, A., ***"Papageorgiou Foundation General Teaching Hospital Thessaloniki – Greece – Abbreviated Final Report"***, Meletitiki – A. N. Tombazis and Associates Architects, Ltd., Athens, 1995

[73] www.papageorgiou-hospital.gr

[74] Κ.Α.Π.Ε., ***"Βιοκλιματικό Κτίριο Γραφειών Χαμηλής Ενεργειακής Κατανάλωσης"***, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Atina, 2001, www.cres.gr/kape/pdf/download/bioklimatic.pdf

[75] Lazari, E., A., ***"Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής"***, Κ.Α.Π.Ε.(CRES) ALTENER, 2002

[76] www.pmakridis.com

[77] Κ.Α.Π.Ε., ***"Κατοικία στη Λάρισα"***, Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας, 2012, www.cres.gr/energy-saving/efarmoges_larisa.htm.

[78] GEM Architects, ***"Βιοκλιματική Κατοικία στην Παιάνια"***, ΚΤΙΡΙΟ Dergisi, Αρχιτεκτονική & Ενέργεια, sayı: 6, 2012

[79] Bergas, K., ***"Βιοκλιματική Κατοικία στην Παιάνια"***, ΚΤΙΡΙΟ Dergisi, Αρχιτεκτονική & Ενέργεια, sayı: 6, 2012

[80] Κ.Α.Π.Ε., ***"Συγκρότημα Βιοκλιματικών Κατοικιών στην Καλαμάτα"***, Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας, 2012, www.cres.gr/energy-saving/efarmoges_kalamata.htm.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	:	11.07.1982
Doğum yeri	:	Yunanistan – Gümülcine
İlkokul	:	1988-1994 Kırmahalle İlkokulu – Gümülcine
Ortaokul - Lise	:	1994 – 2000 Kadıköy İmam Hatip Lisesi - İstanbul
Lisans	:	2000 – 2006 Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	:	Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı

EKLER DİZİNİ

EK A. Yapılı ve Fiziksel Çevreye İlişkin Parametreler

EK B. Yapılarda Kullanılan Pasif ve Aktif Yararlanma Yöntemleri

EK-A Yapılı ve Fiziksel Çevreye ilişkin Parametreler

YAPIYA İLİŞKİN ÖZELLİKLER			FİZİKSEL ÇEVREYE İLİŞKİN PARAMETRELER			YAPILI ÇEVREYE İLİŞKİN PARAMETRELER								İÇ MEKAN VE KULLANICILARA İLİŞKİN PARAMETRELER
YAPILAR	İşlev	İklim bölgesi	Topografik parametreler	İklimsel parametreler	Bitki örtüsü	Binanın konumu	Binanın yönlenmesi	Binanın formu	Binanın aralıkları	kabuk & yalıtım	Mekan organizasyonu	Malzeme seçimi	Havalandırma düzeni	
6.1 İraklio'da Biyoklimatik "Akıllı" Ev	Konut	Ege		+	+		+	+		+			+	+
6.2 Kifisia'da Çift Konut	Konut	Ege	+	+	+		+	+		+	+		+	+
6.3 Palania'da Enerji Etkin ve Akıllı Ev	Konut	Ege		+		+	+			+	+	+	+	+
6.4 Glyfada'da Biyoklimatik Apartman "OPIO 72"	Konut	Ege	+	+	+	+	+			+	+		+	+
6.5 Amarousio'da Ofis Binası	Ofis	Ege		+		+	+	+		+	+	+	+	+
6.6 Delfi Müzesi'nin Biyoklimatik Yenilemesi	Kamu	Dağlık		+			+			+	+	+	+	+
6.7 Attikî'de Biyoklimatik Şaraphane	Ticaret	Ege		+			+	+		+	+	+	+	+
6.8 ABAX Ofis Binası	Ofis	Ege		+	+		+	+		+	+	+	+	+
6.9 Ambelokipous'ta Biyoklimatik Ofis Binası	Ofis	Ege		+	+		+	+		+	+	+	+	+
6.10 Papageorgiou Vakfı Eğitim Hastanesi	Kamu	Kuzey	+	+			+	+		+	+		+	+
6.11 Selanikte Biyoklimatik Konut	Konut	Kuzey		+	+		+			+			+	+
6.12Kifisia'da Biyoklimatik Yapı Kompleksi	Ofis	Ege		+	+	+		+	+	+	+		+	+
6.13 K.A.Π.E Biyoklimatik Ofis Binası	Ofis	Ege		+			+			+		+	+	+
6.14 Ksanthi'de Biyoklimatik Konut	Konut	Kuzey		+	+	+	+	+		+	+		+	+
6.15 Andro'da Biyoklimatik Okul Binası	Kamu	Ege		+			+			+			+	+
6.16 Trikala Adliye Konağı'nın Genişletilmesi	Kamu	Dağlık		+			+	+		+	+	+	+	+
6.17 Attiki Korusunda Biyoklimatik Konut	Konut	Ege		+	+		+			+	+		+	+
6.18 Selanik'te Yapı Ürünleri Alışveriş Merkezi	Ticaret	Kuzey		+				+		+	+		+	+
6.19 Malesina'da Biyoklimatik Konut	Konut	Ege		+			+			+			+	+
6.20 Atina Ambelokipous'ta Güneş Evi	Konut	Ege		+			+	+		+	+	+	+	+
6.21 Filothei'de 3 Katlı Konut	Konut	Ege		+	+		+	+		+	+	+	+	+
6.22 Larisa'da Biyoklimatik Konut	Konut	Ege		+						+		+	+	+
6.23 Atina'da İşçi Evlerinin Yenilenmesi	Konut	Ege		+						+			+	+
6.24 Palania'da Biyoklimatik Ev	Konut	Ege		+	+		+	+		+	+	+	+	+
6.25 Anatolia Koleji'nin Yenilenmesi	Kamu	Kuzey		+				+		+	+	+	+	+
6.26 Santorini'de Biyoklimatik Konut	Konut	Ege	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+
6.27 Stymfalia'da Doğa Müzesi	Kamu	Dağlık	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+
6.28 Dorida Dağları'nda Yazlık Konut	Konut	Dağlık	+	+			+	+		+	+	+	+	+
6.29 Pirea 12. Anaokulu	Kamu	Ege		+		+	+			+	+		+	+
6.30 Sxolnia'da Triplex Konut	Konut	Ege	+	+	+		+			+	+	+	+	+
6.31 Otizm'le Mücadele Merkezi "Perivolaki"	Kamu	Ege	+	+			+	+		+	+	+	+	+
6.32 Kifisia'da Konut	Konut	Ege		+	+	+	+			+	+		+	+
6.33 Adamades'te Biyoklimatik Apartman	Konut	Ege		+	+		+			+	+		+	+
6.34 Kalamata'da 120 Güneş Evi	Konut	İon		+	+	+	+		+	+			+	+
6.35 Selanik Arkeoloji Müzesi	Kamu	Kuzey	+	+			+	+		+	+		+	+
6.36 Patra'da Arsakeia Okulu	Kamu	Dağlık		+	+	+	+			+	+		+	+
6.37 Ulusal Teknik Üniversite Derslikleri	Kamu	Ege		+	+		+			+			+	+
6.38 Trikala'da Biyoklimatik Konut	Konut	Kuzey		+						+			+	+
6.39 Attiki'de Ofis & Depo	Ticaret	Ege		+	+		+			+		+	+	+
6.40 Filothei'de Biyoklimatik Konut & Ofis	Konut	Ege		+			+			+			+	+

EK-B Pasif ve Aktif Yararlanma Yöntemleri

YAPILAR	PASİF YÖNTEMLER																					AKTİF YÖNTEMLER			
	ISITMA									SOĞUTMA				AYDINLATMA											
	Güney açıklığı	Çatı açıklığı	Güneş duvarı	Kış bahçesi	Su duvarı	Çatı havuzu	Termosifon sistem	Saydam yalıtım	Çift kabuk cephe	Havalandırma yoluyla	Işıma yoluyla	Buharlaşma yoluyla	Topraklı soğutma	Pencereler	Çatı ışıklıkları	Işık rafları	Işık perjuarları	Işık tüpleri	Heliostat	Prizmatik sistemler	Ötesi camlar	Güneş enerjisi	Rüzgar Enerjisi	Jeotermal enerji	Biyokütle Enerjisi
6.1 İrakliо'da Biyoklimatik "Akıllı" Ev	+	+		+						+		+		+	+							+		+	+
6.2 Kifisia'da Çift Konut	+	+								+	+			+	+										+
6.3 Paiania'da Enerji Etkin ve Akıllı Ev	+									+				+								+			+
6.4 Biyoklimatik Apartman"OPIO 72"	+									+				+								+			+
6.5 Amarousio'da Ofis Binası	+	+								+				+	+										
6.6 Delfi Müzesi'nin Biyoklimatik Yenilenmesi	+	+								+				+	+										
6.7 Attiki'de Biyoklimatik Şaraphane	+	+								+				+	+										
6.8 ABAX Ofis Binası	+									+				+							+	+			
6.9 Ambelokipous'ta Biyoklimatik Ofis Binası	+	+								+		+		+	+										
6.10 Papageorgiou Vakfı Eğitim Hastanesi	+	+								+				+		+									
6.11 Selanikte Biyoklimatik Konut	+	+		+					+	+			+	+	+							+		+	+
6.12Kifisia'da Biyoklimatik Yapı Kompleksi	+	+								+		+		+	+							+			
6.13 K.A.I.L.E Biyoklimatik Ofis Binası	+	+	+	+			+	+		+				+	+							+		+	
6.14 Ksanthi'de Biyoklimatik Konut	+	+		+						+				+	+										
6.15 Andro'da Biyoklimatik Okul Binası	+	+	+							+				+	+										
6.16 Trikala Adliye Konağı'nın Genişletilmesi	+						+			+				+											
6.17 Attiki Korusunda Biyoklimatik Konut	+			+						+				+											
6.18 Selanik'te Yapı Ürünleri Alışveriş Merkezi	+	+						+		+				+	+										
6.19 Malesina'da Biyoklimatik Konut	+			+						+				+											
6.20 Atina Ambelokipous'ta Güneş Evi	+		+	+						+	+			+											+
6.21 Filothei'de 3 Katlı Konut	+	+	+	+						+	+			+	+							+			+
6.22 Larisa'da Biyoklimatik Konut	+		+	+			+			+	+			+											
6.23 Atina'da İşçi Evlerinin Yenilenmesi	+	+	+	+			+			+	+		+	+	+							+			
6.24 Paiania'da Biyoklimatik Ev	+	+								+				+	+							+			+
6.25 Anatolia Koleji'nin Yenilenmesi	+								+	+				+											
6.26 Santorini'de Biyoklimatik Konut	+									+				+											+
6.27 Symfalia'da Doğa Müzesi	+	+								+				+	+										
6.28 Dorida Dağları'nda Yazlık Konut	+									+				+											+
6.29 Pirea 12. Anaokulu	+	+								+				+	+	+									
6.30 Sxoinia'da Triplex Konut	+	+								+		+		+	+										+
6.31 Otizm'le Mücadele Merkezi "Perivolaki"	+	+								+				+	+										
6.32 Kifisia'da Konut	+	+								+				+	+										
6.33 Adamades'te Biyoklimatik Apartman	+	+								+				+	+							+			+
6.34 Kalamata'da 120 Güneş Evi	+		+							+				+								+			
6.35 Selanik Arkeoloji Müzesi	+	+								+				+	+										
6.36 Patra'da Arsakeia Okulu	+									+				+	+										
6.37 Ulusal Teknik Üniversite Derslikleri	+	+		+						+				+	+										
6.38 Trikala'da Biyoklimatik Konut	+	+								+				+	+										+
6.39 Attiki'de Ofis & Depo		+								+		+		+	+										
6.40 Filothei'de Biyoklimatik Konut & Ofis	+	+								+				+	+										+