

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKOLOJİK KONUT TASARIMI
KRİTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE İZMİR
İLİ İÇİN BİR TASARIM MODELİ ÖNERİSİ

Erhan SERİN

Ekim, 2011
İZMİR

**EKOLOJİK KONUT TASARIMI
KRİTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE İZMİR
İLİ İÇİN BİR TASARIM MODELİ ÖNERİSİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Bölümü, Bina Bilgisi Anabilim Dalı**

Erhan SERİN

**Ekim, 2011
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ERHAN SERİN, tarafından YRD.DOÇ.DR. İLKNUR TÜRKSEVEN DOĞRUSOY yönetiminde hazırlanan “EKOLOJİK KONUT TASARIMI KRİTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE İZMİR İLİ İÇİN BİR TASARIM MODELİ ÖNERİSİ” başlıklı tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



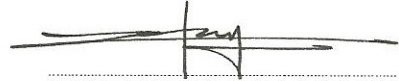
Yrd.Doç.Dr. İlknur TÜRKSEVEN DOĞRUSOY

Yönetici



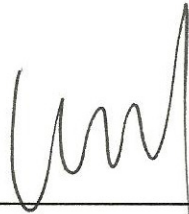
Yrd.Doç.Dr. Hüseyin ALTIN

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Zeynep Tamer

Jüri Üyesi



Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmam boyunca her aşamasında benden desteğini ve bilgi birikimini esirgemeyen ve bu uzun süreçte yolumu bulmakta zorlandığım dönemlerde bana yol gösteren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İlknur TÜRKSEVEN DOĞRUSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Uzakta olmalarına rağmen her zaman arkamda olduklarını hissettiğim aileme, bana bu zorlu süreçte cesaret verip, hep yanımda olan Merve GÜNGÖR'e, bir yandan çalışırken bir yanda yüksek lisans eğitimimi sürdürme şansı veren Hakkı BAYRAKTAR, Kazım UMDULAR ve Erdem ERDOĞAN'a teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca çalışmama olan destek ve katkılarından dolayı İnşaat Mühendisi Musa BORCA ve Makina Mühendisi Kamil DEMİR'e teşekkür ederim.

Erhan SERİN

EKOLOJİK KONUT TASARIMI KRİTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE İZMİR İLİ İÇİN BİR TASARIM MODELİ ÖNERİSİ

ÖZ

Dünya üzerinde tüketilen enerjinin yaklaşık yarısı yapı kaynaklıdır. Yapıların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin azaltılması arayışı sonucunda **“ekolojik yapı”** kavramı ortaya çıkmıştır. Ekolojik bir yapı tasarlayabilmek için yapının gerçekleştirileceği çevre ile ilgili veriler doğru saptanmalı ve uygulanacak ekolojik yaklaşımlar bu bilgiler ışığında seçilmelidir.

Bu tez çalışmasının ilk amacı İzmir ili yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini ve çevre verilerini incelemektir. Bu inceleme kapsamında yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli ve çevre verileri tek bir çalışmada toplanarak bundan sonra yapılacak olan çalışmalara kaynak oluşturması hedeflenmiştir. Çalışmanın ikinci amacı ise yapı kaynaklı enerji tüketiminin büyük bölümünü oluşturan konutların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerini azaltacak, kendi enerjisini kendisi üreten, yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin biçimde kullanan, uygulanabilir bir ekolojik konut modeli önermektir.

Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın ilk bölümünde çalışmanın yöntemi, kapsamı, amacı ve önemi anlatılmıştır. İkinci bölümde çevre, enerji, ekoloji ve sürdürülebilirlik gibi temel kavramlar açıklanarak çevre ve yapı ilişkilerine dikkat çekilmiştir. Üçüncü bölümünde ise açıklanan kavramların ışığında ekolojik mimarlık ilkeleri ele alınmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde; İzmir’deki çevre sorunları ve nedenleri, İzmir ili çevre verileri ve yenilenebilir enerji kaynakları analiz edilmiş, bu analiz doğrultusunda **ekolojik mimarlık ilkeleri** İzmir ili özelinde incelenmiş ve örnek konut tasarım modelinin geliştirilmesi için bir çalışma alanı belirlenmiştir.

Ortaya konulan kriterler ve verilerin değerlendirilmesi sonucunda İzmir’in Seferihisar ilçesi ekolojik kaynaklar açısından en potansiyelli alan olarak belirlenmiş, çalışma alanı burada seçilerek, alan üzerinde uygulanabilir bir konut modeli önerilmiş ve maliyet hesapları ile birlikte sunulmuştur.

Çalışmanın son bölümü olan “Sonuç” bölümünde önerilen konut modelinde yer alan aktif sistemlerin yapı maliyetindeki oranları ve geri dönüş süreleri ele alınmış, değerlendirme ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Ekolojik mimarlık, ekolojik konut, tasarım modeli, maliyet analizi

RESEARCH OF THE CRITERIA OF ECOLOGICAL HOUSE DESIGN AND PROPOSAL OF A DESIGN MODEL FOR İZMİR

ABSTRACT

About the half of the energy consumed in the world is structure-borne. As a result of searching for decreasing the negative effects of the structures on environment and human health, the term of **‘ecological building’** emerged. In order to design an ecological building, the data about the environment, where the structure to be built, should be detected correctly and ecological approaches to be applied should be selected in the light of this information.

First aim of this thesis study is to examine the potential of renewable energy sources and environment data of İzmir. In the scope of this research, it’s aimed to form a reference for the further studies by gathering the potential of renewable energy sources and environmental data together in one study. The second aim of the study is to propose an applicable ecological house model which will decrease the negative effects of the buildings that form the majority of the structure-borne energy consumption on environment and human health, produce its own energy and use the renewable energy sources effectively.

In the direction of these aims, in the first chapter of the study, the method, scope, aim and importance of the study are explained. In the second chapter, the relationships between environment and buildings are pointed out by disclosing the basic terms like environment, energy, ecology and sustainability. In the third chapter, in the light of the terms disclosed, the principles of ecological architecture are discussed. In the fourth chapter of the study, the environmental problems in İzmir and their causes, the environmental data of İzmir and the renewable energy sources are analyzed and in the line with this analysis, the principles of ecological architecture are examined specifically basing on İzmir and a study field is determined to develop the sample of house design model.

As a consequence of criteria presented and evaluation of the data, Seferihisar district of İzmir is determined to be the place with the highest potential for the ecological resources and by selecting this place to be the study field, an applicable house model has been proposed on the field and it's submitted with cost accounts.

In “Conlusion”, the last chapter of the study, rates of building costs and recycling period of active systems taking place in the proposed house model, and evaluation and suggestions are presented.

Keywords: Ecological architecture, ecological house, design model, cost account analysis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	vi

BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....1

1.1 Problemin tanımı.....	1
1.2 Çalışmanın amacı ve önemi.....	5
1.3 Çalışmanın yöntemi ve kapsamı.....	5

BÖLÜM İKİ – TEMEL KAVRAMLAR.....7

2.1 Çevre kavramı ve çevre sorunları.....	7
2.1.1 Yapı-Çevre İlişkisi.....	11
2.2 Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir yapı kavramları.....	17
2.3 Ekoloji ve ekolojik mimarlık kavramları.....	21

BÖLÜM ÜÇ – EKOLOJİK MİMARLIK İLKELERİ.....24

3.1 Kaynak ekonomisi.....	25
3.1.1 Enerjinin korunumu.....	25
3.1.1.1 Yapı alanının etkin kullanımı.....	26
3.1.1.2 Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı.....	37
3.1.1.2.1 Güneş enerjisi.....	37
3.1.1.2.2 Rüzgar enerjisi.....	50
3.1.1.2.3 Jeotermal enerji.....	55
3.1.1.3 Etkin malzeme ve ekipman kullanımı.....	59
3.1.1.3.1 Düşük gömülü enerjili malzeme seçimi.....	59
3.1.1.3.2 Enerji tasarrufu sağlayacak malzeme ve ekipman seçimi.....	59
3.1.2 Suyun korunumu.....	60

3.1.2.1 Su tüketiminin azaltılması.....	61
3.1.2.2 Suyun yeniden kullanılması.....	61
3.1.2.3 Su korunumu sağlayan peyzaj tasarımı.....	62
3.1.3 Malzemenin korunumu.....	62
3.1.3.1 Malzeme korunumu sağlayan tasarım.....	63
3.1.3.2 Uygun malzeme seçimi.....	64
3.2 Yaşam döngüsü tasarımı.....	64
3.2.1 Yapım öncesi dönem.....	65
3.2.2 Yapım dönemi.....	66
3.2.3 Yapım sonrası dönem.....	66
3.3 İnsan için tasarım.....	67

BÖLÜM DÖRT – İZMİR İLİ İÇİN EKOLOJİK KONUT

TASARIM MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ.....70

4.1 İzmir ili hakkında genel, coğrafi ve iklimsel bilgiler.....	70
4.2 İzmir ili çevre ve yapı sorunları.....	72
4.3 İzmir ili yenilenebilir enerji kaynakları.....	81
4.3.1 Güneş enerjisi.....	83
4.3.2 Rüzgar enerjisi.....	88
4.3.3 Jeotermal Enerji.....	94
4.4 Ekolojik tasarım kriterlerinin İzmir özelinde incelenmesi.....	96
4.4.1 Enerjinin korunumu ilkesinin İzmir özelinde incelenmesi.....	97
4.4.2 Suyun korunumu ilkesinin İzmir özelinde incelenmesi.....	100
4.4.3 Malzemenin korunumu ilkesinin İzmir özelinde incelenmesi.....	101
4.5 İzmir ili için örnek bir ekolojik konut tasarımı.....	102
4.5.1 Seferihisar hakkında genel, coğrafi ve iklimsel bilgiler.....	105
4.5.2 Çalışma alanının belirlenmesi.....	108
4.5.3 Yapıların çalışma alanına yerleştirilmesi.....	111
4.5.4 Yapı tasarımı.....	113
4.5.5 Yaklaşık yapı maliyetinin hesaplanması.....	128

BÖLÜM BEŞ – SONUÇ132

KAYNAKÇA.....136

EKLER.....142

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Problemin Tanımı

İnsan ve doğa binlerce yıl öncesinden günümüze kadar uzanan bir mücadelenin iki tarafı olmuştur. İlk insandan günümüze, insanlığın en büyük amacı hayatta kalmaktır. Hayatta kalabilmek için doğa şartları ile mücadele ederken, barınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçlarını da doğadan karşılamıştır. Doğa, üreticiler, tüketiciler, ayrıştırıcılar ve doğal çevrenin oluşturduğu hassas bir dengeye sahiptir. Ancak, insanın ürettiği yapay çevre doğanın hassas dengesini her geçen gün daha da zorlamaktadır.

Endüstri Devrimi sonrası büyük bir hızla artan kontrolsüz yapılaşma ve sanayileşme sonucunda doğanın enerji ihtiyacı insanları fosil yakıtlara yöneltmiştir. Fosil yakıtların kolay elde edilebilirliği ve ekonomik olması bu tür yakıtların kullanım sonrası doğal çevreye verdiği zararların göz ardı edilmesine neden olmuştur. Dünyanın varoluş süresi düşünüldüğünde yüz yıl gibi kısa sayılabilecek bir sürede, kömür, petrol vb. fosil yakıtların tüketiminin artması hava kirliliğine, hatta iklimsel değişikliklere yol açmaya başlamıştır. Bugün çevre kirliliğinin en önemli sorunlarından birisi olan karbondioksit emisyonu miktarındaki artışın en büyük nedeni ısıtma, soğutma ve elektrik üretimi amaçlı kullanılan fosil yakıtlardır.

Fosil yakıtlar bilindiği gibi doğal olarak üretilmeyen, oluşumu yüzyıllar süren, sınırlı kaynaklardır. Özellikle 1970’lerde ortaya çıkan petrol krizi ve 1980’lerde ortaya çıkan küresel ısınma gibi sorunlar insanların enerji kaynaklarını ve çevre ile olan etkileşimlerini yeniden gözden geçirmesine neden olmuştur. Yapılan araştırmalar fosil yakıtların bu hızla tüketilmeye devam edilmesi halinde yakın gelecekte tükeneceğini ve dünyanın enerji ihtiyacını karşılayamayacağını göstermektedir. Fosil yakıtlar hızla tükenirken dünyanın enerji ihtiyacı hızla artmaktadır. Dünya ülkeleri bundan 30 yıl öncesine oranla %30 daha fazla enerji

tüketmektedirler. Tahminlere göre 2020 yılında bu ihtiyaç %65, 2050 yılında ise %250 daha fazla olacaktır (Sev, 2009).

Enerji ihtiyacının büyük bir bölümü yapısal gereksinimlerden kaynaklanmaktadır. Yapılar, yapım aşamalarından kullanım ve yıkım aşamalarına kadar çevreleri ile etkileşim halindedir. Bu etkileşim sürecinde yapılar, çevreye ve dolayısı ile insan sağlığına olumsuz etkilere neden olmaktadır. Yapıların çevreye ve insan sağlığına verebileceği olumsuz etkilerden dolayı yapıları tasarlayan mimarların ve mühendislerin üzerlerindeki sorumluluğun farkında olmaları ve bu sorumluluğun bilincinde hareket etmeleri gerekmektedir. Dünya genelindeki enerji tüketiminin yaklaşık %50'si, su tüketiminin ise yaklaşık %42'si bina yapımında ya da binaların kullanım süreçlerinde harcanmaktadır. İnşaat sektöründe tüketilen enerjinin yaklaşık %5'inin yapım aşamasında, %45'inden fazlasının ise kullanım, bakım ve onarım işlemlerinde tüketildiği hesaplanmıştır (Eryıldız, 2003). Yapı kaynaklı enerji ihtiyacında konutlar, sanayi yapılarından sonra en çok enerji tüketen yapı türüdür. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın [ETKB] verilerine göre (2006) Türkiye'de tüketilen yıllık enerjinin %31'i binalarda tüketilmekte olup, binalarda tüketilen elektrik enerjisinin %56'sı konut kaynaklıdır.

Gerek enerji ihtiyaç senaryoları, gerekse de enerjinin sanayileşme ve kalkınma için vazgeçilmez konumuyla bağlantılı olarak artan sera gazları ve küresel ısınma sorunu, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının hızla yaygınlaştırılması gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Gelecekteki enerji sıkıntısının farkına varan gelişmiş ülkeler hedeflerine ulaşabilmek için yenilenebilir enerjinin kullanılmasının önündeki en büyük engel olarak görülen teknolojilerin yüksek maliyetlerini düşürmek, alt yapı eksikliklerini gidermek için ciddi yatırımlar yaparak AR-GE çalışmalarını başlatmışlardır.

Dünyanın ABD'den sonra en büyük enerji tüketicisi konumundaki Avrupa Birliği 2020 yılından itibaren toplam enerji ihtiyacının %20'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamayı hedeflemiştir. Bu hedef içerisinde 2020 yılında elektrik enerjisinin %35'inin, ısı ihtiyacının %25'inin ve ulaşımdaki yakıt ihtiyacının

%10'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi planlanmaktadır. Ayrıca 2060 yılında dünya enerji ihtiyacının %60'ının, yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacağı tahmin edilmektedir (Karadağ, Gülsaç, Ersöz, Çalışkan, 2009).

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan kaçınılmaz yönelim; güneş tarlaları, rüzgar santralleri, jeotermal enerji santralleri ve biyokütle santralleri gibi büyük ölçekli temiz enerji üretim tesislerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Alternatif enerji kaynaklarının yaratılmasının yanı sıra enerji tüketiminin büyük bölümünü oluşturan yapıların enerji ihtiyacını azaltmak üzere **yeşil mimarlık, sürdürülebilir mimarlık,** gibi farklı başlıklarda anılan ve temelinde kaynakların korunumu ilkesini barındıran **ekolojik mimarlık** yaklaşımı doğmuştur. Günümüzde hızla önem kazanan ve fabrikalardan, alışveriş merkezlerine, gökdelenlerden okullara kadar hemen hemen her tür yapıda uygulanmaya başlanan bu yaklaşım, yapı kaynaklı enerji tüketiminin büyük bölümünü oluşturan konutlar için daha da büyük önem taşımaktadır. Konutların yapım, kullanım ve hatta yıkım aşamalarında ihtiyaç duydukları enerjiyi minimuma indirmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının konut tasarımına adaptasyonu ile enerji ihtiyacının tamamını ya da büyük bir bölümünü konutun kendisinin üretmesi fikri, insanın ve doğanın geleceği için gelişmesi ve yaygınlaşması gereken en önemli konulardan bir tanesidir. Doğru tasarım, doğal çevre ile doğru kurulan bir ilişki ve doğru teknolojik destekler ile konvansiyonel enerji kaynaklarını kullanmayan ya da kullanımını minimuma indiren, kendi enerjisini üretebilen, hatta ihtiyacından fazla enerji üreterek bu enerjiyi şebekeye verebilen, üretim sürecinden kullanım sürecine kadar çevreye çok daha az zarar veren yapılar yapılabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması ve ekolojik mimarlık yaklaşımının önem kazanması Türkiye için de acil şekilde gündeme alınması gereken konulardır. Ülkemiz, fosil yakıt kaynakları bakımından fakir bir ülke olmakla birlikte, enerji ihtiyacı bakımından %73 oranında dışa bağımlı olup, doğal gaz, petrol ve kaliteli kömür alımı için her yıl milyarlarca dolar ithalat yapmaktadır (ETBK, 2009). Türkiye'nin, hızla artan enerji ihtiyacı ve enerjide dışa bağımlılık ülke ekonomisine ciddi bir yük getirmesinin yanı sıra enerji kaynağı olarak kullandığımız

fosil yakıtların da tükenmeye başlaması ve çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi şarttır.

Bilindiği üzere Türkiye, başta hidrolik, rüzgar, güneş ve biyokütle olmak üzere önemli miktarda yenilenebilir enerji kaynağına sahiptir. Türkiye, Doğu Karadeniz Bölgesi hariç olmak üzere “güneş ülkesi” niteliğindedir. Dünya güneş kapasitesinin %6,2’si ülkemizdedir. Bu oran Avrupa Birliği ülkelerinin toplam ısı kapasitesinin yaklaşık %50’sinden fazladır. Türkiye yılda 380 milyar kW enerji üretebilecek güneş kapasitesine sahip olup, bu potansiyelinin ne kadarını kullandığı net olarak bilinmemektedir (Karadağ, Gülsaç, Ersöz, Çalışkan, 2009).

Konutlarda güneş enerjisinden faydalanmanın en basit ve ekonomik yollarından birisi olan güneş enerjili su ısıtma sisteminin bile 18 milyon konutun sadece 3,54 milyonunda kullanıldığı tahmin edilmektedir. Ayrıca ülkemizin mevcut hidroelektrik enerjisi potansiyelinin sadece %35’ini, jeotermal enerji potansiyelinin %9,8’ini, rüzgar enerjisi potansiyelinin ise %0,8’ini kullandığı tahmin edilmektedir (Karadağ, Gülsaç, Ersöz, Çalışkan, 2009) .

Ülkemizin ve İzmir’in yapı stokunun büyük bir bölümünü oluşturan ve enerji tüketiminde sanayi yapılarından sonra ikinci sırada yer alan konutların çok büyük bir bölümü mimar-mühendis tarafından projelendirilmemiş, her hangi bir ekolojik kaygı taşımayan, rant sağlamak adına bilinçsizce yapılmış niteliksiz konutlardır. Bu yapılar; aşırı enerji tüketimi, sağlıksız yapılaşma, çevre kirliliği gibi toplumun genelini ilgilendiren sorunlara neden olmaktadır. Ülkemizin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli, her geçen gün artan enerji ihtiyacı ve enerjide dışa bağımlılığı göz önünde bulundurulduğunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve ekolojik yapıların yaygınlaştırılması şarttır.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Önemi

Yukarıda tariflenen problem etrafında bu tez çalışmasının ilk amacı İzmir ili yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini ve çevre verilerini il genelinde ve ilçe bazında incelemektir. Bu inceleme kapsamında yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli ve çevre verileri tek bir çalışmada toplanarak bundan sonra yapılacak olan çalışmalara kaynak oluşturacaktır.

Çalışmanın ikinci amacı ise bu verilerin, mevcut yapı stokunun ve dolayısıyla enerji tüketiminin en büyük bölümünü oluşturan konutların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılabilirliğini incelemek, bu inceleme sonucunda ortaya çıkacak veriler doğrultusunda doğaya ve doğal çevreye saygılı, kendi enerji ihtiyacını minimuma indiren, yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin biçimde kullanan, mimarlığın üç temel kavramı olan işlevsellik, sağlamlık ve estetiği bir arada bulunduran, uygulanabilir bir ekolojik konut modeli önermektir.

1.3 Çalışmanın Yöntemi ve Kapsamı

Yapıların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin azaltılması için tüm dünyada araştırmalar yapılmakta, bu araştırmalar sonucunda çeşitli yöntemler ortaya konulmaktadır. Genel olarak “Ekolojik Yapılaşma Kriterleri” başlığı altında toplanan bu yöntemlerin tamamını tek bir yapı üzerinde uygulamak zordur. Bir yapının tasarımında göz önünde bulundurulacak ekolojik yapılaşma kriterleri, yapının gerçekleştirileceği çevreye ve iklim verilerine göre değişmektedir. Bu nedenle yapının gerçekleştirileceği çevre ile ilgili veriler iyi saptanmalı ve sergilenecek ekolojik yaklaşımlar bilgiler ışığında tercih edilmelidir.

Bu tez, ekolojik tasarım yaklaşımları çerçevesinde çevresel değerlerin ve mekan örgütlenmesinin etkin biçimde planlanmasını ve tasarlanmasını içeren yöntemlerin bir arada ele alınması ve tüm çevresel kaynakların tasarım sürecinde aşama aşama etkin biçimde değerlendirilmesi ilkesi üzerine temellenmektedir. Dolayısıyla İzmir kentindeki alternatif enerji kaynaklarından konut tasarım sürecine entegre

edilebilecek olan güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynakları dikkate alınmıştır. Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü [EİE] tarafından hazırlanmış olan İzmir kentine ilişkin Güneş Atlası ve Rüzgar Atlası gibi kaynak verileri İzmir ilçe haritası ile üst üste çakıştırılarak ilçe bazında analiz edilmiş, en düşük ve en yüksek değerlere göre puanlama sistemi geliştirilerek, ilçeler arasında ortalama puanlardan bir kaynak değerlendirme sistemi tablosu oluşturulmuştur. Bu tablo, ekolojik yapı tasarımı için elverişli alanların seçiminde tasarımcıya rehber oluşturmaktadır.

Geliştirilen alan değerlendirme yöntemi ile öneri tasarım modelinin geliştirilmesi için alternatif enerji kaynaklarının çoklu biçimde değerlendirilmesine olanak tanıyan en elverişli alan puanlama yöntemiyle Seferihisar ilçesi olarak belirlenmiştir. Seferihisar; rüzgar, güneş ve jeotermal gibi başlıca yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyele sahip bir yerleşimdir. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarının ve diğer ekolojik yaklaşımların tasarıma entegre edilme biçimleri “Ekolojik Mimarlık İlkeleri” başlığında ele alınmıştır. Bu bilgiler ışığında tasarımın uygun ilkelere göre şekillenmesi hedeflenmiştir.

İzmir ili ekolojik tasarım kriterlerini belirlemek ve örnek tasarım modelini geliştirebilmek için çalışmanın birinci bölümünde; çevre, çevre sorunları, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir mimarlık, ekoloji, ekolojik mimarlık, enerji ve enerji kaynakları hakkında geniş ve düzenli bir literatür taraması yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde çevre, enerji, ekoloji ve sürdürülebilirlik kavramları açıklanmakta olup, çevre-yapı ilişkilerine genel olarak değinilmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise açıklanan kavramların ışığında ekolojik mimarlık ilkeleri ele alınmakta ve değinilen konular ile çalışmanın amacını oluşturan ekolojik konut tasarım yaklaşımları uygulanmış ekolojik konut örnekleri ile desteklenmektedir. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise İzmir iline ait çevre sorunları ve nedenleri, İzmir ili çevre verileri ve yenilenebilir enerji kaynakları analiz edilmiş, bu analiz doğrultusunda ekolojik yapılaşma kriterleri İzmir ili özelinde incelenmiş ve çalışma alanı belirlenmiştir.

Ortaya konulan kriterler ve veriler doğrultusunda belirlenen İzmir'in Seferihisar ilçesinin Camikebir Mahallesi, Necat Hepkin Caddesi'nde konumlanan alanda uygulanabilir bir konut modeli, tasarım aşamaları ve maliyet hesapları ile birlikte sunulmuştur.

Çalışmanın beşinci ve son bölümü olan "Sonuç" bölümünde ise önerilen tasarım yaklaşımlarının ve aktif sistemlerinin konut modelinin ilk yatırım bedeli ve yatırımın geri dönüş süresine etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca ısı yalıtım hesapları ile bina enerji kimlik belgesi değerlendirmesi ile geliştirilen modelin enerji performansı ölçülmüştür. Çalışma; maliyet değerlendirmeleri, yatırımların geri dönüş süreleri ile ilgili görüş ve öneriler ile tamamlanmıştır.

BÖLÜM İKİ

TEMEL KAVRAMLAR

Yapım aşamasından kullanım ve yıkım aşamasına kadar çevreleri ile etkileşim halinde olan yapılar bu etkileşim sürecinde, çevreyi ve dolayısı ile insan sağlığını olumsuz biçimde etkilemektedir. İzmir ili için öncelikli ekolojik yapılaşma kriterlerini belirlemeyi ve örnek bir tasarım modeli geliştirmeyi amaçlayan bu çalışmada, konunun ele alınışında kullanılan bazı temel kavramların açıklanması önem kazanmaktadır. Bu nedenle de bu bölümde çalışmanın temel kavramları olan çevre, sürdürülebilirlik, ekoloji ve ekolojik mimarlık kavramları çeşitli boyutlarıyla incelenecektir.

2.1 Çevre Kavramı ve Çevre Sorunları

Çevre kısaca; canlı ve cansız varlıklardan ve bu varlıkların birbirleriyle her türlü etkileşimlerinden oluşan fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam olarak tanımlanmaktadır. Canlıyla aynı fiziksel ve kimyasal alanı paylaşan ve canlıyı doğrudan doğruya ya da dolaylı olarak etkileyen tüm diğer canlılar, canlı çevreyi oluştururken, hava koşulları, toprak ve suyun fiziksel-kimyasal özellikleri, güneş ışığının mevsimsel değişimi cansız çevreyi oluşturmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010). Tüm canlılar birbirlerine besin zinciri yoluyla bağlı olup güneş, su, hava ve toprak ile ilişki içerisinde. Canlıların, özellikle de insanların yaşamlarına sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için sağlıklı bir çevreye sahip olmaları gerekmektedir. İnsanın çevreyle olan bu ilişkisi yalnızca biyolojik olarak değil, fiziksel ve ruhsal açıdan da insan sağlığını doğrudan etkilemektedir.

“Doğal çevre” kavramı yani “ekosistem” ise bir alandaki canlı organizmalar ve cansız varlıkların hepsinin birden oluşturduğu sistemdir. Ekolojik anlamda çevre sözcüğü herhangi bir organizma ile ilişkili canlı ve cansız tüm oluşumları kapsamaktadır.

18. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren gerçekleşen hızlı sanayileşme ve düzensiz kentleşme sonucu ortaya çıkan enerji ihtiyacı ve atık miktarındaki artış doğal çevreyi olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Sanayileşmede ilerlemeler kaydedilirken, çevre faktörü düşünülmemesi nedeniyle sosyal yaşamda da değişiklikler olmuş, doğal çevredeki tahribatlar hızla artmıştır (Alkin ve İlkin, 1991). Çevre sorunları ortaya çıktığında, bu durumun sanayileşmenin doğal bir sonucu olduğu ve sorunların sadece bulunduğu bölgeleri etkilediği düşünülmüştür. Bu nedenle çevre sorunları ile ilgili çözüm önerileri de bölgesel olarak düşünülmüştür. Çevre sorunlarının ortaya çıktığı bölge ya da bölgelerde yaşamayan insanlar bu sorunlara ilgi duymadıkları gibi, çözümü konusunda da herhangi bir endişe hissetmemişlerdir.

Çevre sorunlarının insanlık üzerindeki olumsuz etkileri son çeyrek yüzyıllık süreçte daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Daha önceleri su ve hava kirlenmesi olarak görülen ve daha çok sanayi bölgelerinde rastlanan çevre sorunlarının, toksik atıklara, ozon tabakasının incelmesine, bazı canlı türlerini yok ederek tabiattaki biyolojik zenginliğin yok olmasına, iklim değişikliklerine, deniz ve okyanusların kirlenmesine kadar uzandığı görülmüştür. Dünyamız hassas bir ekosisteme sahip olup, global çevre sorunlarının sonuçlarından tüm canlılarla beraber insanlar da etkilenmektedir. Bu nedenle, bu sorunlar sadece meydana çıktıkları yerlerdeki insanları ve çevreyi değil tüm bir ekosistemle birlikte insan sağlığını da tehdit etmektedir.

Çevreyi oluşturan başlıca fiziksel unsurlar, hava, su ve topraktır. Çevre sorunlarının temelini oluşturan çevre kirliliği bu fiziksel unsurlar doğrultusunda; hava kirliliği, su kirliliği ve toprak kirliliği olmak üzere üç ayrı başlıkta ele alınabilir.

Çevre kirliliğinin insanlar üzerinde yarattığı olumsuz etkiler arasında astım, kronik bronşit, kalp ve damar hastalıkları, böbrek rahatsızlıkları, çeşitli kanser vakaları, çeşitli göz hastalıkları, kolera, işitme bozuklukları gibi hastalıklar, saldırgan davranışlar ve stres gibi olumsuz etkiler sayılabilmektedir (Aktan ve Vural, 2004).

Atmosferde toz, duman, gaz, koku ve saf olmayan su buharı şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insanlar ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verebilecek miktarlara yükselmesi, "Hava Kirliliği" olarak nitelenmektedir. Kirli hava, insanlarda solunum yolu hastalıklarının artmasına sebep olmaktadır (Çepel ve Ergün).

Sanayi, endüstri ve ısınmada kullanılan fosil yakıtlar ile ormanların tahribi ve arazi değişmesi sonucu, atmosferdeki karbondioksit miktarının %5 oranında arttığı tespit edilmiştir. Bunun ise küresel ısınmaya yol açabileceği öngörülmektedir.

Su kirliliği, konutlar, endüstri kuruluşları, termik santraller, gübreler, kimyasal mücadele ilaçları, tarımsal sanayi atık suları, nükleer santrallerden çıkan sıcak sular vb. istenmeyen zararlı maddelerin, suyun niteliğini ölçülebilecek oranda bozmalarını sağlayacak miktar ve yoğunlukta suya karışması olayıdır. Bunların hepsi doğrudan doğruya veya dolaylı olarak canlı ve cansız varlıklara zarar vermektedir. Su kirliliği küresel olarak büyük bir sorun olduğu gibi, birçok ölüm ve salgın hastalık olaylarının nedeni olarak görülmektedir. Günde 14,000 insan doğrudan veya dolaylı olarak su kirliliğinin neden olduğu hastalıklar sonucunda yaşamını yitirmektedir (Çepel ve Ergün, b.t.).

Çepel ve Ergün toprak kirliliğini; "Toprağın verim gücünü düşürecek, optimum toprak özelliklerini bozacak her türlü teknik ve ekolojik baskılar ve olaylar", olarak tanımlamaktadır. Toprak kirlenmesi, hava ve suları kirleten maddeler tarafından meydana getirilir. Örneğin, kükürt dioksit oranı yüksek olan bir atmosfer tabakasından geçen yağmur damlacıkları "asit yağışları" halinde toprağa karışarak ağaç köklerini, bitkisel ve hayvansal toprak canlılarına zarar verebilmektedir. Bu zarar sonucunda topraktaki besin maddesi dengesi bozulur ve taban sularını içilmez hale getirir (Çepel ve Ergün, b.t.).

Doğanın temel fiziksel unsurları üzerinde olumsuz etkilerin oluşması ile ortaya çıkan çevre kirliliği, canlıların yaşamsal aktivitelerini olumsuz yönde etkilerken, cansız çevre öğeleri üzerinde de yapısal zararlar meydana getirmektedir. Bu zararlar denge içerisinde olan ekosisteme doğrudan olumsuz etki etmektedir. Dengesi

bozulan ekosistem içerisinde bulunan insanın da bu durumdan etkilenmesi kaçınılmazdır.

Çevre kirliliğinin başlıca nedeni insanın doğal çevreye vermiş olduğu doğrudan ya da dolaylı zararlarıdır. İnsanın yaşamını sürdürürken tükettiği kaynaklar ve bu tüketim sonucunda oluşturduğu atıklar çevre kirliliğinin ana sebeplerini oluşturmaktadır. Hızla artan çevre kirliliğinin en büyük nedenlerinden birisi de yapılarıdır.

2.1.1 Yapı-Çevre İlişkisi

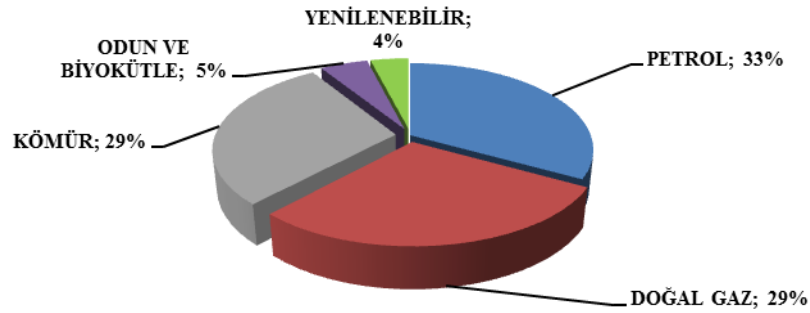
Yapılar yaşam döngüleri boyunca doğa ile etkileşim halindedirler. Yapıda kullanılacak malzemenin hammaddesinin üretilmesinden yapı atıklarının yok edilmesine kadar, tüm aşamalarda doğal kaynakların kullanılması ve doğanın zarar görmesi kaçınılmazdır. Dünya ekonomisi her gün, binalar, fabrikalar ve tarım faaliyetleri aracılığıyla, gezegenimizin 10.000 yılda depoladığı enerjiyi tüketmektedir. Dünya genelinde tüketilen enerjinin %50'si, suyun %42'si bina yapım ya da kullanım süreçlerinde harcanmakta, sera gazlarının %50'si, içme suyundaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ü, hidrokloroflorokarbon [HCFCs] emisyonlarının %50'si yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Eryıldız, 2003). Doğa içerisinde yapay olarak üretilen bir yapının doğaya verdiği tahribatı tamamen ortadan kaldırmamak da, doğru tasarım, doğru malzeme seçimi, doğru yapım ve kullanım süreci, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi ekolojik yaklaşımlarla yapıların doğaya etkilerini minimuma indirmemiz mümkündür.

Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacı yılda ortalama %4, elektrik enerjisi ihtiyacı %8 artmaktadır ve bu enerji ihtiyacının 2006 yılı itibari ile 23.860 ton eşdeğer petrolük [TEP] kısmı bina kaynaklıdır. Bu değer, sanayi, bina, ulaşım ve tarım sektörlerinin toplam enerji ihtiyacının yaklaşık %33'üne denk gelmektedir (Tablo 2.1). Enerji temininde 1990 yılından itibaren gittikçe artan dışa bağımlılık yaşanmaktadır. Enerji ithalatı 2006 yılının sonunda 29 milyar dolarla ihracat gelirlerinin %34'üne ulaşmıştır. 2006 Yılı verilerine göre yerli üretimin tüketimi karşılama oranı %27'dir.

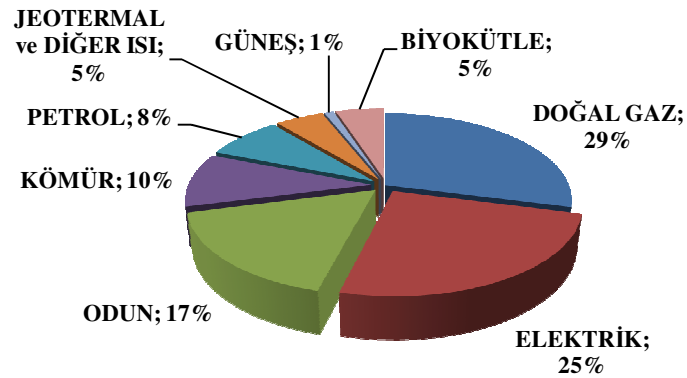
Tablo 2.1 Sektörel enerji talebinin gelişimi (Bin Ton Eşdeğer Petrol) (Makine Mühendisleri Odası [MMO], Oda Raporu 2008)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006
SANAYİ	14542	17372	24501	29358	28282	30996
BİNA	15358	17596	20058	20252	23013	23860
ULAŞIM	8723	11066	12008	13907	13849	14994
TARIM	1956	2555	3073	3314	3359	3610

Sektörel enerji ihtiyacının %33'ü petrol, %29'u doğalgaz ve %29'u kömür gibi konvansiyonel kaynaklar ile karşılanırken, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin oranı yalnızca %4 civarındadır (Şekil 2.1). Isıtma için gerekli enerji ihtiyacının ise %29'u doğalgaz, %25'i elektrik, %10'u ise kömür ile karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ısıtma da kullanımında jeotermal enerji %5, biyokütle enerjisi %5, güneş enerjisi ise yalnızca %1'lik bir orana sahiptir (Şekil 2.2).

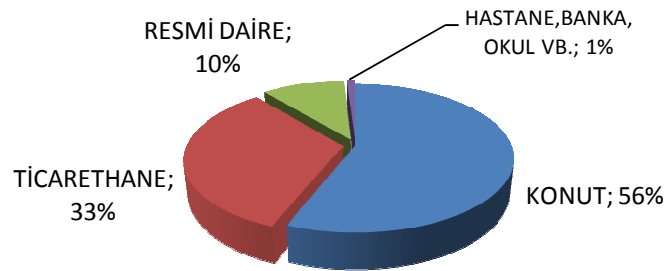


Şekil 2.1 Birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı. (ETBK Enerji Dengesi, 2006)



Şekil 2.2 Isıtma amaçlı enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı. (ETBK Enerji Dengesi, 2006)

Binalarda en çok tüketilen enerji kaynağı olan elektriğin %56'sının konutlarda tüketildiği görülmektedir (Şekil 2.3) (TEDAŞ, 2010). Konutların enerji tüketimindeki bu oranı göz önünde bulundurduğunda ekolojik konut kavramı daha da önem kazanmaktadır. Türkiye'nin, hızla artan enerji ihtiyacı ve enerjide dışa bağımlılığın ülke ekonomisine ciddi bir yük getirmesi, bununla birlikte fosil yakıtların hızla tükenmesi ve çevreye olan olumsuz etkileri, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi zorunlu hale getirmektedir.



Şekil 2.3 Binalarda elektrik kullanımının alt sektörlere göre dağılımı. (TEDAŞ, 2010)

Yapıların enerji tüketiminin ulaştığı boyutlar, yapıların sürdürülebilirliğinin ve enerji tüketimlerinin ölçülebilmesi için çeşitli standartların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu standartlar, yapının bütünü ve yapıda kullanılan malzemeleri birlikte ya da ayrı ayrı ele alırlar. Bazı ülkeler bu standartları sağlayan sürdürülebilir yapılar yapılmasını teşvik etmek için çeşitli vergi indirimleri ve kredi yardımlarında bulunmaktadır. Bu standartlardan başlıcaları; LEED, Energy Star, Breem ve Green Spec'tir.

Yeşil Bina Puanlama Sistemi olarak bilinen LEED (Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating) 1998 yılında Amerikan Yeşil Binalar Konseyi [USGBC] bünyesinde ortaya çıkmıştır. Dünyada otuzdan fazla ülkede uygulanan LEED sertifikasyonu faaliyetine öncelikle yeni binaları değerlendiren bir sistem olarak başlamış daha sonra ise var olan binaların yenilenmesi, ticari iç mekanlar, okullar, hastaneler, konutlar, alışveriş merkezleri ve mahalle planlaması gibi özel alanlarda standartlar geliştirmiş ve bu alanlar için farklı sertifikasyonlar

oluşturmuştur. LEED, her çeşit bina için binanın ömrü boyunca izlenecek yol haritaları sunmaktadır.

1990 Yılı başında Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanmaya başlanan ve daha sonra Avusturalya, Kanada ve Avrupa Birliği ülkeleri gibi ülkelerde de kullanılmaya başlanan Energy Star standartı, yapıda kullanılan malzemeleri ve yapının bütününe değerlendirerek HERS (Home Energy Rating System-Konut Enerjisi Puanlama Sistemi) ile puanlamaktadır. Bu standart ayrıca yapılarda kullanılan elektronik ekipmanları da kapsamaktadır.

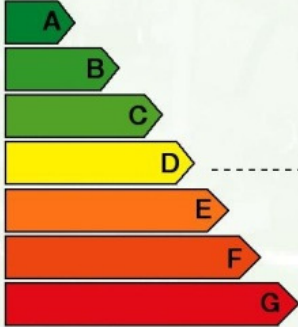
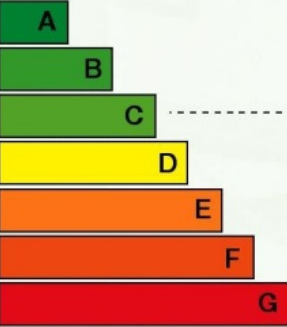
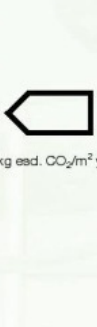
Diğer bir uluslararası sertifikasyon olan BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu olarak bilinen BREEAM 1990'lı yılların başında İngiltere'de geliştirilmiştir. Başta ticari yapılar olmak üzere yapıların çevresel etkilerini azaltmayı amaçlayan değerlendirme sistemi günümüzde 120.000'den fazla yapıyı sertifikalandırmıştır. Yeni yapıların yanı sıra mevcut yapıları da değerlendiren BREEAM'in ekolojik evler, okullar, endüstriyel tesisler, ofisler, sağlık yapıları, alışveriş yapıları, hapishaneler gibi yapıları kapsayan standartları vardır.

Green Spec ise, Building Green kuruluşu tarafından geliştirilen standart yapı bütünü yerine yapıda kullanılan malzemeleri ele almaktadır. Green Spec binlerce yapı malzemesini belirlediği kriterlere göre sıralamaktadır. Yapı ürünlerinin bu listede yer alabilmesi için geri dönüştürülmüş ya da atık malzemeden üretilmiş olması, enerji veya su tasarrufu sağlaması, zehirli atıklara neden olmaması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Ülkemizde ise binaların enerji performansını denetlemeyi amaçlayan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği 5 Aralık 2008 Tarihli ve 27075 sayılı Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın onayı ile resmi gazetede yayınlanmış, 1 Nisan 2010 tarihli 27539 sayılı resmi gazetede de revize edilmiştir. Bu yönetmelik ile yeni yapılacak binalar ve mevcut binalarda ısı yalıtımı uygulamalarının yanında mimari, mekanik, aydınlatma, yenilenebilir enerji kullanımı, kojenerasyon sistemleri gibi diğer

konularda binalarla ilgili uygulamaların değerlendirilmesi ve yönetmeliğin uygulanmasıyla enerji tüketiminin ve CO₂ salınımının azaltılması hedeflenmektedir.

Yönetmelik mevcut ve yeni yapılacak konut, ticari ve hizmet amaçlı kullanılan binaları kapsamakta olup sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen binalar, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan binalar, toplam kullanım alanı 50 m²'nin altında olan binalar, seralar, atölyeler ve münferit olarak inşa edilen ve ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl ve benzeri binalar bu yönetmeliğin kapsamı dışındadır. Yönetmeliğe göre değerlendirilen binalara “Enerji Kimlik Belgesi” verilmesi planlanmaktadır (Şekil 2.4).

ENERJİ KİMLİK BELGESİ																					
Belge No : Bina tipi : İnşaat yılı : Kapalı Kullanma alanı : Ada, Parsel : Adres :		Tarih : Belgeyi Düzenleyen : Oda Sicil No : Belgenin Son Geçerlilik Tarihi : İmza :																			
Mülk sahibi: İsim: Adres:		Müşterek tesisatların sahibi (gerekliyse) İsim: Adres:																			
Enerji tipine göre yıllık tüketimler <table border="1"> <thead> <tr> <th>Enerji Kullanım Alanı</th> <th>Nihai Enerji tüketimleri kWsaat</th> <th>Birincil Enerji tüketimleri kWsaat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Isıtma :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sıhhi sıcak su :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Soğutma :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aydınlatma :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOPLAM :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Enerji Kullanım Alanı	Nihai Enerji tüketimleri kWsaat	Birincil Enerji tüketimleri kWsaat	Isıtma :			Sıhhi sıcak su :			Soğutma :			Aydınlatma :			TOPLAM :		
Enerji Kullanım Alanı	Nihai Enerji tüketimleri kWsaat	Birincil Enerji tüketimleri kWsaat																			
Isıtma :																					
Sıhhi sıcak su :																					
Soğutma :																					
Aydınlatma :																					
TOPLAM :																					
Isıtma, sıhhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için enerji tüketimleri (birincil enerji olarak)		Isıtma, sıhhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için sera etkisi gazı (SEG) emisyonları																			
Nihai tüketim:kWsaat/m ² yıl		Emisyon salımı:kg esd. CO ₂ /m ² yıl																			
Tasarruflu Bina  Enerji Tüketimi Yüksek Bina	Bina  kWkg/m ² yıl	SEG Emisyonu Düşük Bina  SEG Emisyonu Yüksek Bina	Bina  kg esd. CO ₂ /m ² yıl																		

Şekil 2.4 Enerji Kimlik Belgesi örneği (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2011)

Her ne kadar yasa kapsamında yer alan değerlendirme sisteminde bina yönelimi ve bina formu yer almadığı için farklı yönlere yönelmiş olan aynı iki binanın enerji performansları aynı olmayacağı halde aynı kimlik belgesine sahip olabilecek olsalar da, bu yasa enerji verimliliği açısından ülkemizde atılmış önemli adımlardandır.

2.2 Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Yapı Kavramı

Sürdürülebilirlik çevre, ekoloji ve enerji gibi terimlerle birlikte çok sık duymaya başladığımız önemli bir kavramdır. Siyasi politikalardan, ekonomik politikalara, enerji kaynaklarından, üretime, sosyal yapıdan mimarlığa kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Sürdürülebilirlik, bir yandan doğal kaynakların kullanımına devam edilirken, öte yandan bu kaynakların gelecek nesiller tarafından da kullanılabilmesini güvence altına almak biçiminde tanımlanmaktadır (Renda,1995).

Endüstri Devrimi sonrası ortaya çıkan çevre sorunlarının yanı sıra İkinci Dünya Savaşı sonrasında hızlanan kalkınma çabaları, silahlanma yarışı, nükleer denemeler, nükleer silahların kullanımı, Çernobil Patlaması gibi olaylar yeryüzünü tehdit eder hale gelmiş ve ekolojik sistemin dengelerini bozmuş, kirlilik artmış ve doğal kaynakların hızla tükenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu olayların neden olduğu sonuçların ciddiyetinin farkına varılması ile insan varlığının sürdürülebilirliği sorgulanmaya başlanmıştır.

Dünya son 20 yılda hem sosyal, hem ekonomik, hem de çevresel açıdan radikal biçimde değişmiştir. Küresel nüfus artarak 1,7 milyardan 5 milyar kişiye ulaşmıştır. Nüfus artışı ve ekonomik büyüme doğal kaynaklara olan talebi ve dolayısıyla doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Su kaynakları, ormanlar, balıkçılık, arazi kullanımı da dahil olmak üzere doğal kaynakların sürdürülebilirliğini dikkate almayan kullanımlar bireysel geçim kaynaklarını tehdit edebildiği gibi yerel, ulusal ve uluslararası ekonomileri de tehdit edebilmektedir (Birleşmiş Milletler Yıllık Kalkınma Raporu, 2006). Tehlikenin farkına varılmasıyla gelecek nesillerin de ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulduğu, çevreye zarar vermeyen, doğal kaynakların bilinçli kullanımını destekleyen bir anlayış olarak **Sürdürülebilir Kalkınma** kavramı geliştirilmiştir.

Sürdürülebilir Kalkınma'nın temeli 1962 yılında Sessiz Geliş (Silent Spring) başlıklı araştırmasında, tarımsal böcek ilaçlarının yıkıcı etkilerinin hayvan türleri ve insan sağlığına zarar veren yönlerini anlatan, Rachel Carson tarafından atılmıştır.

Sürdürülebilir Kalkınma; terimsel anlamda ortaya çıkışı ise Uluslararası Doğa ve Doğa Kaynaklarını Koruma Birliği [IUNC] tarafından hazırlanan ‘Dünya Koruma Stratejisi’ adlı bir raporu ile olmuştur. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987 yılında yayımladığı Ortak Geleceğimiz (Our Common Future) raporunda Sürdürülebilir Kalkınma şu şekilde tanımlanmaktadır ; "Sürdürülebilir Kalkınma, gelecek nesillerin, ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik yetenek ve olanaklarını kısıtlamaksızın, bugünkü ihtiyaçların karşılanmasıdır". Sürdürülebilir Kalkınma birbirinden ayrı ele alınamayan üç ana boyuta sahip olup, bu boyutlar; sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliktir (Özyol, 2006).

Sürdürülebilir kalkınmanın tez çalışması kapsamındaki boyutu olan çevresel sürdürülebilirliğin ana gereksinimlerini, yenilenemeyen enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımı ve doğaya karşı sorumlu davranılması oluşturmaktadır. Niklaus Kohler’e göre sürdürülebilir mimarlığın **Ekolojik, Ekonomik, Sosyo-Kültürel Sürdürülebilirlik** olmak üzere üç boyutu vardır (Özyol, 2006). Ekolojik sürdürülebilirlikte; kaynakların ve ekosistemin korunması, ekonomik sürdürülebilirlikte kaynakların uzun süre kullanılabilirliği ve kullanım maliyetinin düşük olması, sosyo-kültürel sürdürülebilirlikte insan sağlık ve konforunun korunması ve sosyokültürel değerlerin korunması kavramları yer almaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutunun bir gereği olarak, her alandaki yapısal faaliyetleri doğanın dengesine olumsuz etki etmeyecek şekilde gerçekleştirmemiz gerekmektedir. Önceden de değinildiği gibi dünya genelindeki enerji tüketiminin yaklaşık %50’si, su tüketiminin ise yaklaşık %42’si yapılara aittir. Yapılarda tüketilen enerjinin yaklaşık %5’inin yapım aşamasında, %45’inden fazlasının ise kullanım, bakım ve onarım işlemlerinde tüketildiği anlaşılmıştır. Bugün ekonomiden, tarımsal faaliyetlere kadar geniş bir alanı etkilemiş olan “sürdürülebilirlik” kavramının yapıların enerji ihtiyacının büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda yapıları da etkilemesi kaçınılmaz olmuş ve “sürdürülebilir yapı” kavramı ortaya çıkmıştır.

“Sürdürülebilir Yapı” kavramı 1992 yılında Avrupa Topluluğu tarafından imzalanan Maastricht Antlaşması’nda;

- Enerji ve kaynakların korunumunu sağlayan,
- Kullanılan ürünlerle yeniden kullanıma olanak sağlayan, yaşam döngüsü boyunca en az düzeyde toksik madde yayan,
- İklimsel, kültürel, çevresel koşullarla uyumlu,
- İnsan yaşamının sürdürülmesinde kaliteyi artıran, aynı zamanda da ekosisteme gerek makro gerekse mikro düzeyde zarar vermeyen yapılar olarak tanımlanmaktadır.

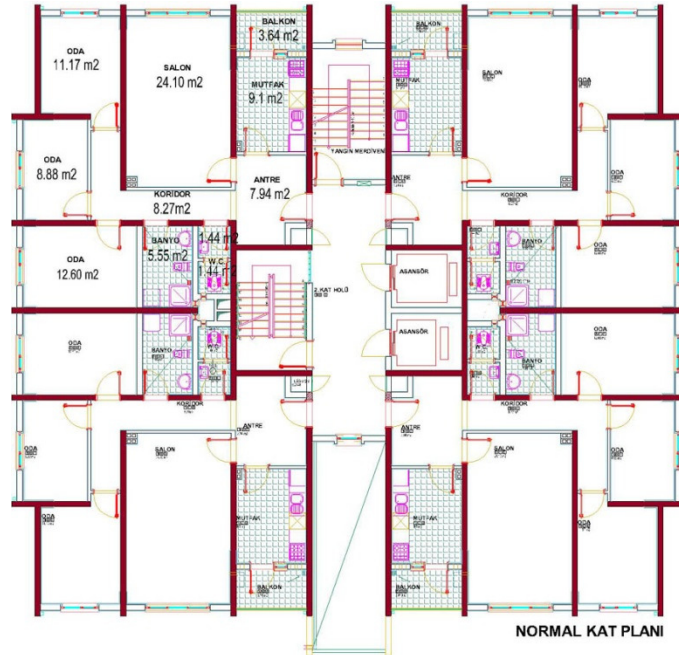
J.J. Kim ise sürdürülebilir bir yapı tasarımının nasıl gerçekleştirileceğini Kaynak Ekonomisi, Yaşam Döngüsü Tasarımı ve İnsan İçin Tasarım olarak üç grupta incelemiştir (Özyol, 2006). Kaynak Ekonomisi; kaynakların korunması ilkesi ile enerjinin korunması, suyun korunması ve malzemenin korunması ilkelerini hedeflemektedir. Yaşam Döngüsü Tasarımı; yapının ömrünü ve çevre üzerindeki etkilerini değerlendirir. Yapının yapım öncesi, yapım dönemini ve yapım sonrası dönemi kapsamaktadır. İnsan için Tasarım; insan-çevre ilişkisini irdeleyerek doğal ve kültürel değerlerin korunması, şantiye planlaması ve kent tasarımının yanı sıra konforlu bina tasarımı kriterlerini içermektedir.

Kohler’in ve J.J. Kim’in ilkeleri günümüz sürdürülebilir yapılarının temel dayanağını oluşturmaktadır (Özyol, 2006). Bu çalışma kapsamında incelenen birçok örnek çalışma geliştirdiği ekolojik tasarım kriterleri ve tasarım modeli önerisi yaklaşımını Kohler ve J.J.Kim’in ilkelerine dayandırmaktadır.

Sürdürülebilir tasarımın öneminin ülkemizde henüz yeterince anlaşılamamış olmasının yanı sıra tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcıların yeterince bilgilendirilmemiş olmalarından dolayı günümüz yapılarının büyük bir bölümü; yaşam standartları, ekolojik yaklaşımlar, konfor ve sağlık koşulları geri planda bırakarak rant amacı ile yapılmakta ve bu yapılar tüm yaşam döngüleri boyunca çevreyi göz ardı etmektedirler. Tasarım aşamasında öncelikli kriter yapılaşma alanını

en üst düzeye çıkarma olmakta, yer-çevre-yapı ilişkilerinin kurulması ve binada kullanılacak olan malzemelerin seçimi sadece ekonomik ve estetik kaygılar göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir.

Yapının inşaat aşamasında oluşan atıklardan çoğunlukla en kısa ve ekonomik yönden kurtulmaya çalışılmakta, ortaya çıkan atık malzemelerin ve toprağa karışan kirli suların çevreye ve insan sağlığına etkisi dikkate alınmamaktadır. Öncelikli hedef bir yapıyı en az maliyetle bitirerek daha fazla ekonomik gelir elde etmek olduğundan hiçbir ekolojik yaklaşım sergilenmemekte, ekolojik yaklaşımlarla yapının uzun vadede kaynak tüketiminden sağlayacağı tasarruf cazip bulunmamaktadır. Bugün birçok özel şirket bu yaklaşımı sergilerken önceliğinin rant olduğunu görmek çok güç değildir. Ancak devlete bağlı Toplu Konut İdaresi'nin tüm ülke çapında yapmış olduğu ve yapmaya da devam ettiği TOKİ konutlarında aynı mantık içerisinde hareket ediyor olması anlaşılabilir değildir. 2003-2010 Yılları arasında 506.644 adet sosyal konut inşa etmiş olan TOKİ'nin ürettiği konutlar ekonomik yapı malzemelerinin kullanıldığı, ucuz ve kalitesiz işçilikli birbirinin tekrarı olan standart ve monoton tasarım anlayışıyla yapılmış, bu uygulamalardaki sürdürülebilir yapı yaklaşımı; cephe mantolamasıyla kazanılan ısı yalıtımına indirgenmiştir.



Şekil 2.5 İzmir Uzundere TOKİ konut projesi kat planı.(TOKİ, 2011)



Şekil 2.6 Diyarbakır Uçkuyular TOKİ konut projesi kat planı.(TOKİ, 2011)

Şekil 2.5 ve 2.6'daki örneklerde görülebileceği üzere Akdeniz iklim bölgesinde yer alan İzmir'de uygulanan toplu konut projesi ile sert karasal iklimin hüküm sürdüğü Diyarbakır ilinde yapılan toplu konut projesi kat planları neredeyse birbirinin aynısıdır. Standart projeler Türkiye'nin farklı illerinde, farklı iklim ve çevre şartlarında birebir aynı şekilde uygulanmaktadır. Metrekare bazında değil insan bazında, tek tip değil, farklı aile yapılarına uyan, **ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel özellikleriyle** sürdürülebilir nitelikte konutlar üretilmesi, devlete bağlı olan TOKİ'nin bunda öncü ve teşvik edici bir rol oynaması son derece önemlidir.

2.3 Ekoloji Ve Ekolojik Mimarlık Kavramları

Ekoloji kelimesinin Türk Dil Kurumu tarafından “*Canlıların hem kendi aralarındaki hem de çevreleriyle olan ilişkilerini tek tek veya birlikte inceleyen bilim dalı*” olarak tanımlanmaktadır. İlk kez 1866 yılında Alman biyolog Ernest Haeckel tarafından ortaya atılan ekoloji kavramı, canlı varlıkların ortamları ile olan ilişkilerinin incelenmesi olarak tanımlanmaktadır.

Ekoloji, Yunanca kökenli bir sözcük olup “oikos (Yaşanılan yer)” ile “logia (Bilim)” sözcüklerinden türetilmiştir. Hayvan ya da bitkilerin çevreleri ile olan bütün ilişkileri ekolojinin nesnesini oluşturmaktadır (Hamamcı ve Keleş, 2002). 1970’li yıllara kadar, ekoloji biyolojinin bir kolu olarak flora ve faunanın çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bir disiplin olarak tanımlanırken, hızla artan çevre sorunlarının etkisiyle günümüzde çok daha geniş bir alana yayılmış, çevre sorunlarının yaşam kalitesini olumsuz etkilemesi ile insan-doğa ilişkileri de ekolojinin araştırmaları kapsamına girmiş ve disiplinler arası bir bilim dalı haline gelmiştir.

Çalışmanın önceki bölümlerinde de değinildiği gibi dünyada tüketilen enerjinin yarısının binalarda kullanılması, enerji kaynaklarının neden olduğu çevre sorunlarına karşı, ekolojik yapıları gündeme getirmiştir. Ekolojik yapı modelinin temelinde, yaşam döngüsü prensibi ile bina-doğal çevre arasında karşılıklı ilişkinin olduğu ve bu sistemlere yapılacak herhangi bir müdahalenin diğer sistemler üzerinde de etkisi olacağı gerçeği bulunmaktadır (Özmehmet, 2005). Yapılarda tüketilen enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasının yanı sıra, yapıların tasarım özellikleri ile yapının enerji ihtiyacını düşürme hedefi ekolojik mimarlık kavramının ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

Ekolojik Mimarlık, enerji mimarlığı ya da sürdürülebilir mimarlık olarak da adlandırılmakta olup, ‘*Sürdürülebilir Yapı*’ kavramının daha önceden değinmiş olduğumuz üç boyutundan birisi olan ‘*kaynakların ve ekosistemin korunması*’ ilkesine dayanır. Ekolojik mimarlık, temel ihtiyaçlarımız olan ısınma, serinleme, ısı ve barınma fonksiyonlarını yerine getirirken bu ihtiyaçlarımız için gereken enerji ihtiyacını da minimuma indirmeyi amaçlar, yapının tasarımını ve malzeme seçimini bu yönde gerçekleştirir. Tasarımda uygulanan pasif yaklaşımların yanı sıra yapıya eklenen aktif sistemlerle yapının ihtiyaç duyduğu enerjinin tamamı ya da bir kısmının üretimi gerçekleştirilebilir.

Mimari tasarımda ekolojik yaklaşım, yapının yapılacağı yerin çevre ve iklimsel verilerinin incelenmesiyle başlar. Ekolojik mimarlık çevre verileri ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmanın yanı sıra, yapının ekolojik sistem üzerindeki

etkisinin azaltılması, enerjinin, suyun ve malzemelerin etkin bir şekilde kullanılması, yapının yapım-kullanım-bakım-yıkım aşamalarının da tasarlanması ve insanların fiziksel ve ruhsal konfor koşullarının sağlanmasını da kapsar (Eryıldız, 1995) .

BÖLÜM ÜÇ

EKOLOJİK MİMARLIK İLKELERİ

Yapıların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerin azaltılması için ekolojik mimarlık kavramı ışığında tüm dünyada araştırmalar yapılmakta, bu araştırmalar sonucunda çeşitli yöntemler ortaya konulmaktadır. Genel olarak “Ekolojik Mimarlık İlkeleri” başlığı altında toplanan ve çevre verilerine göre değişiklikler gösterebilen bu yöntemlerin tamamını tek bir yapıda kullanmak zordur. Bu nedenle bir yapının tasarımında göz önünde bulundurulacak ekolojik mimarlık ilkeleri için, yapının gerçekleştirileceği çevre ile ilgili veriler iyi analiz edilmeli ve ekolojik yaklaşımlar bu analiz ışığında tercih edilmelidir.

Ekolojik tasarım doğa, insan ve toplum arasındaki döngüyü sağlıklı sağlayacak biçimde ele alınmalıdır. Ekolojik mimari tasarımın temel amacı, bina tasarımı, bina yapımı ve özellikle uzun bir zaman dilimini kapsayan binanın kullanımı sırasında çevreye verilecek zararların azaltılması ve yapının varlığını doğa ile uyumlu bir şekilde sürdürmesini sağlamaktır. Ekolojik tasarımda iklimsel özellikleri dikkate alarak, binanın yönlendirilmesi ile başlayan ekolojik yaklaşım, bina formu, mekan organizasyonu, uygun malzeme seçimi, tesisat donanımları, uygun yeşil bitki örtüsü vb. ile devam etmektedir. Bu kriterler yapı alanının şartlarına göre değişebilen bileşkelere (Tönük, 2001) .

Ekolojik mimarlık ilkeleri farklı kaynaklarda farklı başlıklarda tanımlanmakla birlikte, bu çalışmada Özyol’un (2006) değindiği J.J. Kim’in yaklaşımı üzerinden ele alınmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi; J.J. Kim sürdürülebilir bir yapı tasarımının nasıl gerçekleştirileceğini *Kaynak Ekonomisi, Yaşam Döngüsü Tasarımı ve İnsan İçin Tasarım* olarak üç grupta incelemiştir.

3.1 Kaynak Ekonomisi

Yapılar, yapım aşamalarından yıkım aşamalarına kadar bir kimyasal reaksiyon denklemi gibi çeşitli girdilere ve çıktılara sahiptir. Bu süreç yapıda kullanılacak malzemenin hammaddesinin kaynağından çıkarılmasıyla başlamakta, hammaddeden yapı malzemesi elde edilmesiyle devam etmekte ve yapının yıkılıp, atıkların ortadan kaldırılmasına kadar sürmektedir. Yapı endüstrisinin, dünyadaki doğal hammadde kullanımının yaklaşık %50'sinden sorumlu olduğu tahmin edilmektedir. Bu oranın büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda yapı sektöründe kaynakların etkin kullanımının önemi daha iyi anlaşılabilir. Ekolojik mimarlık yaklaşımlarından Kaynak Ekonomisi prensibi de, yukarıda yapının yaşam döngüsü boyunca girdi ve çıktı olarak adlandırdığımız kaynakların en verimli şekilde kullanılarak, konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanımını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Kaynak ekonomisinin kapsamında bir binanın ana girdileri olan enerji, su, malzeme ve yapı alanının etkin kullanımı bulunmaktadır.

3.1.1 Enerjinin Korunumu

Dünya üzerinde kullanılan enerjinin %50'si yapıların yapım ve kullanım aşamalarında tüketilmektedir. Bu nedenle konutların yaşam döngüsü boyunca her aşamada sağlanabilecek enerji tasarrufu büyük önem taşımaktadır. Yeni yapılacak bir yapı, her ne kadar ekolojik kriterlere uygun olarak yapılacak olsa da yapım aşamasında enerjiye ihtiyaç duyması kaçınılmazdır. Doğal olarak, ekolojik yapı anlayışında sağlanabilecek en büyük tasarruf, yeni bir yapı yapmak yerine, var ise mevcut yapıyı yeniden kullanmaya yönelik bir yaklaşım sergilemektir. Ancak eski her ne kadar eski yapılar yeni işlevlerle kullanılmaya devam etseler de, yeni yapı ihtiyacı sürekli var olacaktır.

Bugüne kadar yapılmış olan yapıların büyük bir bölümünde ısıtma, soğutma, havalandırma gibi temel konfor koşulları yapay yollarla sağlanmaktadır. Bu tutum temel konfor koşullarının sağlanması için gerekli enerji ihtiyacını büyük ölçüde artmasına neden olmuştur. Enerjinin etkin kullanımı, binanın tüm yaşam döngüsü

boyunca ihtiyacı olan enerjiyi minimuma indirmeyi ve bu enerji için yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu bağlamda enerjinin etkin kullanımı için uygulanabilecek yöntemler aşağıda verilmiştir.

3.1.1.1 Yapı Alanının Etkin Kullanımı

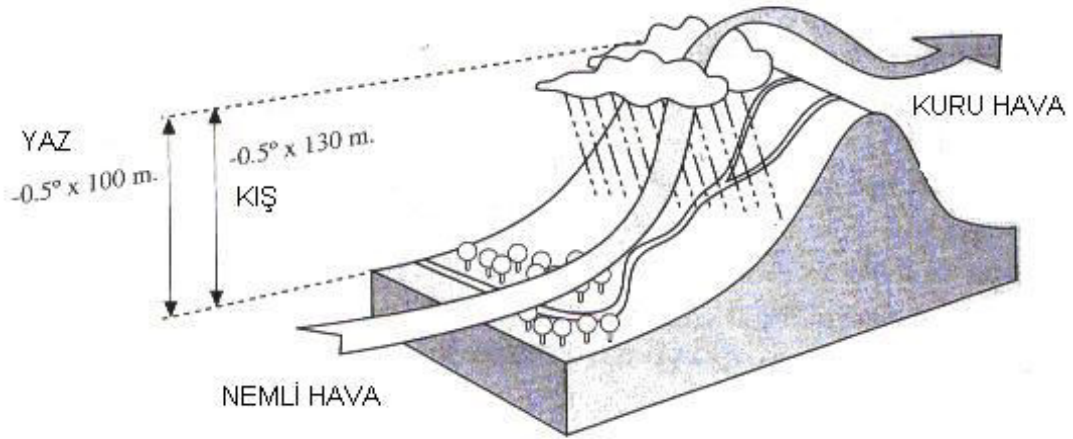
Yapı alanının etkin kullanımı var olan altyapının ya da eski yapının tekrar kullanılması gibi yaklaşımlar ile birlikte yeni yapı için gereken enerji ihtiyacının en aza indirilmesini içermektedir. **Yapı alanının etkin kullanımı** yaklaşımının yöntemlerinden birisi, arazide var olan doğal kaynakların değerlendirilmesidir. Bu veriler **arsanın topografik yapısı, iklimsel özellikleri, mevcut bitki örtüsü, hakim rüzgar yönü** vb. olarak sıralanabilir.

Binalar tasarlanırken arsanın eğim, engebe, diklik, yükseklik ve bakı yönü gibi topografik verilerin yanı sıra jeomorfolojik özellikler ile, fay hattı varlığı, zemin taşıma kapasitesi, yer altı kaynakları şeklinde sınıflanabilecek jeolojik özellikler tasarımı etkileyen temel verileri oluşturmaktadır. Farklı topografik yapıya sahip yapı alanlarında enerji korunumu sağlamak için farklı mimari yaklaşımlar geliştirilerek yapı, topografya koşullarına uyumlu şekilde tasarlanmalıdır.

Nem oranının yüksek olduğu ılıman iklimlerde ve mevcut toprak üstü zenginliklerine zarar verilmemesi gereken durumlarda topografyaya minimum derecede müdahale edecek şekilde, ayaklar üzerinde yükselen ve toprağa oturmayan, uygulamalar da ekolojik yaklaşıma örnektir (Tönük, 2001). Topoğrafyada yapılacak radikal değişiklikler sadece pahalıya mal olmakla kalmayacak ve arazinin ekolojik yapısına da zarar verecektir.

Topografik yapı iklim ile doğrudan ilişkili olup, yükseklik arttıkça sıcaklığın azalması, rüzgarın artması gibi bina tasarımını doğrudan etkileyebilecek kriterlerin farklılaşmasına neden olur. Örneğin topografik yapı dağların denizle olan ilişkisine bağlı olarak da iklim üzerinde etkili olmaktadır. Şekil 3.1’de deniz tarafından gelen nemli havanın yükselirken, dağ veya tepe engeliyle karşılaşması durumunda sıcaklık,

kışın her 130 m.de 0.5 °C, yazın ise her 100 m. de 0.5 °C azalmakta ve havanın karakteri değişmektedir. Bu durum deniz kenarında nemli ve sıcak, tepe ve arkasında kuru ve serin bir hava oluşturmaktadır.

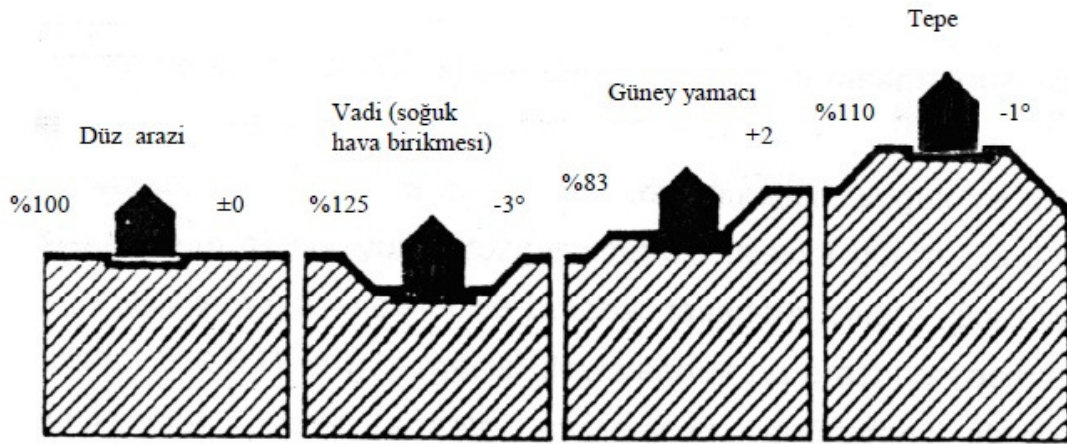


Şekil 3.1 Topografik yapıya ve yükseklik farkına bağlı olarak kıyı alanlarında hava hareketinin soğutma etkisi. (Colombo vd., 1994; Ovalı 2009: sf. 71’deki alıntı)

Vadi gibi eğimli alanlarda ise gece ve gündüz arasındaki güneşlenme farkının neden olduğu farklı zemin sıcaklıklarından dolayı rüzgar gündüz aşağıdan yukarıya doğru eserken, gece yukarıdan aşağıya doğru esmektedir.

Topografik özelliklerden bir diğeri olan bakı ise, yapı alanının 8 yönden oluşan rüzgar gülüne göre hangi yöne baktığını tanımlamaktadır. Kuzey yarım kürede güney, güneydoğu, güneybatı ve batı yönleri güneşi doğrudan alan “güneşli yönler” olup, kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu ise “gölgeli yönler” olarak tanımlanmaktadır. Güneşli ve gölgeli yönler arasında gün içerisinde oluşan farklı güneşlenme süreleri nedeniyle farklı yönlerde bakan yapıların ısıtma enerjisi ihtiyaçları ve enerji kayıpları ciddi farklılıklar göstermektedir (Ovalı, 2009). Ayrıca güneşli yönlerde bakan yapı yerleşimlerinde güneş ışınları daha dik geldiğinden yapıların gölge boylarının gölgeli yönlerde bakan yapılardan daha kısa olacağından bakı, yapılar arası mesafeyi de etkileyen bir etmen olarak değerlendirilmelidir.

Topografik yapı ve binanın topografik yapı içindeki konumuna göre binaların ısı kazançları veya rüzgardan yararlanma değerleri değişmektedir. Bu nedenle topografik yapı, yapının bu tür ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacını doğrudan etkilemektedir. Şekil 3.2’de görüldüğü gibi güney yamaca konumlanan binalar güneş alma durumlarına göre daha az ısı enerjisi kaybederken, vadi tabanına yerleşmiş binalar soğuk hava birikmesi etkisiyle daha çok ısı enerjisi kaybetmektedir.



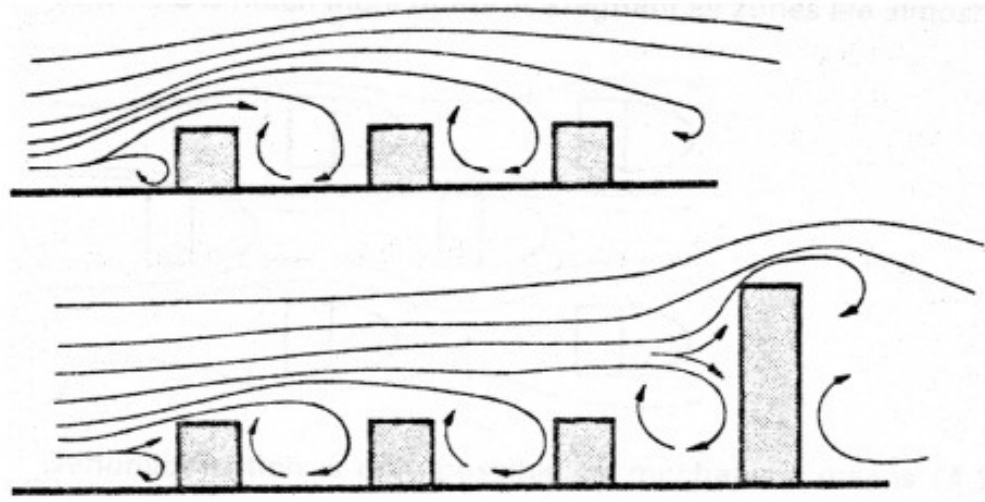
Şekil 3.2 Farklı topografik yapılar içinde binanın konumuna göre ısı kayıpları ve sıcaklık farkları. (Dörter, 1994; Ovalı 2009: sf. 72’deki alıntı)

Yapının uygulanacağı topografyanın özellikleri binanın konumlandırılması esnasında iyi değerlendirilmelidir. Yapı alanının baktığı yön, eğimi ve zeminin örtüsü gibi etmenler konumlandırmayı etkileyen etmenlerdir. Eğimli bir arazide eğer rüzgardan faydalanmak isteniyorsa yapı yükseğe, rüzgardan korunmak isteniyor ise yapı yamaçların alt kısmına konumlandırılmalıdır. Bu nedenle bina tasarımına başlanılmadan önce yapı alanının iklimsel verileri göz önünde bulundurularak ısıtma veya soğutma önceliği saptanmalıdır. Soğuk iklim bölgelerinde güney ve güneydoğuya bakan yamaçlar ve vadi tabanına yakın kısımlar, ılıman ve nemli iklim bölgelerinde güneydoğuya bakan yamaçların üst kısımları, ılıman ve kuru iklim bölgelerinde güney ve güneydoğu yönüne bakan yamaçların rüzgardan korunan alt kısımları, sıcak ve nemli iklim bölgelerinde güneye bakan yamaçların yüksek kısımları veya kuzey yönü, sıcak ve kuru iklim bölgelerinde ise doğu veya güneydoğuya bakan yamaçların rüzgar alan taban kısımları tercih edilmelidir (Ovalı, 2009).

Yapı alanının **ışınım**, **sıcaklık**, **rüzgar** ve **nem** gibi iklimsel özellikleri, bina içi yaşam konforunu doğrudan etkileyebilecek etmenlerdir. Bunlardan en önemli iklim ögesi olan ışıının şiddeti ve süresi; atmosfer koşulları, yapı alanının yüksekliği, güneşin açısı gibi etmenlere bağlı olup, ısı kazanımı ile doğru orantılıdır. Güneş ışıınından kazanılan ısı enerjisi, yapının mekânsal organizasyonundan, saydam yüzey oranına kadar bir çok temel tasarım kararını etkileyen bir etmendir. Kuzey yarımküre de ısıtma öncelikli bölgelerde ışıından yararlanabilmek için güney yönündeki saydam yüzey oranının artırılması gerekirken, soğutma öncelikli bölgelerde güney yönünde saydam yüzey oranı optimize edilmelidir.

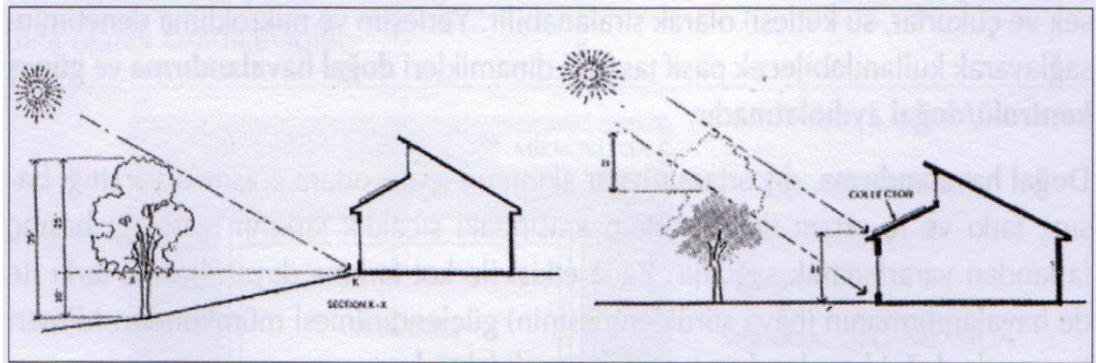
Bir diğer iklimsel etmen olan **sıcaklık** ise güneşin geliş ve yükseliş açısına, bulunulan enleme, mevsime, bakı yönüne, yüksekliğe ve topografik yapıya göre değişmekte olup gün içerisinde sürekli farklılıklar göstermektedir. Ayrıca rüzgar ve nem öğeleri de sıcaklığa etki eden etmenlerdendir. Güney yönünden gelen rüzgarlar sıcaklığı artırırken, kuzey rüzgarları sıcaklığı azaltmaktadır. Nem ise bir alanda oluşabilecek ısı farklılıklarını azaltan bir etmendir. Nem oranı arttıkça, güneş ışıını su buharı yüklü bulutlar tarafından tutulacağı için gece-gündüz arası ısı farkı azalmakta, nem oranı düştükçe bulutlar tarafından tutulamayan ışıınım nedeniyle gece-gündüz arası ısı farkı artmaktadır. Bu nedenle sıcak ve nemli iklim bölgelerinde yüksek nem oranını azaltacak, sıcak ve kuru iklim bölgelerinde ise nem oranını arttıracak tasarım yaklaşımları sergilenmelidir.

İklimsel konforun sağlanması için önemli bir iklimsel etmen olan **rüzgar** iklimsel olaylarda oluşan basınç farkının bir sonucudur. Rüzgarın yapılar üzerinde statik olarak basınç etkisinin yanı sıra ısı kaybı, gürültü ve doğal havalandırma gibi etkileri mevcuttur. Rüzgarın yapılar üzerindeki bu etkileri esme hızına, süresine, yönüne, yapının zeminle ilişkisine, yapı biçimine ve yüksekliğine ve çevre yapıların konumuna göre değişmektedir. Rüzgar hızı yükseklikle doğru orantılıdır. Bu da bina yüksekliği arttıkça artan rüzgar hızı nedeniyle ısı kaybının artmasına neden olabilmektedir. Ayrıca hakim rüzgar yönünde yer alan yüksek yapıların arkalarında yer alan alçak yapıların doğal hava akışını kesmektedir.



Şekil 3.3 Bina yüksekliklerinin rüzgar dağılımına etkisi. (Koenigsberger, 1979; Ovalı 2009: sf. 79'deki alıntı)

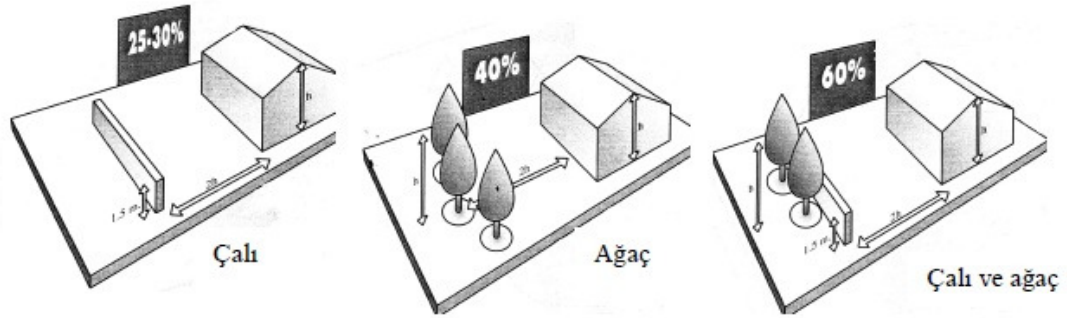
Yapı alanının etkin kullanımını sağlayan bir diğer faktör de **peyzaj** tasarımıdır. Ayrıca yeşil alanların artırılması ve mevcut yeşil alanların korunmasını sağlamak ekolojik tasarım gerekliliğidir. Bitkilerin oksijen üretiminin yanı sıra, rüzgar kontrolü, nem oranına etki, gölgelik serin alanlar sağlama, ses yalıtımı sağlama, ortama hoş kokular yayma ve estetik bir görüntü sağlama gibi faydaları da bulunmaktadır.



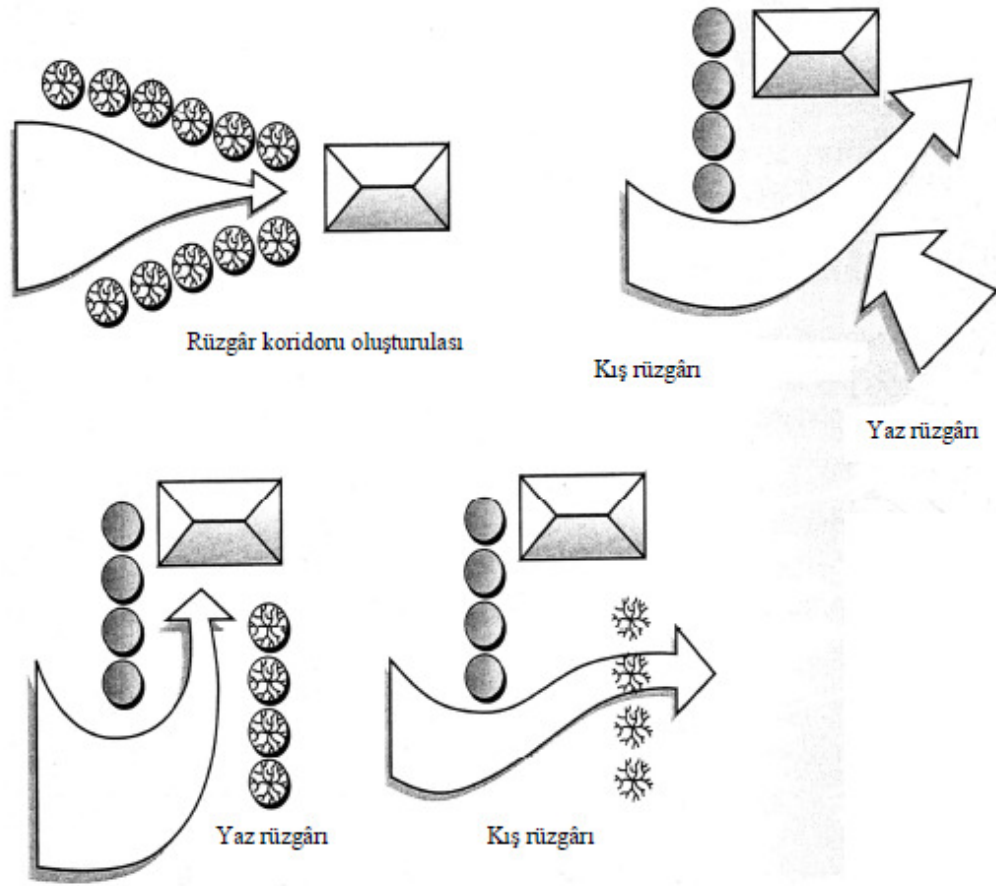
Şekil 3.4 Doğal aydınlatma ve güneş kontrolü (Yapı-Çevre İlişkileri, 2008)

Peyzaj tasarımında öncelikli amaç yapı alanında mevcutta zararsız bir bitki örtüsü var ise o bitki örtüsünün korunması ya da küçük müdahalelerle tasarıma adapte edilmesidir. Doğru tasarlanmış ve bilinçli bir enerji korunumu sağlayan peyzaj tasarımı sayesinde yaz ve kış aylarında ısıtma ve soğutma için gerekli enerjiden

tasarruf etmek mümkündür. Örneğin yaz aylarında yaprakları açan ve kış aylarında yapraklarını döken çınar, meşe, dişbudak, kavak, huş, kayın, akçaağaç gibi bitkiler ile yapılan peyzaj düzenlemesiyle yaz aylarında bina kabuğu üzerine düşen güneş ışınlarını engelleyerek bina yüzeyinin aşırı ısınmasının önüne geçilebilir (Şekil 3.3). Yapının batı ve kuzeybatı cephelerinde sık ağaçların kullanımı ile istenmeyen akşam güneşinin yapı içerisine girmesi engellenebilir. Ya da kuzey cephesinde çam, selvi, göknar ve ladin gibi her zaman yeşil kalan ağaçlardan oluşan bir peyzaj düzenlemesi ile kış aylarında binaya doğru esen sert ve soğuk rüzgarların veya trafik vb. etmenlerden kaynaklanan gürültü kirliliğinin kesilmesi sağlanabilir (Şekil 3.4). Şekil 3.5’de görülebileceği gibi bitkiler bina boyunun en az iki katı mesafede konumlandırıldığında ve çalı-ağaç birlikte kullanımı durumunda rüzgar hızı %60’a kadar düşürülebilmektedir. Aynı şekilde rüzgar peyzaj düzenlemesi yardımıyla istenilen doğrultuda yönlendirilebilmektedir.



Şekil 3.5 Peyzaj ile rüzgar hızının azaltılması (Colombo vd, 1994; Ovalı 2009: sf. 83’deki alıntı)



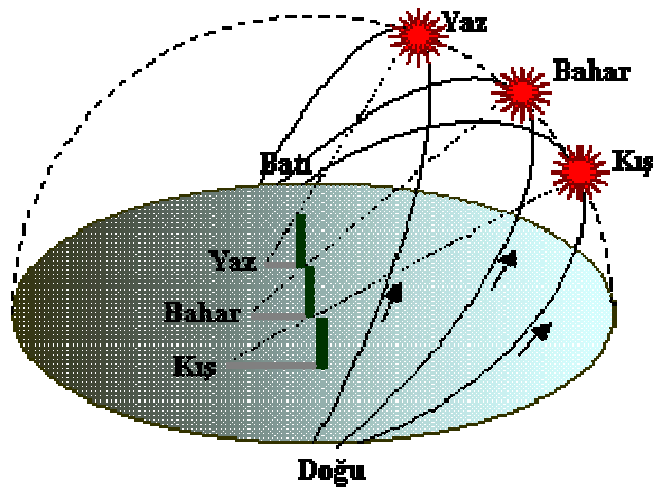
Şekil 3.6 Peyzaj ile rüzgarın yönlendirilmesi (Colombo vd, 1994; Ovalı 2009: sf. 84'deki alıntı)

Ayrıca peyzaj kapsamında yeşil dokunun bina yüzeyinde kullanılması bina enerji korunumunu arttırmaktadır. Yeşil çatı ve yeşil duvar uygulamaları sıcak günlerde güneş ışınlarının yapıyı ısıtmasını engellemekte, soğuk günlerde ise yalıtım görevi görerek ısı kaybını azaltmaktadır.

Yapı alanının etkin kullanılabilmesini sağlamak için göz önünde bulundurulması gereken kriterlerden bir tanesi de doğru **yönlenmedir**. Bir yapının yönlendirilmesi; topoğrafya, iklimsel veriler, manzara ve yakın çevre gibi birden çok kritere göre değişiklik gösterse de ekolojik yaklaşımın temelinde güneş ve rüzgar yapının yönlendirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken iki önemli etkidir. Güneş, ısınma ve doğal aydınlatma için kullanılırken, rüzgar ise serinletme ve havalandırma için kullanılmaktadır.

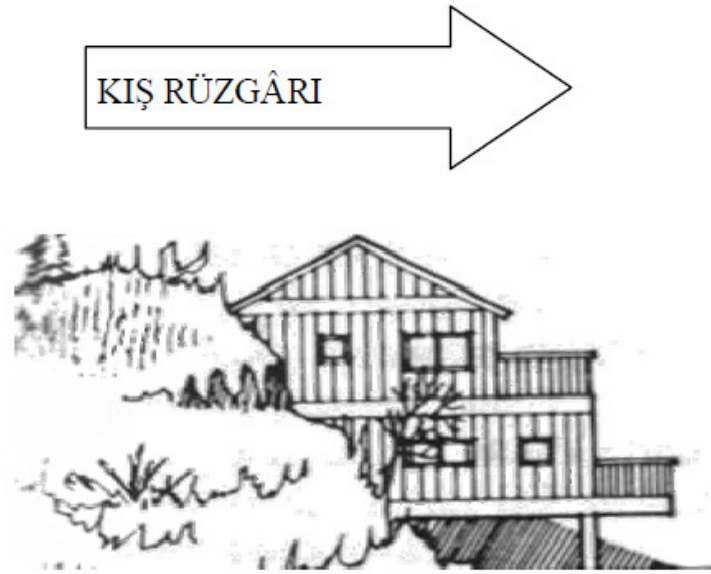
Konfor koşullarının sağlanması için gerekli en önemli ihtiyaçlardan bir tanesi de aydınlatmadır. İnsanın hayatını ve verimli çalışmasını sürdürebilmesi için yeterli düzeyde aydınlatılmış bir ortama ihtiyacı vardır. Isıtma ya da soğutma mevsimlere göre değişirken, aydınlatma dört mevsim boyunca vazgeçilemeyecek bir ihtiyaçtır. Verilere göre yapılarda kullanılan enerjinin en büyük bölümü aydınlatma için harcanmaktadır. Bu nedenle yapının enerji ihtiyacını azaltmaya yönelik bir tasarım anlayışında gün ışığından maksimum şekilde faydalanmak kaçınılmazdır. Ancak güneş ışınlarının aydınlatma amacı ile kullanırken oluşabilecek aşırı ısınma göz önünde bulundurulmalı, aydınlatma ve ısınma dengesi iyi kurulmalıdır.

Yapının tasarlanacağı arazinin potansiyelini göz önünde bulunduran tasarımcı, sınırsız bir enerji kaynağı olan güneşin enerjisini yapı içine alarak ısı ve ışık kaynağı olarak kullanılması ilkesine dayanan bir yaklaşımla, yapının kullanım sürecinde ihtiyacı olan ısı ve ışık enerjisinden tasarruf sağlanabilmektedir. Güneş ışınları dünyaya kış aylarında yatık, yaz aylarında ise dik bir açıyla gelmekte olduğundan, kuzey yarımküre için güney yönü bu enerjinin kış aylarında ışınların içeri alınması, yaz aylarında ise ışınların yapı içine girmesinin engellenmesi için önemli bir veri haline gelmiştir. Güneye yönelme ayrıca yaz mevsiminde sabah saatlerinde doğudan, öğle saatlerinde ise batıdan gelen yatık güneş ışınlarından ve kış aylarında kuzeyden esen soğuk rüzgarlardan korunmayı sağlamaktadır.



Şekil 3.7 Kuzey yarımkürede güneş ışınlarının mevsimlere göre geliş açısı.

(<http://www.solarenerji.org/>)



Şekil 3.8 Topografinin rüzgar kontrolünde kullanılması. (Yaşa, 2007; Ovalı 2009: sf. 71'deki alıntı)

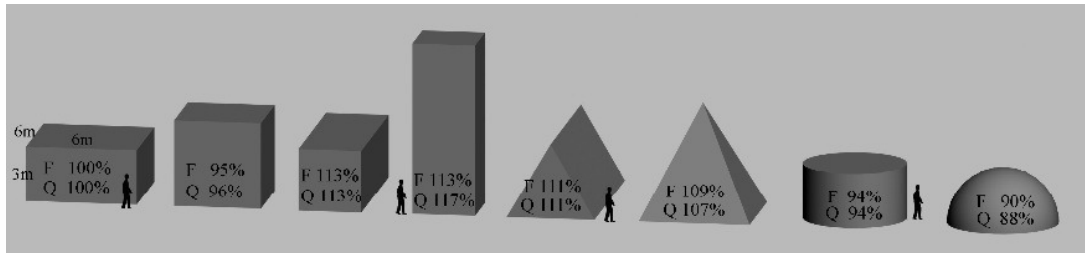
Soğutma öncelikli iklim bölgelerinde elektrik tüketiminin yaklaşık %40'ı serinletme ve havalandırma için harcanmaktadır. Bu nedenle yapı alanındaki rüzgar yönleri doğal serinletme ve havalandırma büyük önem taşımaktadır. Yapı alanına etki eden rüzgar yönleri iyi araştırılmalı ve tasarımda rüzgardan pasif şekilde faydalanabilecek yaklaşımlar sergilenmelidir.

Yapı stokunun büyük bir bölümünü oluşturan konutlar ülkemizde çoğunlukla birbirini tekrar eden standart tasarımlardan oluşmaktadır. Yapıların mekânsal organizasyonu genellikle çevre verileri ve kullanıcı gereksinimlerini göz önünde bulundurmadan tasarlanmaktadır. Standart bir hale getirilmiş konutlarda kullanım amacı ve gereksinimleri dışında alanlara sahip gereğinden büyük yapılar yapılmaktadır. Bu yapılar kullanıcı ihtiyaçlarından daha fazla enerji ve malzeme tüketimine neden olmaktadır. Bu nedenle yapılar boyutlandırılırken ihtiyaç programı kullanıcı gereksinimlerine göre oluşturulmalıdır.

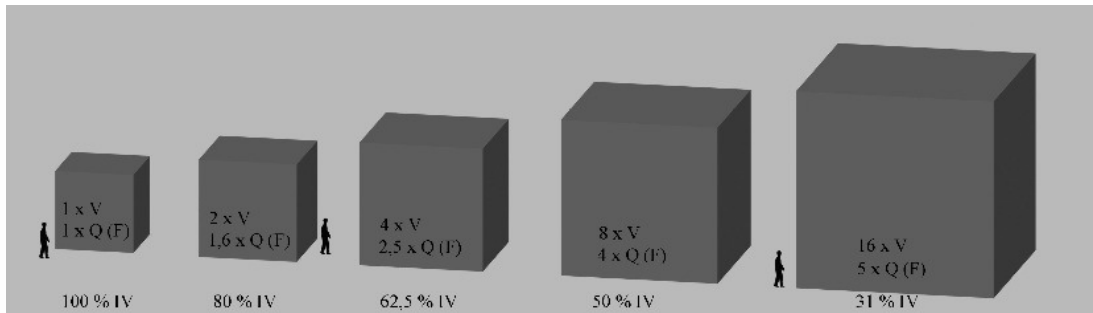
Yapıda yer alacak olan mekanlar tabakalanma, tampon bölge, ıslak mekanlar, gürültü seviyesi, ısınma ihtiyacı gibi etkenlere göre bölgelendirilebilmektedir. Farklı ısı ihtiyacı olan mekanlarda istenmeyen ısı kayıplarını ve kazanımlarını önleyerek

ısıl konfor koşullarını sağlamak için farklı ısı ihtiyacı olan mekanları gruplamak gerekmektedir. Örneğin ısı ihtiyacının fazla olduğu mekanlar güney, güneydoğu ve güneybatı yönünde gruplandırılmalıdır. Farklı ısı değerler gerektiren mekanlar arasında tampon bölgelerin oluşturulması enerji korunumu açısından önemlidir. Örneğin penceresiz mekanların kuzey cephesine yerleştirilmesi, güneye bakan mekanların ısıl toplayıcı ve tampon bölge olarak kullanılması ve depo, ıslak hacim, servis mekanları gibi sık kullanılmayan mekanların aşırı ısınma riski taşıyan doğu ve batı cephelerinde gruplandırılması faydalı bir yaklaşımdır (Özmehmet, 2005).

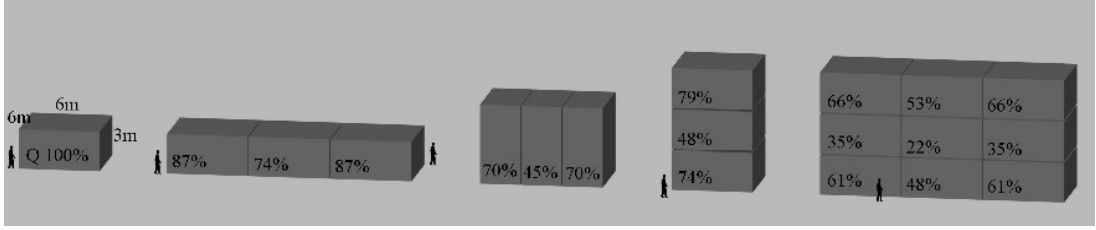
Ekolojik tasarımlarda binanın dış cephe alanını azaltmak ve bu yüzeylerde oluşacak ısı kayıplarını önlemek açısından kompakt bina formlarının esas alınması öngörülmektedir. Bina formunun ve yüzey alanlarının, binanın ısı tutuculuğu üzerinde önemli bir rol oynadığı örneklerle açıklanabilir. Aşağıda verilen örneklerde “F” geometrik birim şeklin dış yüzey alanı; “Q” ise geometrik birim şeklin ısı kaybı anlamına gelmektedir. (Güvenç, 2008)



Şekil 3.9 Aynı hacme, değişik yüzey ve taban alanlarına sahip geometrik birim şekillerin ısı kaybı oranları (Krusche vd., 1982;Güvenç, 2008: sf. 100'deki alıntı)



Şekil 3.10 Geometrik birim hacmin iki katına çıkarıldığı şekillerin ısı kaybı oranları (Krusche vd., 1982;Güvenç, 2008: sf. 101'deki alıntı)



Şekil 3.11 Aynı büyüklükteki geometrik şekillerin farklı biçimlerde birleşmeleri durumunda ısı kaybı oranları (Krusche vd., 1982; Güvenç, 2008: sf. 101'deki alıntı)

Şekil 3.9 incelendiğinde ısı kaybının en az yaşandığı formun kubbe olduğu görülmektedir. Şekil 3.10 incelendiğinde ise şeklin hacmi arttıkça ısı kaybı oranının düştüğü görülmektedir. Şekil 3.11'te ise aynı geometrik şeklin farklı biçimlerde ve çok katlı birleşmeleri durumunda yaşanan ısı kaybı oranlarını göstermektedir.

Yapıların fiziksel ömrü olduğu gibi işlevsel ömürleri de mevcuttur. Zaman içerisinde kullanıcı değişikliği ya da her geçen gün değişen gereksinimler yapının işlevsel özelliklerinin kullanıcı beklentilerini karşılayamamasına neden olabilir. Binanın kendisinin bir kaynak olduğu düşünülürse binanın fiziksel ömrünün yanı sıra işlevsel ömrünü uzatmak için önlemler alınması gerekebilir. Binaların zamanla değişen kullanıcı gereksinimlerine cevap verebilecek esneklikte tasarlanması binanın işlevsel ömrünü uzatacaktır. Her geçen gün değişen gereksinimlere adapte olabilen esnek yapı tasarımları ekolojik mimarlık yaklaşımları açısından önemli bir kriterdir.

Enerji etkin arazi kullanımı kentsel ölçekte de ele alınabilmektedir. Bireysel araç kullanımı yerine toplu taşıma ya da yaya ve bisiklet ulaşımına uygun olarak inşa edilmiş kentler bu ilkeye uyum sağlamaktadır. Ayrıca iklimsel koşullar göz önünde bulundurularak yapılan kentlerde de enerji tasarrufundan söz edilebilmektedir. Örneğin soğuk bir iklime sahip bir kentte yapıların bitişik nizamda yapılması bina dış yüzeylerini azaltacağı ve ısı kaybını azaltacağı için ısınma için gerekli enerji miktarının azalmasını sağlayabiliyorken, sıcak iklime sahip bir kentte yer alan yapıların ayırık nizamda ve açık alanlara sahip bir şekilde yapılması da soğutma için gerekli enerji miktarında azalmaya neden olabilmektedir.

Yapıların inşa edildiği alanlarda bulunan toprak yeryüzündeki sınırlı kaynaklardan bir tanesidir. Hızlı ve bilinçsiz yapılaşma doğal çevremizde bulunan toprağında hızlı bir şekilde tahrip edilmesine neden olmaktadır. Verimli tarım arazilerinin üzerine kurulan yapılar nedeniyle tarım kaynakları zayi edilmekte, bu yaklaşım aynı zamanda da ekolojik sisteme zarar vermektedir. İnsan kaynaklı atıklar, toprağa sızmakta ve yer altı sularını kirletmektedir. Yapının uygulanacağı yapı alanı seçilirken, yapının bu alanda oluşabilecek etkileri iyi irdelenmeli ve tasarım buna göre oluşturulmalıdır.

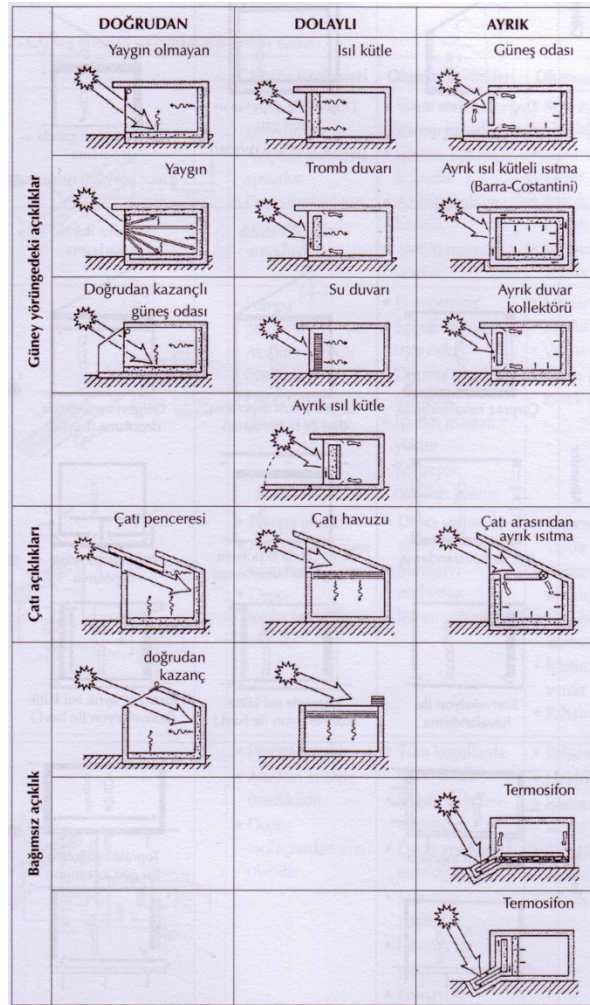
3.1.1.2 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkin Kullanımı

Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, rüzgar, jeotermal, su ve biyokütle enerjisidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelim güneş tarlaları, rüzgar santralleri, jeotermal enerji santralleri ve biyokütle santralleri gibi büyük ölçekli temiz enerji üretim tesislerinin ortaya çıkarmış olup ve bu tesislerin kurulumu hızla yaygınlaşmaya devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamı makro ölçekte kentsel, hatta bölgesel olarak gerekli enerjinin temiz ve yenilenebilir bir şekilde elde edilmesine olanak sağlayabilecek kaynaklar olup, bu kaynakları mikro ölçekte çalışmanın ana konusu oluşturan ekolojik konut boyutunda ele aldığımızda güneş, rüzgar ve jeotermal enerjinin önerilecek olan konut tasarım modeline adaptasyonunun çok daha ekonomik ve uygulanabilir olduğu görülmektedir. Su ve biyokütle enerjisi elde edilebilmek için büyük ölçekli yatırımlar ve çevrim tesisleri gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından sadece çalışmaya adapte edilmesi planlanan güneş, rüzgar ve jeotermal enerji incelenmiştir.

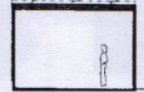
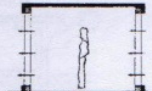
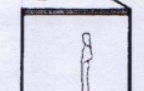
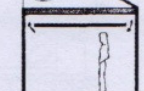
3.1.1.2.1 Güneş Enerjisi. Güneşte meydana gelen füzyon sonucu ortaya çıkan enerjinin küçük bir bölümü dünyaya ulaşmasına rağmen, ulaşan enerji gereksinilen enerjiden çok daha fazladır. Özellikle 20. Yüzyılın son çeyreğinde güneş enerjisinden faydalanma çalışmalarında önemli gelişmeler olmuş, yüksek ilk yatırım maliyetleri düşmeye başlamıştır. Güneş enerjisinden ısıtma, aydınlatma ve elektrik enerjisi üretme amacıyla yararlanılabilmektedir. Yapıların güneş enerjisinden

faaydalanması ilkesi Pasif Sistemler (Edilgen Sistemler) ve Aktif Sistemler (Etken Sistemler) olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir.

Pasif sistemler, güneş enerjisinin cephedeki şeffaf yüzeylerden yapı içerisine alınarak doğal aydınlatma ve ısı kazanımı elde etme ilkesine dayanır. Yapı Alanının Etkin Kullanımı başlığında da önemi belirtildiği gibi yapının doğru yönlendirilmesi ile enerji korunumu sağlamak mümkündür.



Şekil 3.12 Pasif güneş sistemlerinin ısıtmada kullanımı
(Yapı-Çevre İlişkileri, 2008)

	DOĞRUDAN	DOLAYLI	AYRIK
Gökyüzü	 Güneş odası (Gece gökyüzü ısıması)	 Çatı ısı depolama (Gece gökyüzü ısıması)	 Çatıda ayırık depolama (Gece gökyüzü ısıması)
Atmosfer	 Çarpraz havalandırma	 Gölgeli çatıda depolama (Fan ile buharlaşma)	 Gölgeyi ayırık çatıda depolama (Fan ile)
Toprak	 Doğrudan toprakla soğutma	 Kuzeyde ısı kütlesi (konveksiyon ile havl.)	 Kuzeyde ayırık ısı kütlesi (konveksiyon ile havl.)

Şekil 3.13 Pasif güneş sistemlerinin soğutmada kullanımı
 (Yapı-Çevre İlişkileri, 2008)

Güney yönündeki açıklıklar, çatı açıklıkları ve bağımsız açıklıklar ile pasif ısıtma ve doğal aydınlatma (Şekil 3.12), gökyüzü, atmosfer ve toprak ile pasif soğutma (Şekil 3.13) gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemler sayesinde ısıtma, soğutma ve aydınlatma için ihtiyaç duyulabilecek enerji ihtiyacı önemli ölçüde

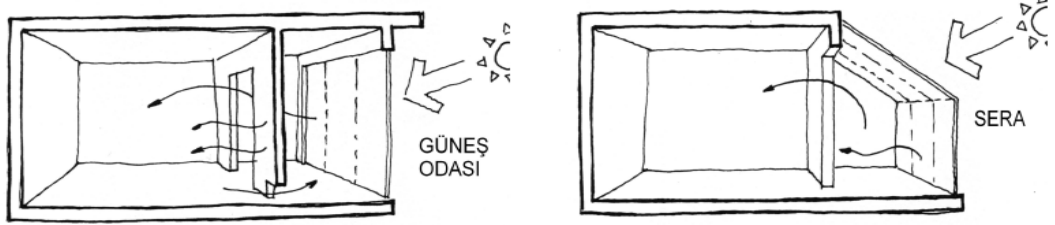
azaltılabilmektedir. Yapılarda kullanılan başlıca pasif sistemler; güney açıklıkları ve çatı pencereleri, kış bahçeleri, Trombe duvarı, bağımsız açıklıklar ve çatı havuzlarıdır.

Yapıların güney yönüne bakan çatılarda tasarlanmış olan çatı pencerelerinin diğer bir adı da güney açıklıklarıdır. Güney açıklıkları doğal aydınlatma ve doğal havalandırma işlevleri görerek yapıda enerji tasarrufu ve korunumu sağlamaktadır. Çatı pencerelerinin güneyde tercih edilmesinin nedeni özellikle yaz aylarında diğer yönlerden gelen yatık yaz güneş ışınlarından ve kış aylarında kuzey yönünden esen soğuk kış rüzgarlarından korunmaktır. Isınan hava yükselir prensibinden yola çıkılarak, güney açıklıklarının ısı yalıtımı iyi yapılmazsa kış aylarında ısı kaybına neden olabilecektir. Yaz aylarında ısınan sıcak hava bu açıklıklardan tahliye edilirken alt kottaki açıklıklardan serin hava girişi sağlanarak doğal havalandırma imkanı sağlanabilmektedir. Çatı açıklıkları özellikle binanın güney cephesinde pencere açmayı engelleyecek durumlarda tercih edilmektedir.

Pasif güneş enerjisi sistemlerinden bir tanesi de “cam ev” olarak da anılan ve yapıların güney yönünde yer alan kış bahçeleridir. Kış mevsiminde ısı kazanımını arttıran ve iç mekan ile dış mekan arasında geçiş görevi üstlenen ısıtılmayan ısı toplama mekanlarıdır. Kış aylarında yatık gelen güneş ışınını sahip olduğu şeffaf yüzeylerle içeride tutarak diğer mekanlar için dolaylı bir ısıtma sağlamaktadır. Bu şekilde iç mekan ile dış mekan arasında bir tampon bölge görevi görerek, iç mekandan dış mekana taşınım yoluyla oluşabilecek ısı kaybını ve gürültü kirliliğini engellemektedir. Ancak yaz aylarında aşırı ısınmaya neden olmaması için açılarak, teras ya da balkon olarak kullanılabilecek esnek bir tasarıma sahip olmalıdır. Doğal havalandırma işlevi de gören kış bahçeleri yaz aylarında güneş ışınlarının neden olduğu fazla ısıdan korunma, kış aylarında da ısı kayıplarının önlenmesi işlevini görürler.

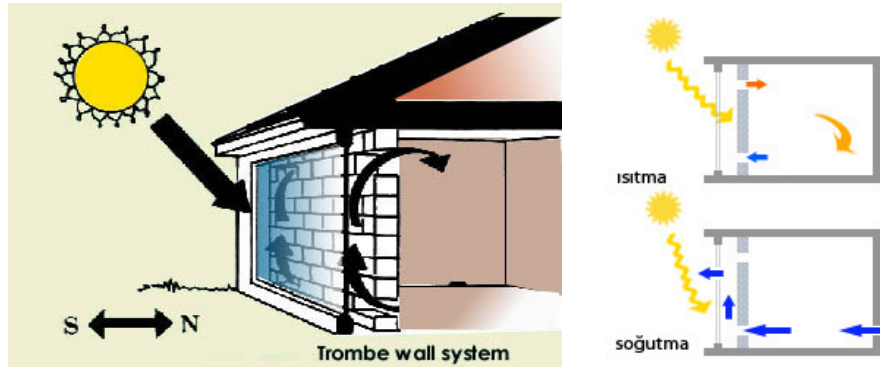
Kış bahçeleri ısı özellikleri bakımından sera ve güneş odası olarak ikiye ayrılırlar (Şekil 3.14). Seralar, doğru planlanmaları durumunda enerji kazancını arttırmaktadırlar. Enerji kazancını maksimum düzeyde tutmak için güney yönünde

tasarlanan sera modelindeki kış bahçelerinin açılan yüzeylerin camlı alanı en az 1/6 oranında ve bu açıklıkların %50'sinin alt bölümde düzenlenmesi gerekmektedir. Eğimli cam yüzeylerde, eğim açısı $\geq 20^\circ$ olmalıdır. Böylece yoğunlaşma sonucu oluşacak su, damlamak yerine cephede süzülerek tahliye edilmekte, kış aylarında güneş ışınlarının optimum açıyla iç mekana girişi sağlanmaktadır. Seralarda sıcak ve soğuk dönemlerde sıcaklık farkları çok fazladır (Göksal, 1998; Ovalı 2009: sf. 144'deki alıntı). Güneş odalarında ise güney yönü dışındaki diğer yönler yarı şeffaf veya sulu duvar bileşenlerinden oluştuğu için sıcaklık değişimleri seralara göre daha az olmaktadır. Güneş odasını diğer mekandan ayıran duvar, ısı depolamakta ve iç mekanı ısıtmaktadır. Bu duvarda havalandırma için bırakılan boşluklar döşeme alanının %20'si kadar olmalıdır (Zorer 1995; Ovalı 2009: sf. 145'deki alıntı).



Şekil 3.14 Isıl özellikleri bakımından kış bahçeleri. (Giovonni, 1998; Ovalı 2009: sf. 144'deki alıntı)

Diğer bir pasif sistem uygulaması da Trombe duvarıdır. Trombe duvarı 1967 yılında Mühendis Felix Trombe tarafından geliştirilmiştir. Trombe duvarı bir pencerenin arkasına aralarında boşluk kalacak şekilde yerleştirilen ve ısı kolektörü görevi gören bir duvardan oluşmaktadır.



Şekil 3.15 Trombe duvarı sistemi

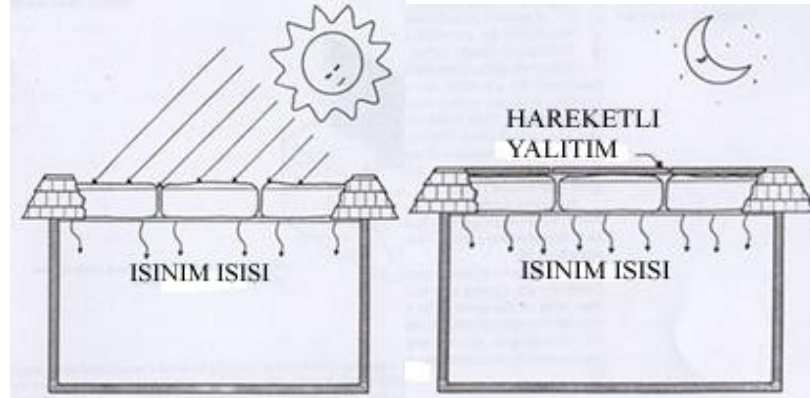
(http://www.daviddarling.info/encyclopedia/T/AE_trombe_wall.html).

Gelen güneş ışınları cam ve duvar arasındaki havayı ısıtmaktadır. Duvarda yer alan kontrollü menfezler ısıtma istendiğinde üstten ve alttan açılmakta, cam ile duvar arasına alt menfezden giren soğuk hava ısınarak üst menfezden ısıtılacak mahale geçmektedir. Soğutma da ise duvarın üst kısmında bulunan menfez kapatılmakta, camda bir boşluk açılarak ısınan hava dışarı atılmakta ve doğal serinletme sağlanmaktadır. Trombe duvarı özellikle güneşli fakat soğuk kışların görüldüğü iklim kuşakları için uygun bir sistemdir.



Şekil 3.16 Trombe duvarı uygulanmış bir yapı örneği. (Pamukkale Üniversitesi Laboratuvar Binası, <http://pau.edu.tr/tee/sayfa2433.aspx>)

Güneş enerjisinden yararlanmayı sağlayan pasif sistemlerden bir tanesi de çatı açıklıklarıdır. Soğuk mevsimlerde üstü ısı yalıtım elemanlarıyla geceleri kapatılan gündüzleri ise açılarak kullanılan sistem, su dolu havuz ya da plastik torbalar tarafından depolanan güneş enerjisinin tavandan içeriye ısı olarak aktarılması ilkesine dayanmaktadır. Sıcak mevsiminde ise bunun tersi uygulanarak, gündüzleri üstleri kapatılarak fazla ısıdan korunulmakta, geceleri ise yalıtım elemanları açılarak yapının içinden dışına ısı geçişi ile mekanın serinlemesi sağlanmaktadır (Şekil 3.17) (Bozdoğan, 2003).



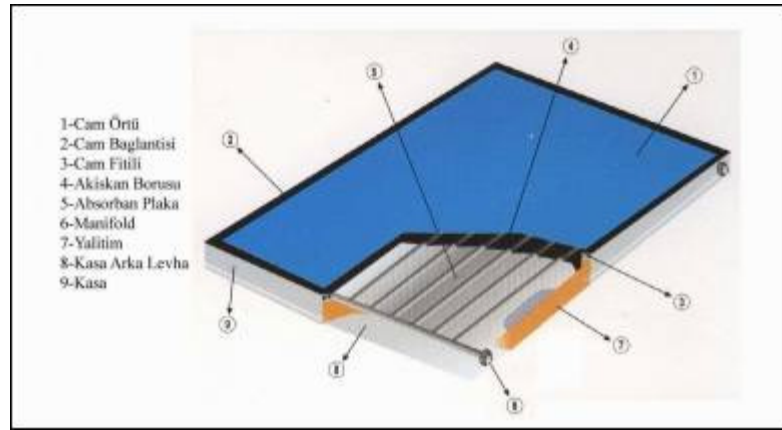
Şekil 3.17 Çatı açıklığı ile gündüz ve gece iç mekanın ısıtılması (Fisk ve Anderson, 1982, Bozdoğan,2003 Sf 41-42’den alıntı)

Pasif Sistemlere verilebilecek bir diğer örnek de bağımsız açıklıklardır. Bağımsız açıklıklar, arazinin eğiminden faydalanılarak binadan daha düşük bir kote yerleştirilen cam bir yüzeyin arkasına yerleştirilen siyah metal bir levhadan elde edilen ısı toplayıcı vasıtasıyla havanın ısıtılarak mekana aktarılması ve mekanın ısıtılması ilkesine dayanmaktadır. Isınıp yükselen hava kanallar vasıtasıyla binanın zemininin altından geçirilerek zeminin ısınması, ardından da mekanın içine alınarak iç mekanı ısıtması prensibine dayanır. Yaz mevsiminde ısı toplayıcıdaki camın üzerindeki delikler açılmakta ve ısınan hava yükselerek dışarı çıkmakta, bunun yerine topluca giren hava mekana alınarak mekanın serinlemesi sağlanmaktadır (Bozdoğan, 2003).

Aktif sistemler ise güneş ışınlarından elektrik ve ısı enerjisi elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Güneş enerjisinin yapıda aktif olarak kullanımı, güneş kolektörleri ve güneş fotovoltaik [PV] paneller olarak iki şekilde sağlanır. Aktif sistemlerin yapının tasarım aşamasında yapıya entegre edilmesi, mimarlığın temel prensiplerinden olan “estetik” fonksiyonunun sağlanması açısından çok önemlidir.

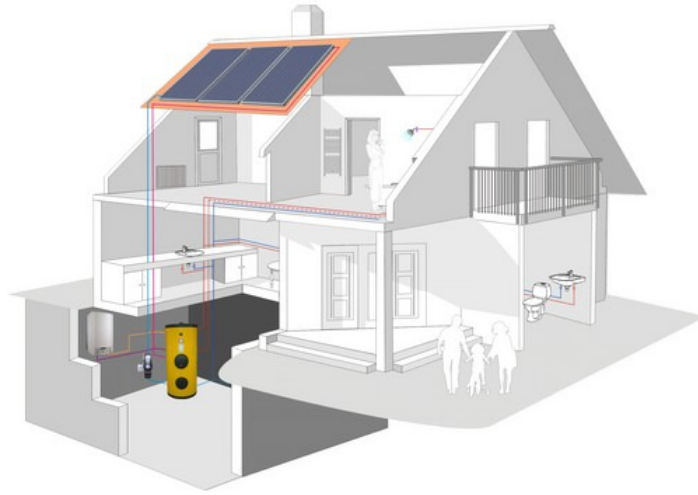
Güneş kolektörleri, güneş enerjisinden faydalanarak yapılarda ısınma ve su ısıtma amaçlı kullanılmaktadırlar. Güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerdeki aygıtlardır. En çok evlerde sıcak su ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ulaştıkları sıcaklık 70°C civarındadır. Güneş

kollektörleri, üstten alta doğru, camdan yapılan üst örtü, cam ile absorban plaka arasında yeterince boşluk, metal veya plastik absorban plaka, arka ve yan yalıtım ve bu bölümleri içine alan bir kasadan oluşmuştur. Absorban plakanın yüzeyi genellikle koyu renkte olup bazen seçiciliği artıran bir madde ile kaplanır. Kollektörler, yörenin enlemine bağlı olarak güneşi maksimum alacak şekilde, sabit bir açıyla yerleştirilirler. Güneş kollektörlü sistemler doğal dolaşım ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılır. Bu sistemler evlerin yanında, yüzme havuzları ve sanayi tesisleri için de sıcak su sağlanmasında kullanılır. Bu konudaki Ar-Ge çalışmaları sürmekle birlikte, bu sistemler tamamen ticari ortama girmiş durumdadırlar. Dünya genelinde kurulu bulunan güneş kollektörü alanı 30 milyon m²'nin üzerindedir (EİE).



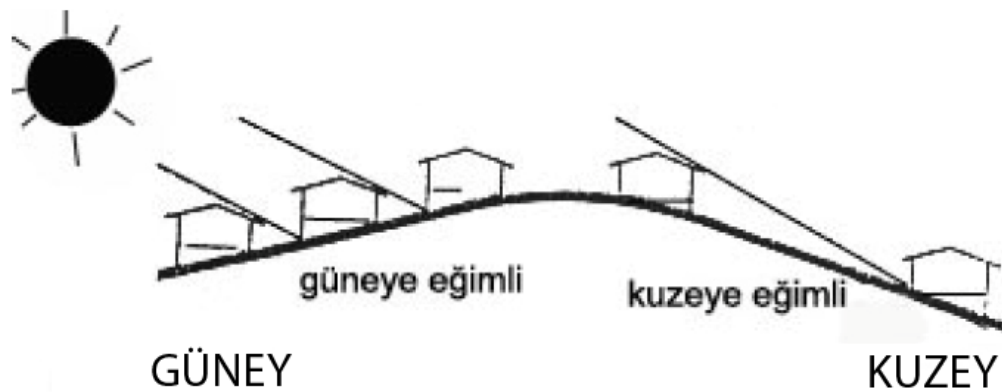
Şekil 3.18 Güneş kolektörü detayı (<http://www.unienerji.com/?p=374>)

Güneş kollektörleri yapılar belirli açılarla konumlandırılmalıdır. Bu açılar uygulanacak yapının bulunduğu iklim, coğrafi konum ve ne zaman kullanılacağı gibi kriterlere göre yapılan hesaplarla bulunan açılara göre konumlandırılır. Güneşten en iyi derecede faydalanabilmek için kuzey yarı kürede güneye, güney yarı kürede kuzeye bakacak şekilde yerleştirilirler. Eğim açısı kabaca, kollektörün uygulanacağı yerin enlem derecesinden yaz aylarında 15 derece az, kış aylarında ise 15 derece fazla olacak şekilde yerleştirilir. (Tekiz, 2001; Bekar, 2007 Sf 34'deki alıntı)



Şekil 3.19 Güneş kolektörlerinin konutta kullanım diyagramı.
(http://www.yapi.com.tr/UrunHaberleri/e-c-adan-merkezi-kazan-ile-entegre-edilmis-gunes-kolektorleri-ve-boylerler_69988.html)

Kollektörler çatıya ya da cepheye yerleştirilebilirken ekipmanları bodruma yerleştirilmelidir. Kollektörler üzerine gelen güneş ışığının kesilmemesi için çok katlı binalar kuzey yönüne, az katlı binalar ise güney yönüne yerleştirilmelidir. Ayrıca güneye doğru eğimli yamaçlarda güneş ışınları yeryüzüne dik bir açıyla geldiğinden binalar daha sık aralıklarla, kuzeye eğimli olanlarda ise güneş ışınları daha yatık bir açıyla geldiğinden binalar daha seyrek aralıklarla yerleştirilmelidir.



Şekil 3.20 Farklı yöne bakan yamaçlardaki bina yerleşimi. (Özügül, 1998; Bekar, 2007 Sf 34'deki alıntı)

Güneş kollektörleri diğer aktif güneş enerjisi sistemlerine göre daha ekonomiktir. Örneğin, ılıman iklim kuşağında yer alan 100 m²'lik bir konutun günlük enerji ihtiyacı yaklaşık 10 kWh olarak alındığında, 100 litrelik kapalı dolaşımli bir kollektör sisteminin ilk yatırım maliyeti yaklaşık 6.500\$ civarındadır. Sistem ömrü 5-10 yıl arasında olup, ilk yatırım maliyetlerini 2-4 yıl içerisinde geri kazanmaktadır. (Bekar, 2007)

Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır.

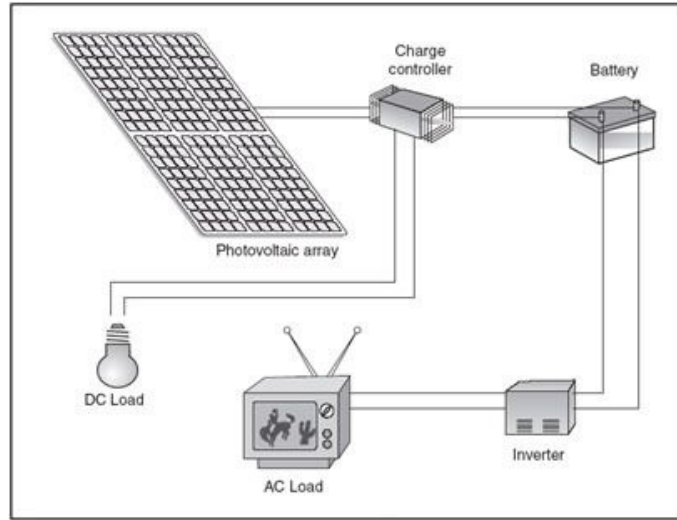


Şekil 3.21 Fotovoltaik panellerin konutta kullanım diyagramı.

(http://www.solar-academy.com/menu_detay.asp?id=1418)

Güneş pilleri (Fotovoltaik paneller) fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Pili 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. Güneş pillerinden gelen DC akım bir dönüştürücü

(inverter) yardımıyla AC akıma dönüştürülür ve elektronik aletlerde kullanılır. Güneş pilleri kullanılmayan fazla enerjiyi akülerinde depolamakta ya da şehir şebekesine verilmektedir.



Şekil 3.22 Fotovoltaik panellerde elektrik üretim şeması.

(<http://mapawatt.com/2009/04/24/solar-pv-diagram/>)

Güneş pilleri, güneş kollektörlerine göre daha yüksek verimle çalışmakla birlikte ilk yatırım maliyetleri yüksektir. Günümüzde güneş pillerinin maliyetlerini düşürmek için çalışmalar devam etmektedir. Örneğin, ılıman iklim kuşağında yer alan 100 m²'lik bir konutun günlük enerji ihtiyacı yaklaşık 10 kWh olarak alındığında, sistemin maliyeti yaklaşık 10.000\$-20.000\$ arasında değişmektedir (Bekar, 2007).



Şekil 3.23 Konut çatısında fotovoltaik panel kullanımı örneği.

(<http://www.bestsolarboilers.com/solarpanels/>)

Güneş pillerinin bir avantajı da şeffaf modüller kullanılarak giydirme cephe sistemi şeklinde ya da sabit-hareketli gölge elemanları olarak düz ya da dairesel formlarda da tasarıma entegre edilebilmeleridir. Pillerden en iyi verimi alabilmek için güneş ışınlarının panellere dik ve ya dike yakın bir açıyla gelmesi gerekmektedir. Kuzey yarım kürede güneş ışınlarının en dik geldiği yönler güneydoğu ve güneybatı yönleridir.



Şekil 3.24 Giydirme cephede şeffaf fotovoltaiik panel uygulaması örneği- Jako Bau Binası/Almanya.

(<http://www.gehrlicher.com/en/home/press/details/article/gehrlicher-and-masdar-pv-have-launched-a-pilot-project-for-a-pv-facade-installation-1/>)



Şekil 3.25 Fotovoltaik panellerin dairesel formda kullanım örneği- Stryia Country (<http://chicagosolararchitects.com/wordpress/?tag=solar-energy>)

Günümüzde bu sistemler konutlardan, gsm operatörlerinin enerji hattı çekilmesi zor yerlerde kurduğu baz istasyonlarına, güneş tarlalarından sokak aydınlatmalarına kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 3.26 Fotovoltaik paneller ile çalışan sokak aydınlatma armatürü. (<http://www.elektrosolar.com.tr/60-solar-cadde-sokak-aydinlatma.html>)



Şekil 3.27 Fotovoltaik panel ile çalışan gsm baz istasyonu.
(http://www.solar-santral.com/menu_detay.asp?id=436)

3.1.1.2.2 Rüzgar Enerjisi. Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltan ve çevreye zarar vermeyen bir diğer enerji türü de rüzgar enerjisidir. Rüzgar enerjisi, artık rüzgar türbinleri sayesinde elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Aslında rüzgar enerjisinin kaynağı da güneş enerjisidir. Güneş ışınları yeryüzünü homojen olarak ısıtamadığı için ortaya çıkan sıcaklık farkı nedeniyle basınç farklılıkları oluşmaktadır. Rüzgar bu basınç farkı nedeniyle oluşan hava hareketidir.

Dünya Rüzgar Enerji Kurumu (WWEA) raporuna göre 2008 yılı sonu itibariyle 121.190 MW'lık rüzgar enerjisi santrallerinden elde edilen 260 TWh'lık elektrik tüm dünya elektrik tüketiminin %1.5'ine eşdeğerdir. Rüzgar enerjisi, gelişimi ve yarattığı ekonomik imkanlarla en dinamik enerji kaynağı durumundadır. 2020 yılında elektrik tüketiminin %18'inin rüzgardan karşılanacağı öngörülmektedir. (Tolun, 2009)

Rüzgar türbinleri bir kafanın üzerine oturtulmuş iki veya üç kanat sayesinde enerjisini yakalamaktadır. Kanatlar bir uçak kanadı gibi işlev görmektedir, alçak basınçlı hava kanatları yukarı doğru iterken, bu güç karşıdan gelen rüzgarın yarattığı güçten çok daha fazla olduğu için bu iki gücün bileşkesi sayesinde kanatlar bir pervane gibi dönmeye başlar, oluşan kinetik enerji de elektrik enerjisine çevrilir.

Rüzgar türbinleri ürettikleri güce göre küçük ölçekli, orta ölçekli ve büyük ölçekli olmak üzere üç grupta toplanırlar. Küçük ölçekli rüzgar türbinlerinin güçleri 10 kWh'dan küçük, orta ölçekli rüzgar türbinlilerinin güçleri 10-100 kWh arası, büyük ölçeklilerin rüzgar türbinlerinin güçleri ise 100 kWh'den büyüktür. Büyük ölçekli rüzgar türbinleri rüzgarın en çok olduğu yere kurulduğunda genel olarak enerjinin kullanılacağı yere uzak kalabilmektedir bunun bir nedeni de büyük ölçekli rüzgar türbinlerinin çalışma esnasında ortaya çıkan gürültü problemidir.



Şekil 3.28 Büyük ölçekli rüzgar türbinleri.

(<http://www.enerjidonusumleri.com/ruzgar-turbini-ve-ruzgar-enerjisinin-donusumu.html>)

Büyük ölçekli rüzgar türbinleri genellikle şehir şebekesine bağlı çalışırken, konut gibi yapılarda tek kullanılan küçük ve orta ölçekli türbinler ise akülere ya da başka sistemlere bağlı olarak tercih edilmektedirler. Sistemlerin tek kaynağı rüzgar olduğundan yoğun yapılaşmanın dışında, rüzgar almaya uygun ve genelde yapının en yüksek kısmında kullanılmaktadırlar. Sistemin bina dışına yerleştirilmişse, konutla bağlantısı genellikle toprak altından, zemin kattan ya da bodrum kattan tercih edilir. Eğer türbinler konutun üzerine yer alıyorsa, ekipmanlar çok büyük olmadığından genellikle türbinlere yakın bir yere (çatı arası vb.) yerleştirilir.



Şekil 3.29 Küçük ölçekli rüzgar türbinlerinin konutlarda kullanım örneği. (https://www.eere-pmc.energy.gov/PMC-News/EERE-Program_News_12-08.aspx)

Örneğin ılıman iklim kuşağında yer alan 100 m²'lik bir konutta günlük ortalama enerji ihtiyacı 10 kWh olarak alınırsa, bir saat içinde üretilen elektrik miktarının maliyeti 4-6 cent arasında değiştiğinden sistemin ilk yatırım maliyeti 4000\$-5000\$ arasında değişmektedir. Bu miktarın %10 ile %20'si yıllık kullanım masrafı olarak kabul edilmektedir (Bekar, 2007).



Şekil 3.30 Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi.
(<http://bahrainfreedom.org/NEWS/NewsContent/tabid/69/ArticleId/43/US-union-group-seeks-to-halt-trade-pact-with-Bahrain-over-kingdoms-crackdown.aspx>)

Rüzgar türbinlerinin yapılarda kullanıldığı en çarpıcı örneklerden birisi Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi'dir. 2008 Yılında bitirilen 240 metre yüksekliğinde ve 50 katlı olan Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, dünyanın ilk rüzgar gücüyle elektrik üreten rüzgar türbini entegre yüksek binasıdır. 29 metre kanat çaplı, 3 adet yatay eksenli rüzgar türbini, yılda 1100 ~ 1300 MW saat'lik üretimleriyle, binanın yıllık elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık yüzde 15'ini karşılamaktadır. Türbinlerden üretilen elektrik enerjisi, 300 evin ihtiyacı olan enerjiye eşittir. Rüzgar türbini, mimari tasarım üzerinde büyük bir etkiye sahip olup binanın, rüzgarı toplayarak türbine yönlendiren bir mekanizmaya dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Bahreyn Ticaret Merkezi'nin şeklinden görüleceği gibi rüzgarın gücünü artırabilmek için kuleler dışa doğru üçgen formda dizayn edilmiş. Bu dizayn şekli rüzgarı merkeze yönlendirerek, rüzgarın türbinlere dik bir açıyla çarpmasını sağlayarak, rüzgar gücünü ortalama olarak yüzde 30 oranında artırmıştır. Türbinler günün yarısı kadar bir süre aktif olarak çalışabilmektedir.



Şekil 3.31 COR Binası, Miami/ABD. (<http://inhabitat.com/new-green-tower-in-miami-the-cor-building/>)

Henüz inşa edilmemiş olmasına rağmen adından sıkça söz ettiren diğer bir rüzgar türbinli yapı tasarımı da Oppenheim Mimarlık tarafından tasarlanmış olan Ekolojik COR Binası'dır. Rüzgar türbinleri ile oldukça estetik bir görüntü

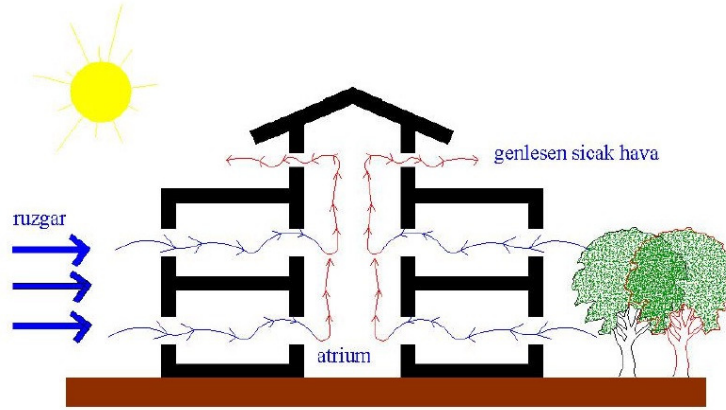
oluşturacak şekilde tasarlanmış bina kabuğu aynı zamanda yalıtım için termal kütleyi, doğal soğutma için gölgeyi, teraslar için engelleri, tribünler için donanımı ve zemindeki birleşme için yarı açık galerileri de sağlamaktadır.



Şekil 3.32 Rüzgar enerjisi ile çalışan bir sokak aydınlatma armatürü örneği.

(<http://www.residential-wind-power.com/2010/02/vertical-axis-wind-turbines-to-power-street-lights/>)

Rüzgar türbinleri tıpkı PV panellerde olduğu gibi yapı dışında da sokak armatürleri, GSM baz istasyonları gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisinden elektrik elde etme yöntemi aktif bir sistem olup, rüzgardan pasif olarak da yararlanmanın yolları vardır. Tasarım aşamasında göz önünde bulundurulan hakim rüzgar yönü ve iklim şartları yapıya aktarılıp yapının doğal yollarla havalandırılması ve serinletilmesi sağlanabilmektedir. Özellikle nemli ve sıcak iklim bölgelerinde yerleşimlerde hakim rüzgar yönü doğrultusunda oluşturulan binalar arası ya da bina içerisindeki koridorlar vasıtasıyla yapı içindeki ısıнын düşürülmesiyle rüzgar enerjisinde pasif olarak yararlanılabilmektedir. Geleneksel Türk evlerinde yer alan sofa ve avlu sistemi de pasif havalandırma örneğidir.

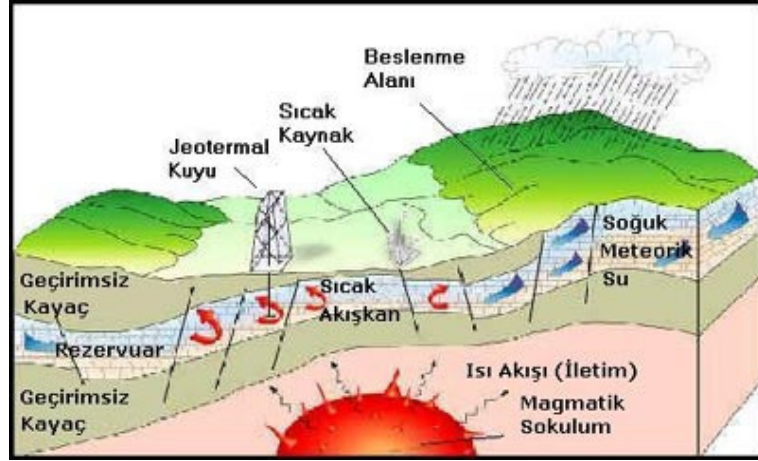


Şekil 3.33 Doğal havalandırma çalışma prensibi (Bekar, 2007)

3.1.1.2.3 Jeotermal Enerji. Fosil yakıtlara diğer bir alternatif enerji kaynağı da yer kabuğu tarafından toprağın alt kısımlarında ısı şeklinde toplanmış olan jeotermal enerjidir. Jeotermal enerji yerkürenin iç ısısidir. Bu ısı merkezdeki sıcak bölgeden yeryüzüne doğru yayılır.

Jeotermal kaynakların; ısı kaynağı, Isıyı yeraltından yüzeye taşıyan akışkan ve Suyun dolaşımını sağlamaya yeterli kayaç geçirgenliği olmak üzere üç önemli bileşeni vardır. Jeotermal enerji çoğunlukla yerkabuğundaki kayaçlarda, ikincil olarak da kayaçlardaki çatlakları, gözenekleri dolduran su, su buharı veya diğer akışkanlarda bulunur. Bu yayılmış enerjiyi kullanılabilir hale getirmek için önce büyük hacimlerdeki kayaç kütlelerinden toplanması ve sonra da bir boşaltım noktasına taşınması gereklidir. Yerkabuğunun en üst bir kaç kilometrelik bölümünde neredeyse bütün kayaçlarda bulunan su, enerjiyi toplamak ve almak için bir mekanizma oluşturulmasını sağlar (EİE, 2011).

Jeotermal suyu ve sahip olduğu ısıl enerjiyi ekonomik olarak elde edebilmek için suyun içinden geçtiği kayaçların çok miktarda su içermeleri ve geçirgenliklerinin fazla olması gerekir.



Şekil 3.34 Jeotermal enerji diyagramı. (İzmir Jeotermal)

Jeotermal enerji; elektrik enerjisi üretimi, merkezi ısıtma, merkezi soğutma, sera ısıtması vb. ısıtma/soğutma uygulamaları, proses ısısı temini, kurutma işlemleri gibi endüstriyel amaçlı kullanımlar, karbondioksit, gübre, lityum, ağır su, hidrojen gibi kimyasal maddelerin ve minerallerin üretimi, termal turizm'de kaplıca amaçlı kullanım, düşük sıcaklıklarda (30 °C'ye kadar) kültür balıkçılığı, mineraller içeren içme suyu üretiminde kullanılmaktadır.

Dünyada;1995'den 2000 yılına kadar, jeotermal elektrik üretiminde %17, jeotermal elektrik dışı uygulamalarda ise % 87 artış olmuştur. Filipinler'de toplam elektrik üretiminin %27'si, Kaliforniya Eyaleti'nde %7'si, İzlanda'da toplam ısı enerjisi ihtiyacının %86'sı jeotermalden karşılanmaktadır (EİE). Jeotermal akışkanların sahip olduğu enerji potansiyelinden yararlanmak için sürekli olarak yeni teknolojiler üretilmekte ve bunlar sayesinde doğal çevreye zarar vermeden, düşük bir maliyetle binaların ısıtılması ve soğutulması, sıcaklığın ve soğukluğun depolanması mümkün olmaktadır.

Jeotermal enerji ile ısıtılıp soğutulan yapılara örnek olarak Berlin Parlamento Binası verilebilir. Berlin'deki Parlamento Binası jeotermal enerji ile ısıtılıp soğutulmaktadır. 60 Metre derinlikteki yer altı suyunu taşıyan tabaka kış aylarında yapıyı ısıtırken, yazın serinletici olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.35 Berlin Parlamento Binası-Almanya

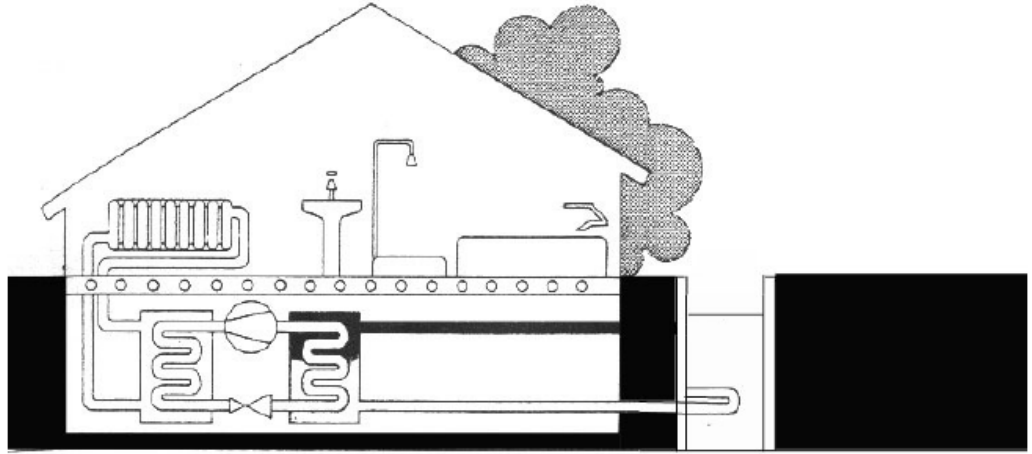
(<http://www.clas.ufl.edu/users/oren/Berlin%20Tour%20Index%20Page.html>)

Türkiye’de ilk jeotermal kuyusu 1963 yılında Denizli’de açılmıştır. 1984 Yılında ise Avrupa’nın İtalya’dan sonraki en büyük jeotermal enerji santrali Denizli’de üretime başlamıştır. Ayrıca Şanlıurfa’da 250 dönümlük bir jeotermal sera bulunmaktadır. Türkiye jeotermal kaynaklarının en büyük kısmını kaplıca turizminde kullanmaktadır (EİE).

Yer altı suları yaklaşık 10m derinlikten itibaren sabite yakın bir ısıya ulaşmaktadır. Jeotermal enerji elde edebilmek için **ısı pompaları, kuyu içi ejanjörler** ve **ısı boruları** sistemleri kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan sistem jeotermal akışkanı yeryüzüne çıkarmadan çalıştığı için kuyu içi eşanjör sistemidir. Jeotermal enerji içeren akışkanlar, düşük ($20^{\circ}-70^{\circ}\text{C}$), orta($70^{\circ}-150^{\circ}\text{C}$) ve yüksek(150°C ’den fazla) sıcaklıklı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek sıcaklıklı akışkanlardan elektrik üretiminde, düşük ve orta sıcaklıktaki akışkandan ise ısıtma ve soğutmada yararlanılmaktadır (Sev, 2009) .

Jeotermal enerji tesisleri düşük bakım maliyetine sahip olsalar da araştırma ve ilk yatırım bedelleri yüksektir. Jeotermal enerjinin uzak mesafelere iletilmesi için yüksek miktarda elektrik enerjisi sarf etmek gerekmektedir. Bu nedenle jeotermal enerjinin verimli kullanılabilmesi için ısıtma amaçlı kullanımlarda kaynağın yerleşim yerlerine yakın olması gerekmektedir (Aksoy, 2009).

Ayrıca jeotermal enerji ancak fay kırıklarından çıktığından jeotermal enerji sistemleri fay hatları üzerinde kurulabilmektedir. Jeotermal enerjiden faydalanmak isteyen bir yapının deprem riskleri göze alınarak tasarlanması gerekmektedir. Jeotermal enerji binalara toprak altından borular ile iletilmektedir.



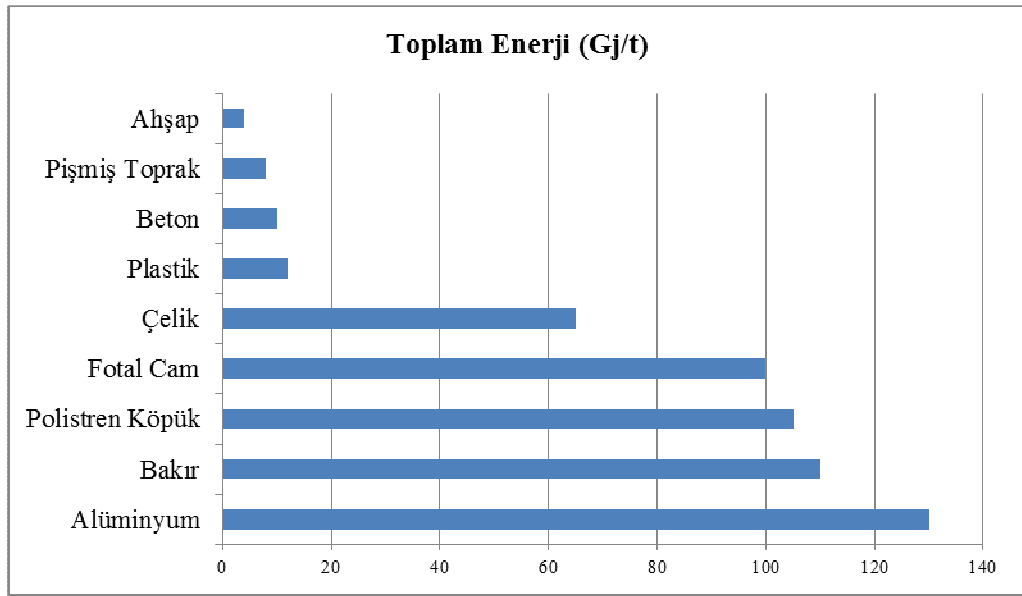
Şekil 3.36 Isı pompalarının konutlarda kullanımı (Hepbaşlı, 1983; Bekar 2007 sf 81'deki alıntı)

Isı pompalarının sistem ekipmanları ve sondaj kuyuları geniş bir alana ihtiyaç duymaktadırlar. Bu nedenle şehir içi bitişik nizam yerleşmeler için sistem uygun değildir. Sistem için gerekli çevrim mekanizması için bir alana ihtiyaç vardır, genellikle sistem ekipmanları bodrum kata yerleştirilmelidir. Isı pompaları, toprak altından bağlantı boruları ile sıcak akışkan aktarımını ve yeraltından alınan sıcak akışkanın tekrar yeraltına geri verilmesini sağlamaktadır. Örneğin ılıman iklim kuşağında yer alan 100 m²'lik bir konutta günlük ortalama enerji ihtiyacı 10 kWh olarak alınırsa, sistemin ilk yatırım maliyeti 100\$/m² olup, toplam 10.000\$ olmaktadır (Bekar, 2007). Isı pompaları yaz aylarında toprağın ısısı dış ortama göre daha düşük olduğunda soğutma için de kullanılabilirler.

3.1.1.3 Etkin Malzeme Ve Ekipman Seçimi

3.1.1.3.1 Düşük Gömülü Enerjili Malzeme Seçimi. Malzeme seçiminde hammaddenin elde edilmesi, işlenmesi ve taşınması için gereken toplam enerjinin dikkate alınması gerekmektedir. Örneğin alüminyum üretiminde büyük miktarda

elektrik enerjisi harcanır (Şekil 3.37). Geri dönüştürülmüş alüminyumun ise gömülü enerjisi daha düşüktür. Düşük enerjili malzeme seçimi yapının çevresel etkilerini de azaltmaktadır. İlk defa kullanılacak bir yapı malzemesinin büyük oranda geri dönüşümlü madde içeren türden olması önemlidir. (Sev, 2009) Malzeme seçiminde mümkün olduğunca kolay elde edilebilir, işlenmeye gerek duymayan doğal yapı malzemelerinin seçimine öncelik verilmelidir.



Şekil 3.37 Yapı malzemelerinin gömülü enerji değerleri (GJ/t). (Sev, 2009)

3.1.1.3.2 Enerji Tasarrufu Sağlayacak Malzeme Ve Ekipman Seçimi. Yapılarda harcanan enerjinin büyük bir bölümü de ısıtma ve soğutma esnasında kullanılmaktadır. Yapıların en büyük ısı kazancı ve kaybı dış yüzeylerinde meydana gelmektedir. Bu nedenle bina kabuğunun etkin tasarımı ve detaylandırılması, ısıtma ve soğutma yükünden büyük tasarruf sağlamaktadır. Örneğin en çok ısı kaybının yaşanabileceği kuzey cephesinde alınacak bir yalıtım önlemi kış aylarında binanın ısı kaybını ciddi oranda azaltabilmektedir. Bina cephelerinde en büyük ısı kaybının yaşandığı yüzeylerden bir tanesi de pencerelerdir. Camın performansını belirleyen özellikleri ısı ve ışık geçirim katsayılarıdır. İklim şartlarına, kullanılacağı cepheye ve yapının işlevine göre doğru seçilecek camlar ısıtma ve soğutmada önemli miktarda enerji tasarrufu sağlayabilir. Özellikle soğuk iklime sahip yerleşim alanlarda yüksek performanslı cam kullanılması gerekmektedir. Aynı şekilde pencerelerde kullanılan

doğramaların özellikleri de ısıнын korunumu için önemli bir faktördür. Örneğin metal doğramaların ısı iletkenlik değeri yüksek olduğundan kullanılırken gerekli yalıtım önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Cephedeki ısı kaybını azaltmak için son yıllarda özellikle yüksek yapılarda başvurulan bir sistemde çift cidarlı cephe uygulamasıdır. Bu sistem normal bina cephesinin dışına ikinci bir kabuk yapılarak iki kabuk arasında bir hava boşluğu yaratılması esasına dayanır. Bu hava boşluğu özellikle yüksek binaların en büyük problemlerinden birisi olan doğal havalandırma sorununa getirdiği çözümlerle insan sağlığı ve konforu açısından da önemli bir çözüm yöntemi olmuştur.

Yapının kullanımı esnasında ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi enerji ihtiyacının yüksek olduğu alanlarda enerji tasarrufu sağlayan ekipmanların tercih edilmesi enerjinin korunumu açısından önemlidir. Her ne kadar enerji tasarruflu ekipmanların ilk yatırım maliyeti yüksek olsa da uzun vadede ekonomik ve çevresel yararları bu maliyeti fazlasıyla karşılamaktadır. Örneğin aydınlatma için normal ampullerin yerine elektrik tasarrufu sağlayan ampullerin seçilmesi, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, buzdolabı gibi elektrikli aletlerin düşük tüketim değerine sahip A sınıfı ürünler seçilmesi enerji tasarruflu ekipman seçimine örnek gösterebilir.

3.1.2 Suyun Korunumu

Suyun etkin kullanımı ekolojik yapı yaklaşımlarında göz önünde bulundurulmuş önemli etkenlerden bir tanesidir. Su, yapılarda içme, temizlik, kullanma ve sulama gibi farklı amaçlarda kullanılmaktadır. Suyun etkin kullanımının amacı kullanılan su ve atık su miktarını azaltarak enerji ve kaynak tasarrufu sağlamaktır. Suyun etkin kullanılmasında aşağıdaki yöntemler izlenebilir;

3.1.2.1 Su Tüketiminin Azaltılması

Günümüzde her alanda ilerleyen teknoloji vitrifiye ürünlerinde de ilerlemiş ve tasarruflu vitrifiye ürünleri geliştirilmiştir. Günlük hayatta el yıkama, bulaşık yıkama, duş alma, diş fırçalama eylemleri esnasında sıklıkla kullandığımız musluklardan da tasarruf edilebileceği bilinmektedir. Günümüze hala kullanımı devam etmekte olan manuel kullanımlı geleneksel muslukların yerine tasarlanan yüksek basınçlı, düşük debili ve fotoselli armatürler su kullanımında %30'a varan su tasarrufu sağlamaktadır.

Aynı şekilde iş yerlerinde ya da konutlarda tuvaletlerde kullanılan ve su yerine kimyasal bir sıvı ile temizleme yapan kaygan yüzeyli pisuvar ve vakumlu biyokompoze tuvaletler su kullanımını büyük ölçüde azaltmaktadır. Biyokompoze tuvaletler atık suyu yerinde arıtmakta, arıtılan su bahçe sulamada kullanılmakta, ya da kanalizasyona arıtılmış su olarak verilerek şehir şebekesinin arıtma yükünü azaltmaktadır (Sev, 2009).

3.1.2.2 Suyun Yeniden Kullanılması

Bina çatısına gelen ya da bina yüzeyinden süzülen yağmur sularının bir noktada toplanması ve bahçe sulama, tuvaletler ve temizlik için kullanılması yoluyla da su kullanımından tasarruf etmek mümkündür. Özellikle yıllık yağış ortalaması yüksek olan yerleşim yerlerinde yağmur suyu kullanımı yapı tasarımına entegre edilerek, depolama ve arıtma işlemleriyle günlük kullanım kaynaklı su ihtiyacının bir kısmını karşılayabilmektedir.

Suyun yeniden kullanılması yöntemlerinden bir tanesi de geri dönüşümdür. Yapılarda el yıkama, bulaşık ve çamaşır yıkama sonucu oluşan su tuvaletlerde kullanılan su kadar pis olmadığından, basit arıtma sistemleriyle sulama ve ya rezervuarlarda kullanılacak kadar arıtılabilir. Bu yaklaşım gri su olarak adlandırılan kullanılmış suyun yapı içinde ikinci kere kullanılmasını sağlayarak su kullanımından

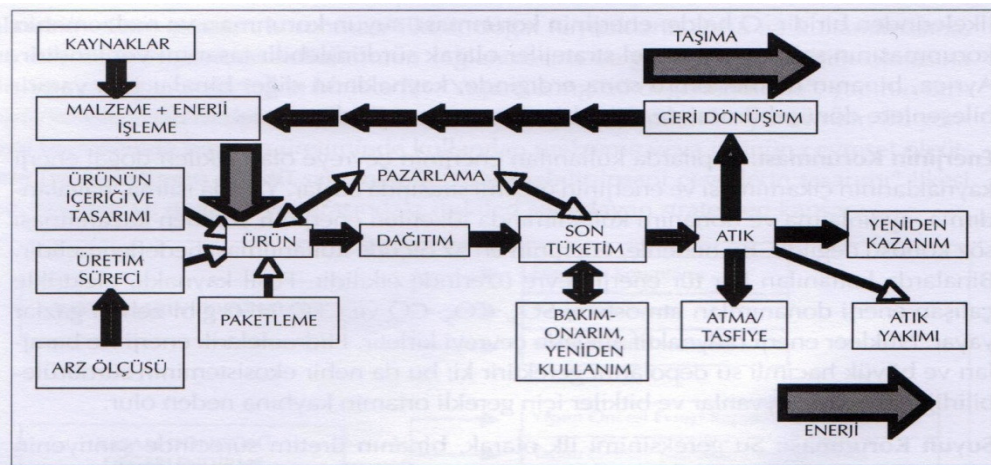
tasarruf edilmesini sağlayabilir. Bu sistemin yapıda uygulanabilmesi için tasarım aşamasında projelendirilip uygulanması gerekmektedir.

3.1.2.3 Su Korunumu Sağlayan Peyzaj Tasarımı

Peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bitkilerin seçimi doğru yapılmazsa sulanmaları için gerekli su miktarı zaman zaman ciddi bir su tüketimine neden olmaktadır. Bu nedenle yapının çevresindeki peyzaj düzenlemesi yapılırken yerleşim yerindeki iklimsel koşullar göz önünde bulundurulmalı ve bu iklim koşullarına uygun bitkiler seçilmelidir. Örneğin kurak bir iklime sahip yerleşim alanında peyzaj düzenlemesinde seçilecek bitkilerin de kuraklığa dayanıklı ve çok fazla sulama gerektirmeyen bitkiler olması peyzaj sulaması için gerekli su ihtiyacını azaltacak ve tasarruf sağlayacaktır.

3.1.3 Malzemenin Korunumu

Daha önce değinilen düşük gömülü enerjili malzeme kullanımının yanı sıra yapının tasarım aşamasında alınacak kararlar sayesinde yapının yaşam döngüsündeki girdiler ve çıktılar azaltılabilir. Bu azalma maddenin üretim aşamasından, malzemenin yok oluş aşamasına kadar ihtiyaç duyabileceği enerjiden tasarruf edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3.38 Yapı malzemesinin yaşam döngüsü (Çelebi, Gültekin, Harputgöl, Bedir ve Tereci, 2008)

3.1.3.1 Malzeme Korunumu Sağlayan Tasarım

Yapı malzemeleri mümkün olduğunca standart tutulmalı ve tasarım buna göre şekillenmelidir. Modüller halinde tasarlanmış ya da standart olarak seçilmiş yapı malzemelerinin üretimleri daha hızlı yapılacaktır bu da işçilik maliyetlerini düşürecektir. Malzeme zayıflarının fazla olması, şantiyeye gelen malzemenin boyutlarının yeninde ayarlanmak zorunda kalınması kaynak kaybına ve iş gücü kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle malzeme zayıflarını minimuma indiren ve standart hale getirilmiş malzemelerin kullanıldığı tasarım yaklaşımı malzemenin korunumunu sağlamış olacaktır.

Malzeme korunumu ve dolayısıyla enerji tasarrufu sağlayacak yaklaşımların başında mevcut yapıların yeniden kullanılması gelmektedir. Bir yapı yapım aşamasından yıkım aşamasına kadar çevre ile etkileşim halindedir. Bu nedenle yapı fiziksel ömrü sürdüğü sürece yıkıp yeniden yapmaktansa mevcut yapıya işlevsellik kazandırarak yapılardan mümkün olduğunca uzun süre faydalanmayı sağlamak da ekolojik mimarlığın bir parçasıdır (Koçhan, 2002) .

Zaman içerisinde fonksiyonunu yitiren yapılar eğer fiziksel ömrünü tamamlamamışsa rehabilite edilerek yeni fonksiyonlar kazandırılabilir. Bu yaklaşım mevcut eski yapının yıkılarak yerine yeni bir yapı yapılması işlemlerinde ihtiyaç duyulacak enerji ve kaynak ihtiyacından tasarruf edilmesini sağlamanın yanı sıra doğal çevreye verilecek zararı da azaltabilir. Ancak her eski yapıyı korumak belirtilen tasarrufu sağlamayabilir. Eski yapılar genellikle bakım işletim maliyetleri yüksek yapılardır. Bu nedenle bu yaklaşım izlenmeden önce yapılacak olan iyileştirmenin uzun vadede tasarruf mu sağlayacağı yoksa daha büyük enerji ve kaynak harcanmasına neden olup olmayacağı iyi hesaplanmalıdır.

3.1.3.2 Uygun Malzeme Seçimi

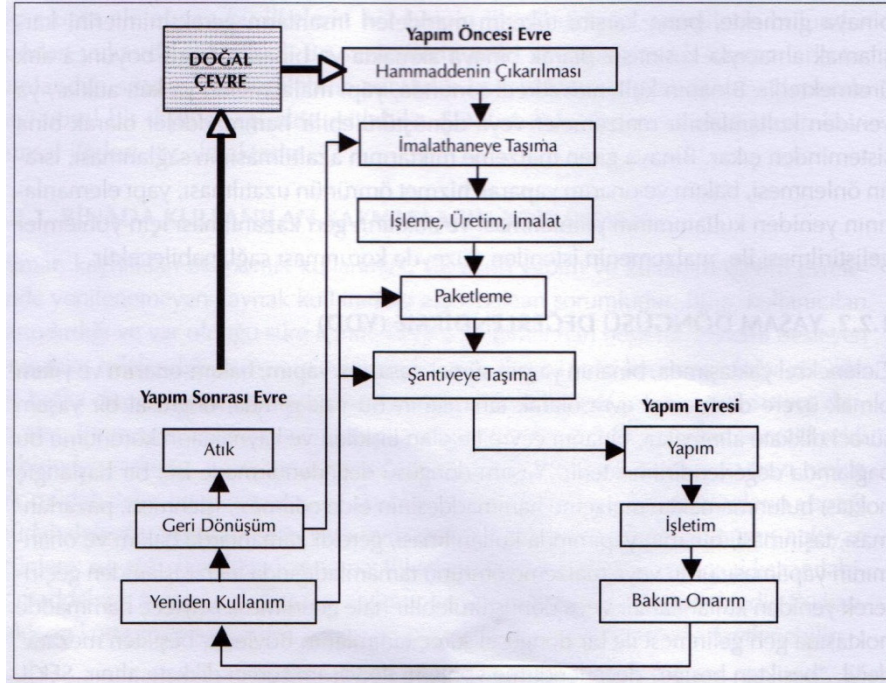
Malzeme seçiminde uzun ömürlü ve az bakım gerektiren malzeme seçimine dikkat etmek gerekmektedir. Uzun ömürlü malzemeler daha az bakım gerektirir. Uzun ömürlü malzeme seçimi yenileme için harcanacak enerji ve malzeme sarfiyatını önleyerek bakım masraflarının ve bakım için gerekli enerji ihtiyacının azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca yenileme sonrası atık oluşumunu da en aza indirgeyecektir.

Fiziksel ve işlevsel ömrünü tamamlamış yıkılması gereken yapılar yeni yapılacak olan yapılar için kaynak oluşturabilir. Ömrünü doldurmuş malzemelerin yok edilmesi çeşitli atıklara sebep olarak doğal çevreye ciddi zararlar verebilmektedir. Bir malzemenin üretim aşamasında ihtiyaç duyulan enerji düşünüldüğünde, ömrünü doldurmuş malzemenin bir kısmının bile geri dönüştürülerek tekrar kullanılmasıyla enerji tasarrufu sağlanabilir. Ahşap, çelik, cam, alüminyum gibi malzemeler geri dönüşüme olanak tanıyan malzemelerdir. Bunlar bir yapıdan sökülerek başka bir yapıda aynı ya da farklı işlevlerde kullanılabilir malzemelerdir.

3.2 Yaşam Döngüsü Tasarımı

Geleneksel yaklaşımda, binanın yaşam süreci tasarım, yapım, bakım-onarım ve yıkım olmak üzere dört temel evre olarak tanımlanır. Bu yaklaşımda, doğrusal bir yaşam süreci dikkate alınmakta, binanın çevre ile olan ilişkileri ve kaynakların korunumu bu bağlamda değerlendirilmemektedir. Yaşam döngüsünde ise; bir başlangıç noktası bulunmamakta olup, malzeme hammaddesinin elde edilmesi, işlenmesi, pazarlanması, taşınması, binanın yapımında kullanılması, gerekli zamanlarda bakım ve onarımının yapılması, ürün veya malzeme ömrünü tamamladığında tekrar işleminden geçirilerek yeniden kullanılabilir veya dönüştürülebilir hale getirilmesi, böylece hammadde noktasına geri gelinmesi ile döngüsel bir süreç tanımlanmaktadır (Yapı Çevre İlişkileri, 2008). Geleneksel yaklaşımının sürdürülebilir yapılar yapılmasında yetersiz kalması ortaya yaşam döngüsü değerlendirme yaklaşımını çıkartmıştır. Yaşam döngüsü değerlendirme

yaklaşımında yapı; yapım öncesi, yapım dönemi ve yapım sonrası dönemi olmak üzere üç ana aşamada ele alınır.



Şekil 3.39 Ekolojik yaklaşımda yapıların yaşam döngüsü (Çelebi, Gültekin, Harputgöl, Bedir ve Tereci, 2008)

3.2.1 Yapım öncesi dönem

Bu dönem, arsa seçiminden, bina tasarımına ve binada kullanılacak olan malzemelerin hammadde aşamasından uygulama aşamasına kadar geniş bir süreci içerir. Seçilecek olan yapı malzemesinin kaynağı doğrudan çevre ile ilişki içerisinde olabileceğinden malzeme seçiminde üretim ve kullanım aşamalarında çevreye zarar vermeyen, kolay ulaşılabilir malzemelerin seçimi bu yaklaşımda çok önemlidir. Bu aşamada;

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen malzemelerin kullanımı,
- Ekolojik zarara neden olmadan çıkarılan malzemeler,
- Geri dönüştürülmüş malzemeler,

- Uzun ömürlü ve az bakım gerektiren malzemelerin kullanılmasına önem gösterilmelidir. (Çelebi, Gültekin, Harputgöl, Bedir ve Tereci, 2008)

3.2.2 Yapım Dönemi

Bu dönem yapının yapım ve kullanım sürecini kapsar. Yapının yapım aşamasından kullanım aşamasına kadar doğal çevreye zarar vermemesi bu dönemin en önemli kriteridir. Ekolojik bir yaklaşım olarak; yapım ve kullanım esnasında kaynak tüketimini en aza indirmek ve kaynakların çevreye zarar vermemesini sağlamak gerekmektedir. Özellikle yapım aşamasında ortaya çıkan atıkların çevreye zarar vermesini önleyerek görsel kirlilik, gürültü kirliliği, hava kirliliği ve su kirliliği gibi tehlikelerin önüne geçilmesi gerekmektedir.

Hafriyatlar yeraltı suyu yollarını değiştirmemeli, ağaçlar ve bitki örtüsüne gerekli olmadıkça müdahale edilmemelidir. Biyolojik çeşitliliği, toprak kalitesini ve topografyayı korumak gerekmektedir.

3.2.3 Yapım Sonrası Dönem

Yapı artık strüktürel ve işlevsel ömrünü tamamladıktan sonraki süreci kapsar. Bu aşamada; yeniden kullanma, malzemelerin geri dönüştürülmesi ya da atım olmak üzere üç alternatif vardır.

Eğer bina işlevsel ömrünü tamamlamışken fiziksel ömrü devam etmekte ise öncelikli prensip yapıya yeni işlevler kazandırıp, kullanımına devam edilmesini sağlamaktır. Bu yaklaşım yapının yıkımı ve oluşan atıkların uzaklaştırılması için gerekli olan enerjinin, atıkların çevreye zarar verme riskinin ve yeni bir yapı yapılması için gerekli enerji ihtiyacı ve kaynakların tüketilmesinin önüne geçmiş olacaktır.

Eğer yapının tamamının yeniden kullanımı mümkün olmuyorsa yapı da kullanılmış olan kapı, pencere vb. elemanların başka yapılarda kullanılmasını sağlamakta bu dönemdeki ekolojik yaklaşıma örnektir.

Yapılarda kullanılan malzemelerin birçoğunu geri dönüştürmek zor olmakla birlikte cam, alüminyum, demir gibi malzemeler yapıdan ayrıştırılarak geri dönüşüm uygulanabilir. Bina yıkımından çıkan molozlar dolgu malzemesi olarak kullanılabilir.

3.3 İnsan İçin Tasarım

Ekolojik yapılaşma kriterleri ile bir tasarım yaparken göz ardı edilmemesi gereken başlıca kavramlardan bir tanesi de **“İnsan İçin Tasarım”** dır. İşlevsellik ve insan gereksinimlerinin karşılanması gibi mimarlığın temel prensiplerinden olan kavramların ekolojik yaklaşımda asla ikinci plana atılmaması gerekmektedir.

İnsan için tasarım yaklaşımının ilk amacı termal, görsel ve akustik konforun sağlanmasıdır. İnsanların günlük yaşantılarını sağlıklı ve huzurlu bir şekilde sürdürebilmeleri için konforlu bir mekanda yaşamaları çok önemlidir. İnsan çok sıcak bir mekanda rahat edemeyeceği gibi çok soğuk bir mekanda da günlük hayatını sürdürmesi beklenemez. Aynı şekilde bir çalışma ortamında aydınlatma yeterli değil ise ya da ortam fazla aydınlatılmışsa o ortamda çalışanların veriminin düşmesi kaçınılmazdır. İnsanın bir işe konsantre olabilmesi ya da dinlenebilmesi için akustik açıdan da konfor koşulları önemlidir. Ayrıca insan vücudunun kendini gece ve gündüze göre ayarlayan bir saat gibi olduğundan dış mekanla görsel ilişki kuramaması durumunda psikolojik ve fiziksel açıdan olumsuz etkilenebilir. Bu nedenle insanların yaşadıkları ya da çalıştıkları mekanda dış ortam ile görsel bağlantı kurmaları çok önemlidir.

Bir diğer önemli konfor şartı da doğal havalandırmadır. Günümüzde teknolojik olarak havalandırma sistemleri ne kadar gelişmiş olsa da kullanıcı sıcaklık ve havalandırma kontrolünü doğal olarak sağlayabileceği, kendi kontrolünde olan pencerelere ihtiyaç duymaktadır. Özellikle çok kişinin bulunduğu kapalı mekanlarda

oksijen tüketimi fazla olduğundan iç mekandaki havanın temiz hava ile sirkülasyonu sağlık ve konfor koşulları açısından çok önemlidir. Ayrıca doğal havalandırma mekanik sistemlerin ortam havalandırması ya da ısı kontrolü için ihtiyaçları olan enerjiden de tasarruf sağlayacaktır.

İnsan için tasarım yaklaşımında dikkat edilmesi gereken önemli bir kriter de yapıda insan sağlığına zararsız malzemelerin kullanılmasıdır. Yapı malzemelerinde birçok kimyasal karışım kullanılmaktadır. Bu kimyasalların bir kısmının insan sağlığına zararlı olduğu maalesef yıllarca yapılarda kullanıldıktan sonra ortaya çıkmış olup birçok insan bu malzemeleri zararlarını bilmeden kullanmıştır. Örneğin yoğun miktarda kurşun içeren pvc pencereler ve kalitesiz vitrifiye malzemeleri yıllarca bilinçsiz bir şekilde kullanılmıştır. Yapıların insanlar için yapıldığını ve insanların yaşamlarının büyük bir bölümünü yapılarda geçirdiklerini unutmamalı ve yapılarda kullanılacak malzemelerin insan sağlığına zararlı olup olmadığına mutlaka dikkat edilmelidir.

Tablo 3.1 Ekolojik mimarlık ilkeleri

EKOLOJİK MİMARLIK İLKELERİ		
1-KAYNAK EKONOMİSİ		
ENERJİNİN KORUNUMU	YAPI ALANININ ETKİN KULLANIMI	TOPOĞRAFYANIN ETKİN KULLANIMI
		İKLİM ŞARTLARINA UYUM
		ETKİN PEYZAJ TASARIMI
		YÖNLENME
		MEKAN ORGANİZASYONU VE KÜTLE TASARIMI
	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI	GÜNEŞ ENERJİSİ-AKTİF VE PASİF SİSTEMLER
	RÜZGAR ENERJİSİ-AKTİF VE PASİF SİSTEMLER	
	JEOTERMAL ENERJİ	
ETKİN MALZEME VE EKİPMAN SEÇİMİ	DÜŞÜK GÖMÜLÜ ENERJİLİ MALZEME SEÇİMİ	
	ENERJİ TASARRUFU SAĞLAYAN MALZEME VE EKİPMAN SEÇİMİ	
SUYUN KORUNUMU	SU TÜKETİMİNİN AZALTILMASI	TASARRUFLU VİTRİFİYE ELEMANLARININ KULLANILMASI
		SUYU VERİMLİ KULLANAN TESİSAT KULLANILMASI
	SUYUN YENİDEN KULLANILMASI	YAĞMUR SULARININ TOPLANARAK KULLANILMASI
		ATIK SULARIN ARITILARAK TEKRAR KULLANILMASI
	SU KORUNUMU SAĞLAYAN PEYZAJ TASARIMI	SUYU VERİMLİ KULLANAN VE AZ BAKIM GEREKTİREN PEYZAJ TASARIMI
	KURAKLIĞA DAYANIKLI VE ÇOK SULAMA GEREKTİRMİYEN BİTKİ KULLANIMI	
MALZEMENİN KORUNUMU	MALZEME KORUNUMU SAĞLAYAN TASARIM	YAPI KABUĞU YÜZEYİNİN AZALTILMASI
		BASİT GEOMETRİK ŞEKİLLERİN KULLANILMASI
		ESNEK TASARIM
		MEVCUT YAPILARIN KULLANILMASI
	UYGUN MALZEME SEÇİMİ	DAYANIKLI VE AZ BAKIM GEREKTİREN MALZEME SEÇİMİ
	GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ MALZEME SEÇİMİ	
2-YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI		
YAPIM ÖNCESİ DÖNEM	TASARIM	
	MALZEME SEÇİMİ	
YAPIM DÖNEMİ	YAPIM	
	İŞLETİM-KULLANIM	
	BAKIM-ONARIM	
YAPI SONRASI DÖNEM	YENİDEN KULLANIM	
	GERİ DÖNÜŞTÜRME	
	YIKIM	
3-İNSAN İÇİN TASARIM		
KONFOR KOŞULLARI	TERMAL KONFOR KOŞULLARININ SAĞLANMASI	
	AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ SAĞLANMASI	
	GÖRSEL KONFOR KOŞULLARININ SAĞLANMASI	

BÖLÜM DÖRT

İZMİR İLİ İÇİN EKOLOJİK KONUT TASARIM MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

4.1 İzmir İli Hakkında Genel, Coğrafi Ve İklimsel Bilgiler

Kuruluşu M.Ö. 3000 yılına kadar uzanan İzmir ili, Anadolu Yarımadası'nın batısında, Ege kıyılarının tam ortasında yer almaktadır. Kuzeyde Balıkesir, doğuda Manisa, güneyde Aydın illeri ile çevrilmiş olup, 37° 45' ve 39° 15' kuzey enlemleri ile 26° 15' ve 28° 20' doğu boylamları arasında kalmaktadır. İlin yüzölçümü 12.012 km²'dir. Yeryüzü şekillerinin ana hatlarını doğu batı doğrultusunda uzanan sıradağlar arasında ve akarsu ağzlarında yer alan ovalar meydana getirmektedir (İzmir Valiliği).

İzmir ilinin iklimsel özellikleri incelendiğinde, Akdeniz iklim kuşağında kaldığı, yazların sıcak ve kurak, kışların ise ılık ve yağışlı geçtiği görülmektedir. Dağların denize dik uzanması ve ovaların Batı Anadolu'nun iç kesimlerine kadar sokulması, deniz kaynaklı iklimsel etkilerin iç kesimlere kadar yayılmasına olanak vermektedir. Bitki örtüsü yönünden Akdeniz ikliminin etkisi altında olan İzmir'de Akdeniz bitkilerinin birçok türü bulunmaktadır. Dağlık kesimlerin denizden 600 m. yüksekliğe kadar olan kısmında kızılçam, daha yukarılarda kalan kısmında ise karaçam ormanları görülmektedir. Ormanlar il içerisinde 431.786 hektarlık bir alan ile il arazisinin yaklaşık %41'ini kaplamaktadır (İzmir Valiliği).

Ilıman bir iklime sahip İzmir'de Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü [DMİ] verilerine göre (Tablo 4.1) yıllık ortalama sıcaklık, 17,9°C'dir. İzmir'de ölçülen uç değerler göz önüne alındığında, sıcaklığın maksimum 43°C ile minimum -5°C arasında değiştiği görülmektedir. Yılın en soğuk ayı 8.9 °C ortalamayla Ocak, en sıcak ayı ise 28.1 °C ortalamayla Temmuz ayıdır.

Tablo 4.1 İzmir ili sıcaklık verileri (DMİ)

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.9	9.4	11.8	16.0	20.9	25.7	28.1	27.6	23.6	18.9	13.8	10.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12.6	13.4	16.5	21.0	26.1	31.0	33.3	32.8	29.1	24.0	18.3	13.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	6.0	6.2	8.0	11.6	15.7	20.2	22.8	22.7	18.8	14.8	10.5	7.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.4	5.0	6.5	7.5	9.9	11.7	12.2	11.7	10.0	7.4	5.4	4.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10.8	10.5	8.8	8.1	5.0	2.3	1.8	1.4	3.4	5.9	8.7	12.0
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m ²)	114.8	104.7	79.3	46.3	25.7	9.8	6.0	3.9	22.1	52.5	105.8	130.8
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)*												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.4	23.8	30.5	32.2	37.5	41.3	42.6	43.0	40.1	36.0	29.0	25.2
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.0	-5.0	-3.1	0.6	7.0	10.0	16.1	15.6	10.0	5.3	0.0	-2.7

İzmir'de iklimsel öğeler içinde en büyük değişkenliği yağış miktarı göstermektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 58,47 kg/m²'dir. Yıl içinde yağış miktarı ekim ayının ikinci yarısından itibaren artış göstermekte ve Mayıs ayına kadar devam etmektedir. Aylık ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu aylar Kasım, Aralık ve Ocak'tır. Ortalama yağış değerlerine göre, sadece Aralık ayında düşen yağışların yıllık toplama katkısı % 20 civarındadır. Yaz aylarında aylık yağış miktarının yıllık toplam içindeki payı ise, % 2 düzeyine düşmektedir.

Bir diğer iklimsel öğe olan rüzgar ise İzmir ilinde ilçelere göre farklı yönlerde ve şiddetlerde esmekte olup, en yüksek rüzgar hızları; Güzelyalı istasyonunda, 41.2 m/sn ile güneydoğu yönüne, Seferihisar'da 32.1 m/sn ile güneydoğu, Ödemiş'te 26.7 m/sn ile kuzeydoğu, Bornova'da 25.0 m/sn ile kuzeydoğu ve Çiğli istasyonunda 31.8 m/sn ile kuzeydoğu yönüne aittir. İzmir ili genelinde hakim rüzgar yönü batı ve güneydoğudur (DMİ).

İstanbul ve Ankara'dan sonra Türkiye'nin üçüncü büyük kenti olan İzmir'in nüfusu 2009 TÜİK verilerine göre Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı 30 ilçe (Şekil 4.1) ile birlikte 2.727.968 kişidir. Buna diğer ilçe merkezleri eklenince İzmir'in nüfusu 3.525.202'e çıkmaktadır.

kısmını doğu illerinden gelenler oluşturmaktadır. Göç, beraberinde gecekondulaşmayı da getirmektedir (Devlet İstatistik Enstitüsü [DİE]).

Devlet İstatistik Enstitüsü 'nün 2003 yılı verilerine göre İzmir'de 1.000.000 hane mevcuttur. Bu hanelerin 262.000 tanesi tek katlı ev, 685.000 tanesi apartman ve 41.000 tanesi de gecekondulardan oluşturmaktadır. 615.000 konutta ev sahipleri otururken, 290.000 kiracılar vardır. 12.000 konut da lojman olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.2 İzmir'in gecekondulu bölgelerinden birisi olan Kadifekale'den bir fotoğraf. (http://kadifekale.sitesi.tr.tc/foto_raflar.html)

İl merkezinde sürekli artan nüfus kaynaklı konut ihtiyacının sonucunda kentin yakın dönemde batıda Urla, güneyde Cumaovası, kuzeyde Harmandalı, Ulucak ve Menemen ile birleşmesi beklenmektedir. Bu hızlı ve kontrolsüz büyüme çarpık ve sağlıklı bir büyüme olma tehlikesi taşımaktadır (Yayman, 2005). Öte yandan Bornova ve Kemalpaşa ovası gibi ülkemizin en önemli ovaları yapılaşma nedeniyle yok olmuş durumdadır. Hızla artan nüfus ile hızla büyüyen kent sınırları nedeniyle birçok sanayi tesisi kent merkezinin içinde kalmıştır. Bir kısmı eski teknolojileri kullanmaya devam eden tesisler çevresindeki yapılarda yaşayan insanların sağlığı açısından açık bir tehdit durumuna dönüşmeye başlamışlardır. Ömrünü tamamlayan tesisler ise özellikle Bayraklı, Bornova gibi merkezi yerlerde atıl bir şekilde varlıklarını sürdürmektedir.

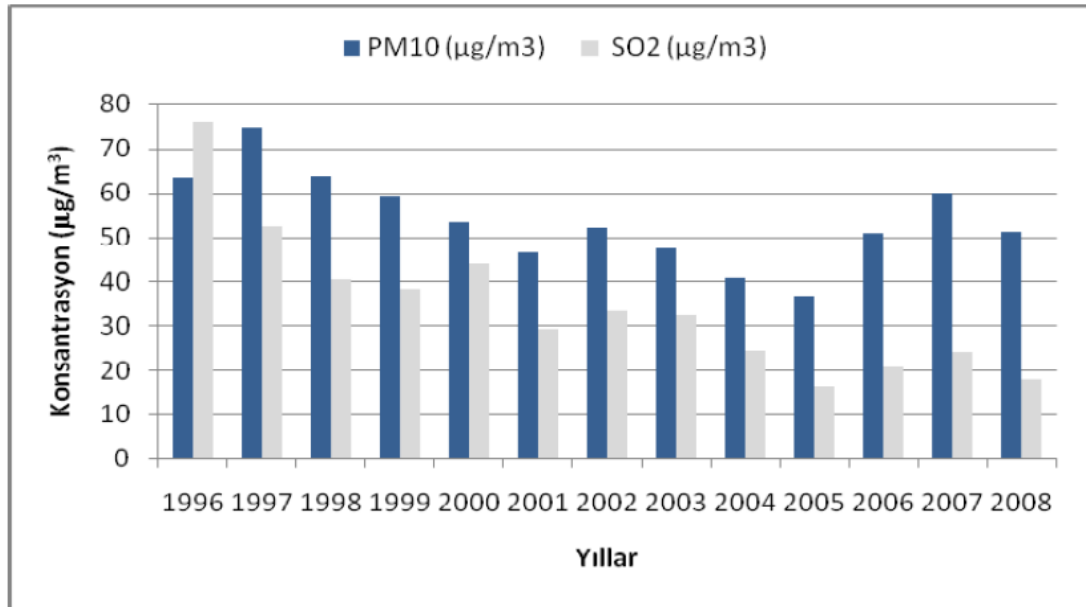
İzmir'in önemli sorunlarının bir kısmı da alt yapı kaynaklıdır. Hızlı ve kontrolsüz kentleşme sonucu önüne geçilemeyen su, kanalizasyon, yağmur suyu drenajı, yol, ulaşım gibi altyapı eksiklikleri ciddi çevre sorunlarına neden olmaktadır. İzmir kent merkezi içinde 1982 yılında başlatılan Büyük Kanal Projesi'nin çalışmalarının henüz tamamlanmamış olması sebebiyle halen İzmir kentinin evsel ve endüstriyel atık sularının bir kısmı körfeze deşarj edilmekte, bu da körfezin kirlenmesine sebep olmaktadır. Yine pek çok ilçenin kanalizasyon ve arıtma şebekeleri olmadığı için atıklarını direkt olarak en yakın alıcı su ortamına vermekte ve böylece yüzeysel su kaynaklarını hızla kirletmektedirler. İzmir Körfezine Sazlıca Deresi, Kavaklı Deresi, Bostanlı-Ilıca Dereleri, Tahtalı Deresi, Bornova Deresi, Manda Çayı, Arap Çayı, Melez Çayı, Poligon Deresi, Balçova Deresi, Laka Deresi, Kocasu Deresi gibi çeşitli büyüklükteki dereler ve Gediz Nehri dökülmektedir. Bu dereler ve Gediz Nehri havzaları içinde oluşan tüm kirliliği körfeze taşımaktadır. Bugün itibariyle Körfez'e evsel ya da sanayi atık sularını doğrudan vermek yasak olup, atık sular arıtma tesislerinde arıtılmaktadır. Ancak arıtma tesislerinde suyun arıtılması sonucu ortaya çıkan çamur Körfez'e verilmekte, sıcak havalarla birlikte çamurlarda bakteriler oluşmakta, bu da Körfez'de hala kötü kokuların oluşmasının yanı sıra Sasalı'daki İzmir Kuş Cenneti için de ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. (İzmir Kalkınma Ajansı [İZKA])

Su ile ilgili bir problem de su kaçaklarıdır. Suyun kullanılacağı yere taşınması ya da kullanıldığı yerdeki tesisat problemleri nedeniyle %33'lük bir kısmının zayi olduğu öngörülmektedir. Ayrıca yeraltı sularının kullanıldığı yerlerde çok fazla kaçak çekim olduğu tespit edilmiştir. İzmir'in en önemli su kaynağı olan Tahtalı Barajı çevresinde farklı idarelerin kendi yetki sınırlarında kalan alanlarda farklı uygulamalar içinde olmalarının sonucu olarak plansız ve düzensiz bir şekilde oluşan yerleşim, sanayileşme ve gelişim sonucu bölge bir içme suyu baraj gölü ve bunun etrafındaki koruma alanı olma özelliğini halihazırda yitirmiş durumdadır. Tahtalı Baraj Gölü ve çevresi için DSİ tarafından hazırlanmış bir Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu olmasına karşın, bu rapora kesinlikle uyulmadığı bölgedeki çarpık gelişmeden açıkça görülmektedir. Tahtalı Barajı çevresinde yer alan yerleşim

alanlarının altyapı problemleri çözümlenmemiş durumdadır. Evsel kökenli bile olsa atık yüklerinin havza dışına taşınarak uzaklaştırılması gerekirken henüz bu amaçla gerekli altyapı da hazır değildir. Bu atıklar ileride yeraltı suları ile barajdaki içme ve kullanım sularına taşınarak su kirliliğine neden olabileceklerdir (Dokuz Eylül Üniversitesi [DEÜ] Çevre Mühendisliği) .

İzmir'in diğer bir sorunu da hava kirliliğidir. Gecekondu nüfusun sosyo-ekonomik yapısına ilişkin sorunları ile gecekonduların fiziksel mekana yansıyan sorunları, çarpık kentleşme sürecinde giderek yoğunlaşmaktadır. Bunu sonucu olarak ekonomik yönden alt düzeyde olan bu kesimin tükettiği yakıt da ucuz, SO₂ oranı yüksek kalitesiz yakıt olmaktadır. 1989 yılı kasım – aralık aylarında büyük şehir belediyesi yetkililerinin SO₂ oranı yüksek düzeyde olan kalitesiz kömürün İzmir kentine girmesi yasaklamıştır, ayrıca sanayi tesislerine yakıt standartları getirmişlerdir. Hızlı kentleşmeye paralel olarak tüketilen kömür miktarında büyük artış göstermiştir.

Tablo 4.2 İzmir'de havadaki partikül madde (PM10) ve kükürtdioksit (SO₂) oranının yıllara göre değişimi. (İzmir Büyükşehir Belediyesi [İBB], Bayram 2009 sf; 236'daki alıntı)



İzmir atmosferine bir yılda, büyükşehir sınırları içerisindeki sanayi kuruluşlarından 13.000 ton, yakın sanayi kuruluşlarından 22.000 ton, ev

ısıtmalarından 22.000 ton, toplam 52.500 ton kükürt dioksit (SO₂) salındığı tahmin edilmektedir. Ayrıca Karşıyaka ve Çiğli arasındaki sanayiden ve ısınma nedeniyle bu çevredeki evlerden yayılan kirli hava, kuzey yönlü rüzgarlarla körfezi geçerek, özellikle Alsancak yerleşim alanında yoğun kirli havaya neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, rüzgara açık semtlerde daha temiz bir havaya rastlanmaktadır. Ege kent, bayraklı sırtları, Atatürk mahallesi ve Evka bölgesi bu şanslı semtlerden bazılarıdır. İzmir'in hava kirliliği İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından Bornova, Karşıyaka, Çiğli, Güzelyalı ve Şirinyer'de kurulmuş olan altı adet sabit, bir adet mobil istasyonla sürekli olarak ölçülmektedir. Bu istasyonların dışında Gazimir'de Çevre ve Orman Bakanlığı'na ait bir istasyon daha bulunmaktadır. İstasyon verilerine göre (Tablo 4.3) son on yıl içerisinde havadaki kükürtdioksit oranında azalmalar olsa da partikül oranı inişli-çıkışlı bir grafik sergilemektedir. Kükürtdioksitteki bu düşüşün nedeni doğalgaz kullanımının artması ve belediyenin getirmiş olduğu yakıt standartları olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 4.3 2000 Yılı verilerine göre İzmir'deki emisyon oranları. (İzmir İli Temiz Hava Planı, 2001)

Sektör	PM	SO _x	NO _x	VOC	CO
Evsel Isınma	136	66	14	11	5
Trafik	6	7	82	54	311
Sanayi	31	227	40	3	4
Toplam	173	300	136	68	320

Tablo 4.3'de de görülebileceği üzere havadaki partiküllerin büyük bir bölümü evsel ısıtma kaynaklıdır. Hava kalitesini etkileyen bir diğer unsurda nüfusla beraber artan trafiktir. Motorlu araç sayısı her yıl artmaktadır. Özellikle kış aylarında trafiğin yoğun olduğu Konak, Alsancak, Basmane, Karşıyaka, Bayraklı, Üçyol kavşaklarının, mesai başlangıcı ve bitişi saatlerinde yoğun egzoz dumanına maruz kaldığı görülmektedir.

Tablo 4.4'de verilen trafik emisyonları, trafiğe kayıtlı toplam araç sayılarına göre ve emisyon faktörleri kullanarak hesaplanmıştır. 2008 yılında tamamlanan ve DEÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından TÜBİTAK ve İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin katkılarıyla gerçekleştirilen bir araştırma projesinde İzmir kent

merkezinde trafik kaynaklı kirleticiler ölçümlerle belirlenmiştir (İzmir Kent Sempozyumu Sf. 272'deki alıntı; Elbir v.d. 2008).

Tablo 4.4 İzmir kent merkezindeki ana caddelerde trafikten kaynaklanan emisyonlar (Ton/Hafta).
(İzmir Kent Sempozyumu Sf. 272'deki alıntı; Elbir v.d. 2008)

Caddeler	YAZ				KIŞ			
	CO	NO _x	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	PM ₁₀	SO ₂
İnönü Caddesi	3,32	1,20	0,06	0,17	3,04	1,06	0,05	0,14
Eşrefpaşa Caddesi	1,28	0,37	0,02	0,05	1,22	0,34	0,02	0,05
Mehmet Akif Caddesi	0,89	0,35	0,01	0,04	0,85	0,34	0,01	0,04
Halide Edip Adıvar Caddesi	1,07	0,41	0,02	0,05	1,13	0,42	0,01	0,05
Mithatpaşa Caddesi	1,62	0,63	0,03	0,07	1,81	0,65	0,03	0,07
Mustafa Kemal Sahil Bulvarı	4,22	1,79	0,06	0,14	3,84	1,67	0,04	0,13
Talatpaşa Caddesi	0,44	0,10	0,01	0,01	0,49	0,11	0,01	0,01
Şair Eşref Caddesi	1,08	0,35	0,02	0,05	1,23	0,37	0,02	0,05
Kamil Tunca Bulvarı	1,08	0,45	0,03	0,08	0,97	0,41	0,02	0,07
Fevzipaşa Bulvarı	0,76	0,18	0,01	0,02	0,78	0,18	0,01	0,02
Gazi Bulvarı	0,71	0,17	0,01	0,02	0,67	0,15	0,01	0,02
Yeşillik Caddesi	4,73	1,35	0,05	0,18	3,67	1,53	0,05	0,18
Yeşildere Caddesi	5,10	2,33	0,07	0,23	4,90	2,17	0,06	0,20
Mustafa Kemal Caddesi	0,88	0,29	0,02	0,04	1,06	0,32	0,02	0,05
Cemal Gürsel Caddesi	1,89	0,80	0,03	0,08	1,58	0,67	0,02	0,07
Girne Bulvarı	0,70	0,25	0,01	0,03	0,73	0,25	0,01	0,03
Anadolu Caddesi	16,46	9,55	0,46	1,68	17,58	8,92	0,31	1,08
Altınyol Caddesi	6,23	3,27	0,13	0,43	6,34	3,39	0,14	0,49
Ankara Asfaltı	16,85	9,13	0,39	1,35	18,14	9,76	0,38	1,37
Ara Toplam	69,30	32,95	1,42	4,73	70,03	32,71	1,20	4,13
Diğer Caddeler (n=46)	38,01	14,97	0,70	2,05	38,32	15,61	0,66	2,17
TOPLAM (İZMİR GENELİ)	107,31	47,92	2,12	6,78	108,35	48,32	1,86	6,30

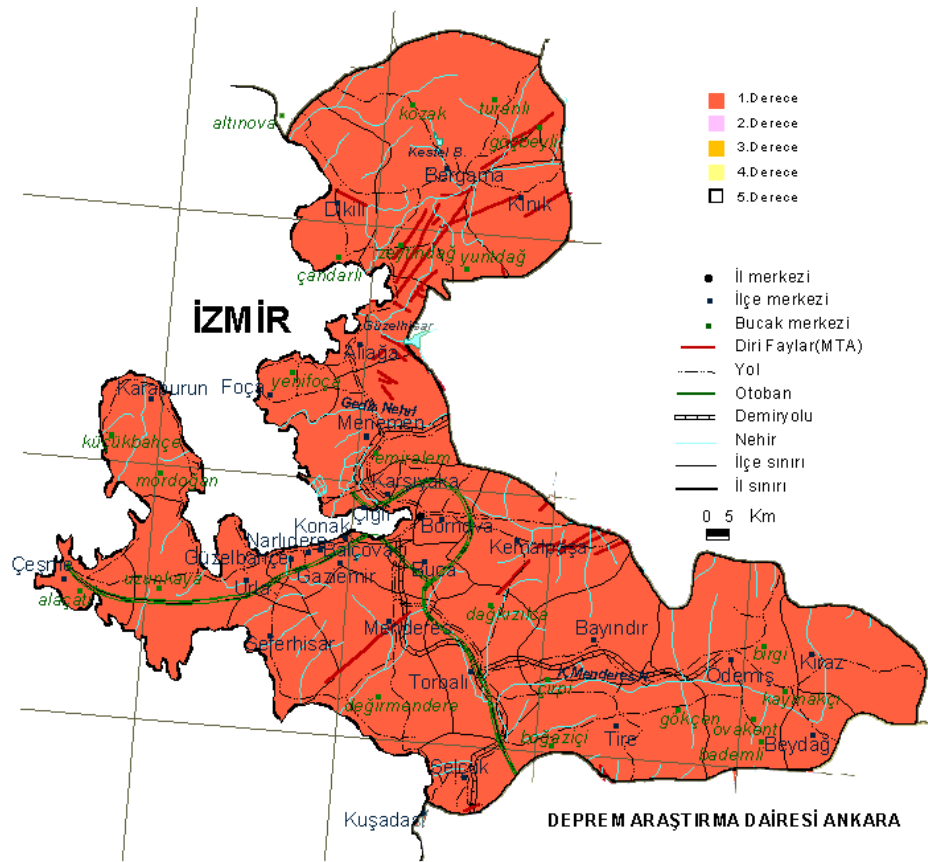
Trafik yoğunluğu hava kirliliğinin yanı sıra gürültü kirliliğine de neden olmaktadır. İzmir'de 1981 yılında gerçekleştirilen araştırmada çevre sakinlerini en çok rahatsız eden çevre kirliliğinin gürültü kirliliği olduğu ortaya çıkmıştır. Trafik dışında cafe, bar gibi sosyal mekanlar, kıraathaneler, atölyeler ve endüstriyel tesisler de gürültü kirliliğine neden olabilen yapılardır. Gürültü problemini aşabilmek için binaların ses yalıtımlarını iyileştirmek, ağır vasıtaların caddelere sokulmaması, toplu

taşıma araçlarının kullanımı teşvik edilerek trafikte araç sayısının azaltılması gibi önlemler alınabilir.

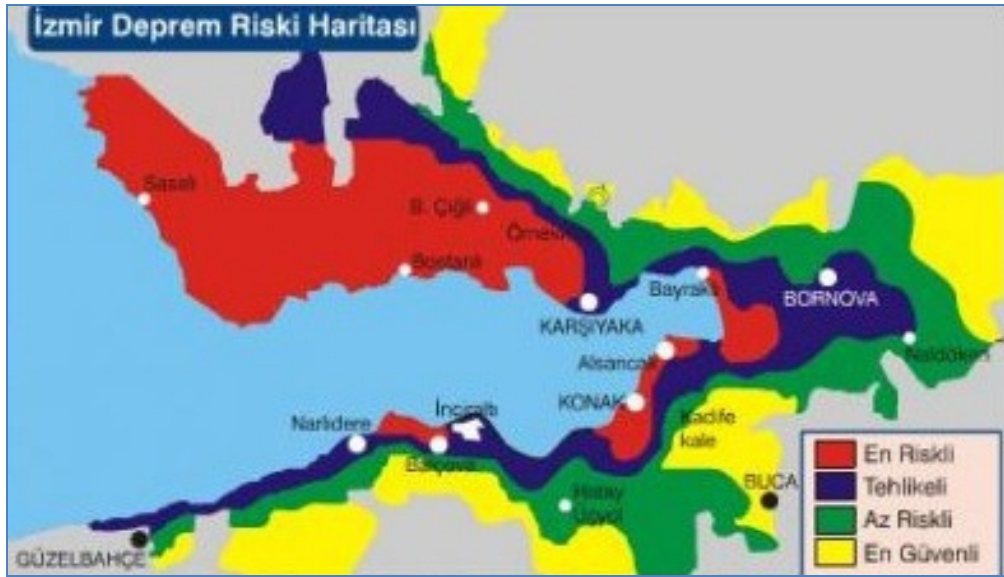
İzmir'in çevre problemlerinden bir tanesi de çöp sorunudur. Ülkemiz koşullarında çöp ve katı atıkların yok edilmesi aşamasında uygulanan uygun yöntemlerden biri de "Kompostlaştırma" yöntemidir. Kompostun hammaddesi ise organik maddelerdir, özellikle de kolay ayrışabilen sebze, meyve, yiyecek atıkları gibi maddelerdir. Bu hammaddenin kompost tesislerine mutlaka girmesi gerekmektedir. Yoksa organik gübreyi elde etmemiz olanaksızdır. Ayrıca elde edilen organik gübrenin sakıncasız kullanılabilmesi için, pil, gres yağı, madeni yağ, ilaç atıkları, boya kutusu gibi tehlikeli atıkların kaynağında ayrı toplanması gerekmektedir. Yoksa kompost toksik ve sakıncalı maddeler içereceğinden ortamlar için tehlike arz edecektir. Şu anda İzmir'de oluşan yaklaşık 2,700 ton/gün çöpün 700-800 tonu Eskiizmir/Uzundere kompost tesisi yakınındaki hazineye ait bir vadiye dökülmektedir. 200-250 ton/gün çöp ise kompost tesisine gelmekte ve bunun yaklaşık % 35-40'ı deşe (kalan katı atık) olarak, yukarda anılan deponiye boşaltılmaktadır. Tesise gelenin % 20-25'i komposta dönüşmekte, % 2'si geri kazanılabilen madde olarak ayrılıp, satılmakta ve % 30-35'i de ayrışma sırasında su ve karbondioksit olarak ortamdaki ya sıvı ya da gaz (buhar) şeklinde uzaklaşmaktadır. İzmir'de oluşan toplam çöpün geri kalanı da (kaçak dökümlerin dışındakiler) Harmandalı Çöp Deponisi'ne dökülmektedir. Zemininde yapay bir sızdırmazlık tabakası ve deponi gazını toplayıp zararsızlaştıran veya enerji üreten bir tesis yoktur. İzmir'de yakın zamana kadar kullanılan ve çöplerin kontrolsüz ve düzensiz olarak atıldığı 6 adet çöp döküm alanı vardır. Bu alanlar şehrin hızla gelişmesi sonucu, yerleşim alanlarının içerisinde kalmakta, gün geçtikçe çevreye olan zararları artmaktadır. Bu alanların da mutlaka ıslahı gerekmektedir. (DEÜ Çevre Mühendisliği)

Her ne kadar çevre sorunu olmasa da İzmir ilinin en önemli önceliklerinden birisi de deprem gerçeğidir. Çünkü İzmir 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 4.3). İzmir Valiliği tarafından hazırlanan "Afet Yönetim Raporu" kapsamında 6.5 şiddetinde gerçekleştiği varsayılan bir deprem senaryosu geliştirilmiştir. Olası bir 6.5 şiddetinde depremde 164.000 binanın tamamen yerle bir olacağı, 189.500 binanın

orta, 237.500 binanın hafif hasar görebileceği belirlenmiştir. En az 5.000 en fazla 16.500 kişinin yaşamını yitirebileceğinin tahmin edildiği senaryoda 1.236.000 kişinin açıkta kalacağı öngörülmektedir. İnşaat Mühendisleri Odası'na göre İzmir'de depreme dayanıklı bina oranı % 2 ila 3 arasındadır. Binaların % 50'si kaçak, % 30'u ise yıgmadır, ayrıca mevcut yapıların yüzde 80'i 30 yaşın üzerindedir. En riskli bölgeler ise alüvyon zemin üzerine kurulmuş olan, Karşıyaka, Mavişehir, Bayraklı, Sasalı, Çiğli ve Alsancak'tır.



Şekil 4.3 İzmir ili deprem haritası (Deprem Araştırma Dairesi)



Şekil 4.4 İzmir deprem riski haritası (İzmir Büyükşehir Belediyesi)

Yukarıda verilen bilgilerden görüldüğü üzere İzmir ili mevcut yapı stokunun büyük bir kısmı olası bir depremde ciddi hasar görecektir. Bu nedenle vakit kaybetmeden mevcut konut stokunun hızla depreme dayanıklı konutlara dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm esnasında sadece sağlamlığı bir kriter olarak belirlemek yerine sağlam ve ekolojik yapılar yapmak bir ilke olarak belirlenmeli, teşviklerle yatırımcılar ve kullanıcılar bu yapılara yönlendirilmelidir. Bu yaklaşım yakın zamanda olabilecek bir depremde yaşanacak can kaybını azaltmanın yanı sıra uzun vade de bizlere ve gelecek nesillere de daha sağlıklı bir yaşam alanı sunacaktır.

Hızla artan nüfusa ve sanayileşmeye bağlı çevresel sorunların neden olduğu enerji ihtiyacındaki artış yenilenebilir, çevre dostu ve temiz enerji kaynakları ile karşılanmadığı sürece İzmir ilinin çevre kirliliği sorunu devam edecektir. Gün geçtikçe artan konut ihtiyacı ve mevcut yapı stokunun ömrünü tamamlamaya başlaması yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, ekolojik ve deprem dayanımı yüksek yapılar için bir fırsata dönüştürülmeli ve uygulamalar teşvik edilmelidir.

4.3 İzmir İlinin Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Bilindiği üzere Türkiye, başta hidrolik, rüzgar, güneş ve biyokütle olmak üzere önemli miktarda yenilenebilir enerji kaynağına sahiptir. Türkiye, Doğu Karadeniz Bölgesi hariç olmak üzere “güneş ülkesi” niteliğindedir. Dünya güneş kapasitesinin %6,2’si ülkemizdedir. Bu oran Avrupa Birliği ülkelerinin toplam ısı kapasitesinin yaklaşık %50’sinden fazladır (Karadağ ve diğer. 2009).

Verilere göre ülkemizde yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saattir ve bu günlük yaklaşık 7,2 saate karşılık gelmektedir. Bu potansiyel yaklaşık 380 milyar kW/yıl değerinde enerji demektir. Bu enerjinin karşılığı ise 87.5 ton eşdeğer petrole (TEP) denk gelmektedir. Ancak bu değerlere rağmen ülkemizde kullanımda olan 18 milyon konut içerisinde sadece 3,54 milyon konutta güneş enerjili su sistemi bulunduğu tahmin edilmektedir. Türkiye’nin rüzgar potansiyeli hesaplamaları 2007 yılında tamamlanmış ve bu hesaplamalara göre ülkemizin rüzgar enerjisi potansiyeli 148 milyar kW/yıl olduğu tespit edilmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüzölçümünün %1,30’na denk gelmektedir (Karadağ ve diğer. 2009).

Tablo 4.5 Türkiye yenilenebilir enerji potansiyelleri ve kullanımı değerleri (Karadağ ve diğer. 2009)

	Yenilenebilir Enerji Potansiyeli kW/yıl	Yenilenebilir Enerji Kullanılan kW/yıl
Hidroelektrik Enerjisi	129,5	45,3
Rüzgar Enerjisi	148 milyar	1,3 milyar
Güneş Enerjisi	380 milyar	Bilinmiyor
Jeotermal Enerji	295 milyar	29 milyar
Biyokütle	10 milyon	7 milyon

Tüm bu potansiyeli doğru bir şekilde değerlendirip kullanabilmek sadece Türkiye’nin doğal dengesini ve geleceğini korumakla kalmayacak, aynı zamanda tüm dünyadaki gelecek nesillere de daha az bozulmuş bir doğal çevre aktarılmasını sağlayacaktır.

İzmir petrol ve doğalgaz tüketiminde, İstanbul ve Ankara’dan sonra Türkiye’de üçüncü sırada yer almaktadır. Hidroelektrik Santrali, Rüzgar Enerjisi Santrali ve

Termik santraller dışında özel kuruluşlara ait enerji santralleri ve Organize Sanayi Bölgelerine ait elektrik üretim üniteleri bulunan bir kenttir. İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi kendi elektriğini üretmekle birlikte üretilen fazla enerjiyi şebekeye satmaktadır. Ancak organize sanayi bölgelerinde üretilen elektriğin kaynağı yurt dışından ithal edilen doğalgaz olup, santrallerde elektrik enerjisine çevrilmektedir. Doğalgaz çevrim santralleri Türkiye genelinde hızla artmakta olup, geçtiğimiz iki yıl içerisinde sadece İzmir’de Aliğa Organize Sanayi Bölgesi, Pancar Organize Sanayi Bölgesi ve Tire Organize Sanayi Bölgesi Doğalgaz Çevrim Santralleri yapılmıştır.

TEDAŞ verilerine göre (Tablo 4.6) İzmir’de tüketilen elektrik enerjisinin %20.1’i konutlarda, %58.9’u ise sanayi tesislerinde kullanılmaktadır. Üç milyona yaklaşan nüfusuyla Türkiye’nin üçüncü büyük kenti olan İzmir, başta jeotermal ve rüzgar enerjisi olmak üzere, yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin olmakla birlikte bu potansiyelinden henüz yeterli düzeyde faydalanamamaktadır.

Tablo 4.6 Türkiye’de ve İzmir’de 2008 yılı elektrik tüketiminin sektörlere dağılımı (MWh) (TEDAŞ)

Sektörler	İzmir	İzmir’in Elektrik Tüketim Dağılımı	Türkiye	Türkiyenin Elektrik Tüketim Dağılımı	İzmir in Payı (%)
Mesken	3.164.482,07	20,1	39.583.597,82	24,4	7,99
Ticaret	1.564.454,14	9,9	23.903.331,66	14,8	6,54
Resmi Daire	422.779,41	2,7	7.344.252,17	4,5	5,76
Sanayi	9.260.539,11	58,9	74.850.263,42	46,2	12,37
Tarımsal Sulama	334.790,45	2,1	4.730.975,62	2,9	7,08
Aydınlanma	373.217,71	2,4	3.970.228,01	2,5	9,40
Diğer	608.636,24	3,9	7.564.879,59	4,7	8,05
TOPLAM	15.728.899,16	100,0	161.947.528,34	100,0	9,70

Tablo 4.7 İzmir ilinde konutlardaki ısınma ve aydınlatma ihtiyacı için yakıt tüketim değerleri. (DİE)

Elektrik, (kWh)	824 238 178
Doğal gaz (m ³)	–
LPG (ton)	4 778
Taşkömür (ton)	165 056
İthal kömür (ton)	74 459
Kok (ton)	4 712
Kömür (ton)	32 374
Linyit (ton)	269 201
Odun (ton)	461 550
Talaş (ton)	447
Fuel-oil (ton)	22 735
Gazyağı (ton)	6 017
Mazot (ton)	26 862
Bitkisel ve hayvansal atık (kabuk) (ton)	370
Bitkisel ve hayvansal atık (tezek) (ton)	370
Diğer	6 358

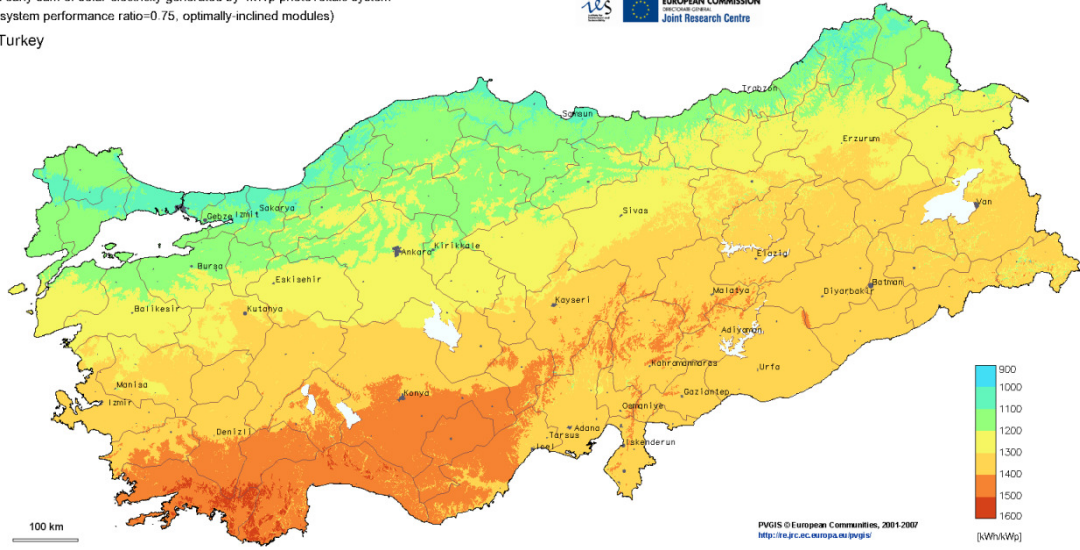
Tablo 4.7’de DİE verilerine göre İzmir ilinde konutlardaki ısınma ve aydınlatma ihtiyacı için yakıt tüketim değerleri verilmiştir. Tablodaki verilerde de görülebileceği gibi İzmir’de konutlarda kullanılan enerjinin çok büyük bir bölümü fosil kaynaklı yakıtlardan elde edilmektedir. İzmir, çalışmanın ilerleyen bölümünde detaylı bir şekilde görülebileceği gibi güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir.

4.3.1Güneş Enerjisi

Ülkemizin büyük bir bölümü gerek güneş ışıını ve gerekse güneşlenme süreleri yönünden çok uygun değerlere sahiptir. Devlet Meteoroloji İşleri ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından gerçekleştirilen ölçüm ve değerlendirmelerde de bu potansiyel belirlenmiştir.

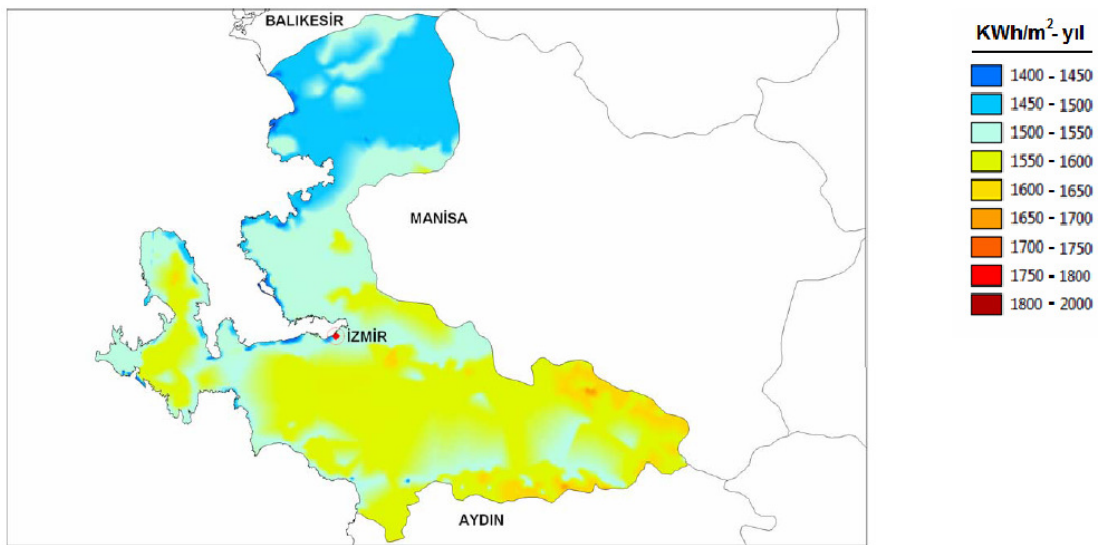
Yearly sum of solar electricity generated by 1kWp photovoltaic system
(system performance ratio=0.75, optimally-inclined modules)
Turkey

EUROPEAN COMMISSION
Joint Research Centre

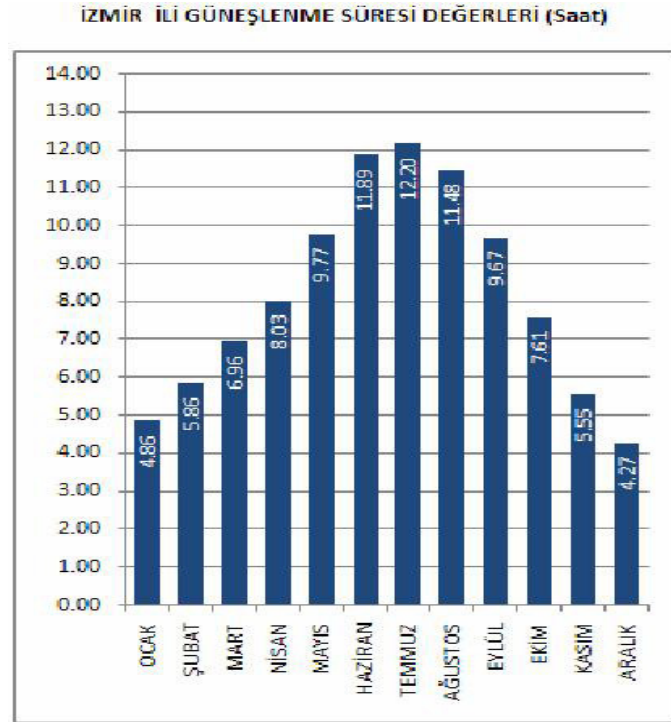


Şekil 4.5 Türkiye güneş atlası (EİE)

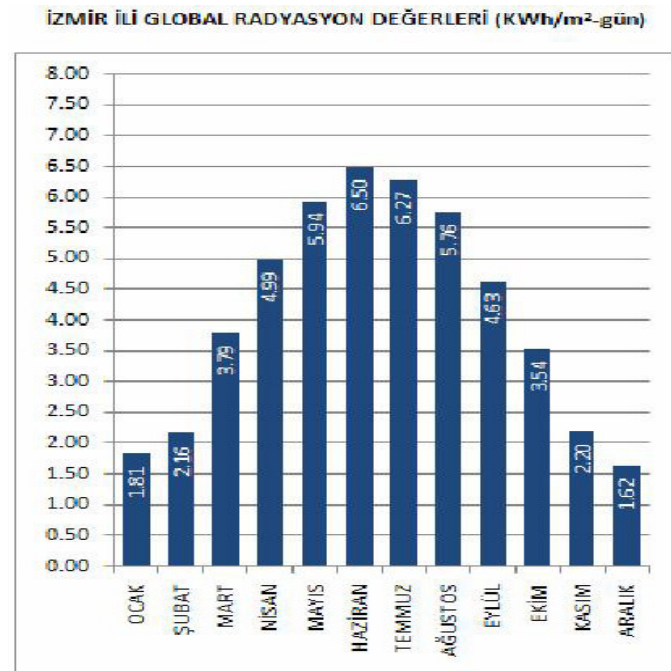
Özellikle EİE tarafından hazırlanan GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası) (Şekil 4.5) tüm il ve ilçelerimizin bu potansiyellerini ayrıntılı olarak göstermektedir. İzmir ili de güneş enerjisi potansiyeli olarak yeterli değerlere sahip olup, güneş enerjili değişik uygulamaların gerçekleştirilmesine uygundur. (Güngör, 2009) İzmir, özellikle ısıtma için ihtiyacı olan enerjinin büyük bir bölümünü güneş enerjisinden karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Güneşlenme süreleri yönünden de İzmir, güneş enerjisi uygulamalarına uygun illerdendir.



Şekil 4.6 İzmir ili global güneş radyasyon dağılımı (EİE)

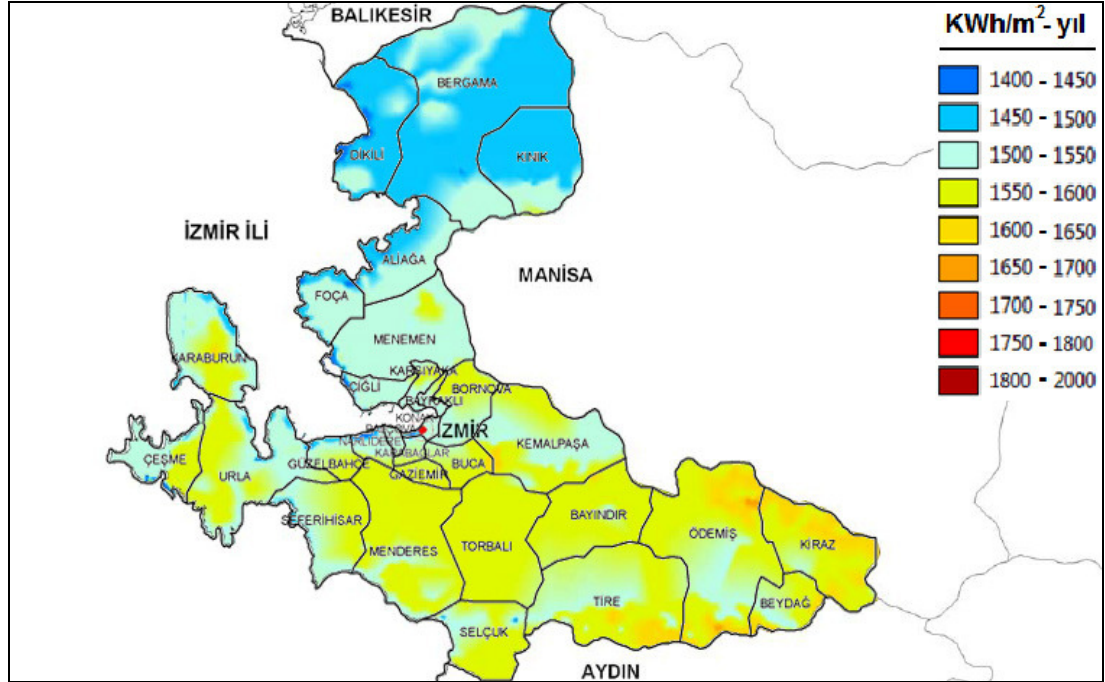


Şekil 4.7 İzmir ili güneşlenme süresi değerlerinin aylara göre dağılımı. (EİE)



Şekil 4.8 İzmir ili radyasyon değerlerinin aylara göre dağılımı. (EİE)

EİE verilerine göre İzmir'in ortalama güneşlenme süresi değerinin en yüksek olduğu ay 12,20 saat/gün ile Temmuz, en düşük olduğu ay 4,27 saat/gün ile Aralık ayıdır. Güneş radyasyon değerinin en yüksek olduğu ay 6,50 kWh/m² gün ile Haziran ayı iken, en düşük olduğu ay ise 1,62 kWh/m² ile Aralık ayıdır.



Şekil 4.9 İlçelere göre İzmir global güneş radyasyon dağılımı.

İlçelere göre İzmir Global Güneş Radyasyon Dağılımı (Şekil 4.9) incelendiğinde İzmir'in doğu, batı ve güney kesimindeki değerlerin birbirine yakın olduğu, kuzey kısmının ise güneş enerjisi açısından diğer yönlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. EİE'nin verilerine göre İzmir'in ortalama yıllık güneş enerjisi potansiyeli ortalaması 4,10 kWh/m² gün'dür. Güneş enerjisinin en yüksek olduğu ilçeleri Kıraz (Ort. 4,22 kWh/m²), Ödemiş (Ort. 4,19 kWh/m²), Selçuk (Ort. 4,18 kWh/m²), Tire (Ort. 4,17 kWh/m²), Beydağ (Ort. 4,17 kWh/m²) ve Bayındır (Ort. 4,16 kWh/m²), en düşük olduğu ilçeler ise Foça (Ort. 4,05 kWh/m²), Aliaga (Ort. 4,02 kWh/m²), Çeşme (Ort. 3,99 kWh/m²), Bergama (Ort. 3,98 kWh/m²), Kınık (Ort. 3,98 kWh/m²) ve Dikili (Ort. 3,97 kWh/m²) ilçeleridir. Ancak ortalama değerlerden de anlaşılacağı gibi en yüksek değerler ile en düşük değerler arasında %5'lik bir fark mevcut olup, ilçelerin güneş enerjisi potansiyelleri birbirlerine çok yakındır.

Tablo 4.8 İzmir ve ilçelerinin güneş enerjisi potansiyeli (Aylık Ortalama Günlük Yatay Yüzey Toplamda Işınım Değerleri kWh/m2gün. (EİE, GEPA, Güngör, 2009; sf 181'deki alıntı)

Yerleşim Yeri	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aral.
İzmir İli genel ortalama	1,81	2,16	3,79	4,99	5,94	6,50	6,27	5,76	4,63	3,54	2,20	1,62
Bornova	1,83	2,19	3,79	5,00	5,93	6,49	6,30	5,77	4,63	3,56	2,20	1,61
Urla	1,72	2,14	3,81	5,08	5,98	6,62	6,33	5,82	4,66	3,59	2,20	1,63
Ödemiş	1,90	2,27	3,90	5,06	6,01	6,53	6,38	5,84	4,75	3,63	2,29	1,70
Bergama	1,74	2,13	3,65	4,88	5,89	6,40	6,10	5,62	4,48	3,33	2,05	1,49
Çeşme	2,03	2,12	3,71	4,50	5,94	6,42	6,40	5,73	4,47	3,17	1,97	1,47
Dikili	1,70	2,09	3,65	4,87	5,87	6,41	6,08	5,62	4,46	3,35	2,09	1,49
Karaburun	1,56	2,18	3,81	4,94	6,00	6,59	6,35	5,72	4,61	3,44	2,12	1,56
Selçuk	1,92	2,21	3,90	5,09	5,95	6,55	6,28	5,86	4,75	3,70	2,30	1,72
Kemalpaşa	1,82	2,17	3,82	5,02	5,97	6,52	6,35	5,77	4,66	3,59	2,21	1,63
Seferihisar	1,82	2,15	3,81	5,07	5,94	6,58	6,30	5,84	4,69	3,60	2,26	1,67
Torbali	1,90	2,13	3,83	5,03	5,92	6,51	6,28	5,83	4,69	3,65	2,28	1,70
Kınık	1,73	2,05	3,65	4,87	5,88	6,39	6,10	5,63	4,48	3,38	2,09	1,50
Foça	1,74	2,11	3,71	4,96	5,90	6,48	6,23	5,67	4,56	3,49	2,18	1,57
Aliğa	1,78	2,10	3,70	4,90	5,88	6,42	6,24	5,67	4,52	3,44	2,11	1,54
Menemen	1,80	2,13	3,73	4,97	5,91	6,47	6,26	5,71	4,58	3,50	2,20	1,59
Çiğli	1,80	2,13	3,79	4,99	5,90	6,49	6,24	5,71	4,60	3,50	2,20	1,60
Karşıyaka	1,87	2,30	3,81	5,02	5,96	6,51	6,29	5,78	4,66	3,50	2,20	1,61
Konak	1,83	2,09	3,79	5,01	5,96	6,54	6,33	5,80	4,62	3,60	2,20	1,62
Güzelbahçe	1,62	2,07	3,78	5,02	5,94	6,54	6,31	5,80	4,63	3,60	2,20	1,61
Narlıdere	1,79	1,94	3,74	5,00	5,88	6,51	6,24	5,74	4,56	3,60	2,20	1,60
Kiraz	1,92	2,38	3,93	5,10	6,06	6,55	6,46	5,87	4,80	3,60	2,29	1,70
Tire	1,91	2,14	3,89	5,06	5,97	6,54	6,31	5,83	4,72	3,69	2,30	1,71
Beydağ	1,89	2,08	3,89	5,07	6,00	6,54	6,39	5,83	4,72	3,67	2,30	1,69
Bayındır	1,89	2,25	3,86	5,04	5,96	6,51	6,30	5,82	4,72	3,61	2,27	1,70
Buca	1,90	2,22	3,82	5,02	5,95	6,52	6,32	5,83	4,67	3,60	2,21	1,66
Balçova	1,80	1,99	3,76	5,00	5,90	6,50	6,24	5,76	4,58	3,60	2,20	1,60
Gazimür	1,90	2,15	3,80	5,00	5,91	6,50	6,30	5,82	4,64	3,60	2,20	1,67

Tablo 4.9 İzmir ve ilçelerinin güneşlenme süreleri (Aylık ortalama günlük yatay yüzey toplamda ışıınım değerleri saat/gün. (EİE, GEPA, Güngör, 2009; sf 182'deki alıntı)

Yerleşim Yeri	Oca k	Şuba t	Mart	Nisan	May.	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ek.	Kas.	Ar.
İzmir İli genel ortalama	4,86	5,86	6,96	8,03	9,77	11,89	12,20	11,48	9,67	7,61	5,55	4,21
Bornova	4,84	5,89	7,03	8,06	9,77	11,97	12,26	11,57	9,65	7,70	5,59	4,26
Urla	4,97	6,13	7,32	8,36	10,09	12,11	12,31	11,58	10,07	7,84	5,75	4,53
Ödemiş	4,96	5,78	6,85	7,89	9,60	11,68	12,06	11,41	9,63	7,51	5,52	4,20
Bergama	4,59	5,62	6,58	7,78	9,63	11,73	12,01	11,27	9,31	7,34	5,27	4,07
Çeşme	4,92	6,21	7,39	8,50	10,26	12,22	12,34	11,60	10,25	8,04	5,74	4,61
Dikili	4,80	5,75	6,89	8,04	9,74	11,89	12,15	11,40	9,47	7,45	5,38	4,19
Karaburun	4,86	6,04	7,27	8,29	10,05	12,06	12,21	11,50	10,01	7,76	5,60	4,47
Selçuk	5,03	6,08	7,17	8,21	9,85	12,01	12,31	11,64	9,90	7,88	5,83	4,46
Kemalpaşa	4,74	5,77	6,92	7,95	9,71	11,86	12,10	11,41	9,61	7,56	5,52	4,15
Seferihisar	5,07	6,11	7,29	8,31	10,06	12,08	12,37	11,63	9,98	7,85	5,82	4,55
Torbali	4,97	6,01	7,12	8,15	9,79	12,03	12,35	11,65	9,82	7,77	5,71	4,36
Kınık	4,48	5,59	6,51	7,70	9,57	11,73	12,09	11,33	9,26	7,31	5,27	3,98
Foça	4,90	5,95	7,16	8,20	9,87	12,06	12,32	11,59	9,75	7,67	5,59	4,36
Aliğa	4,84	5,84	7,00	8,07	9,76	11,99	12,29	11,55	9,57	7,59	5,50	4,22
Menemen	4,87	5,91	7,08	8,11	9,80	12,02	12,34	11,58	9,67	7,67	5,59	4,28
Çiğli	4,98	5,99	7,17	8,19	9,88	12,07	12,38	11,60	9,80	7,78	5,69	4,39
Karşıyaka	4,89	5,91	7,05	8,06	9,75	11,94	12,26	11,56	9,65	7,70	5,61	4,29
Konak	4,99	5,97	7,16	8,19	10,04	12,06	12,42	11,66	9,83	7,76	5,69	4,40
Güzelbahçe	5,01	6,03	7,25	8,27	10,05	12,08	12,37	11,62	9,91	7,78	5,72	4,44
Narlıdere	4,94	5,92	7,15	8,17	10,00	12,04	12,38	11,63	9,79	7,71	5,63	4,33
Kiraz	4,98	5,69	6,82	7,82	9,54	11,46	11,89	11,27	9,58	7,39	5,45	4,18
Tire	4,98	5,92	6,98	8,04	9,74	11,92	12,27	11,57	9,75	7,67	5,63	4,28
Beydağ	4,99	5,71	6,84	7,90	9,64	11,66	12,07	11,39	9,65	7,45	5,47	4,13
Bayındır	4,86	5,88	6,94	7,96	9,65	11,83	12,19	11,53	9,68	7,60	5,61	4,25
Buca	4,94	5,96	7,07	8,09	9,83	11,99	12,32	11,61	9,71	7,76	5,68	4,36
Balçova	4,99	5,97	7,15	8,19	10,01	12,09	12,44	11,68	9,79	7,77	5,68	4,38
Gazimür	5,01	6,03	7,17	8,20	10,00	12,02	12,40	11,69	9,81	7,81	5,75	4,44

Türkiye rüzgar kaynaklarının dağılımını belirten Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası [REPA] (Şekil 4.10) EİE tarafından 2006 yılında yayınlanmıştır. Bu atlas elektrik üretebilecek bölgelerimiz için gerekli ön bilgileri içermektedir. En şiddetli yıllık rüzgar hızı ortalamaları Türkiye'nin batı kıyıları, Marmara Denizi çevresi ve Antakya civarında görülmektedir. Haziran ayında asgari değere ulaşan rüzgar hızı Ocak ve Şubat aylarında azami değere çıkmaktadır. Dereceleri iyi, harika ve mükemmel olarak değerlendirilen rüzgar kaynakları dikkate alındığında Türkiye'nin rüzgar potansiyeli yaklaşık 48,000 MW olarak belirlenmektedir. Orta derece kategoriler de dikkate alındığında bu potansiyel 130,000 MW değerine ulaşmaktadır. 2008 yılının Eylül ayı itibarıyla Türkiye'nin kurulu gücü 333.35 MW'dır. İnşası sürmekte olan santrallerin toplam gücü 142.8 MW, tedarik antlaşması yapılan santrallerin toplam gücü ise 1070 MW'dır.

Tablo 4.10 Rüzgar hız-güç aralığı sınıflandırması.

RÜZGAR DERECESİ	Rüzgar Sınıfı	Rüzgar Hızı m/s	Rüzgar Güç Yoğunluğu W/m²
ZAYIF	1	< 5.5	< 200
DÜŞÜK	2	5.5-6.5	200-300
ORTA	3	6.5-7.0	300-400
İYİ	4	7.0-7.5	400-500
HARİKA	5	7.5-8.0	500-600
MÜKEMMEL	6	8.0-9.0	600-800
SIRADIŞI	7	> 9.0	> 800

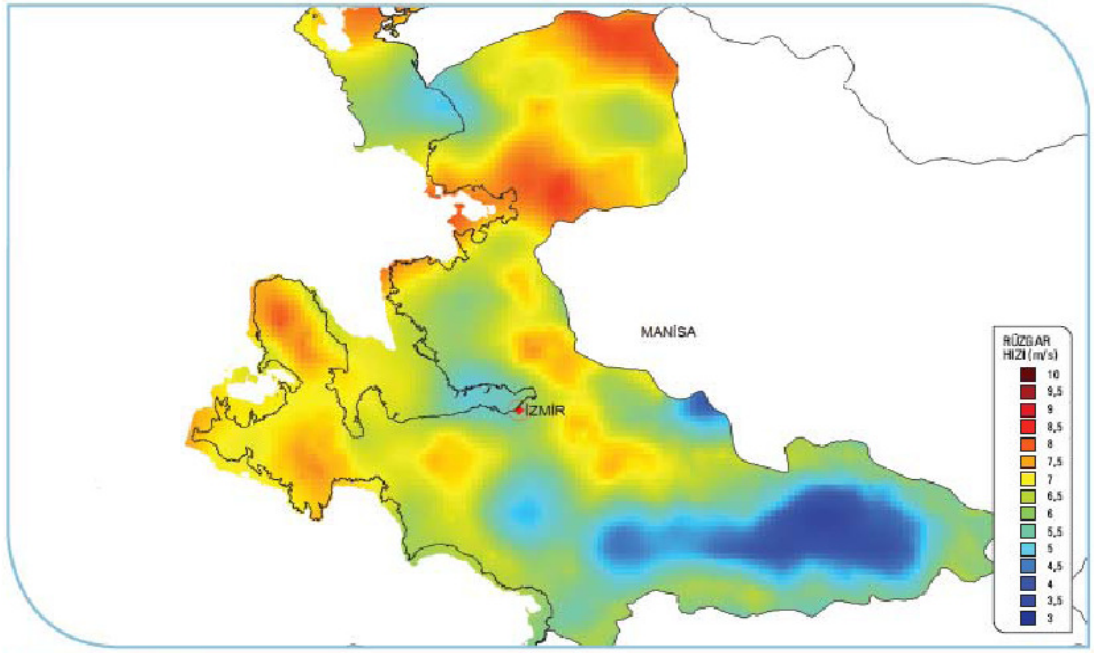
Türkiye Rüzgar Atlası (Şekil 4.10) verilerine göre İzmir'in rüzgar hızı kapalı alanlarda 4,5-5,0 m/s (Zayıf), açık alanları 5,5-6,5 m/s (Düşük-Orta), kıyıları 6,0-7,0 m/s (Orta), Açık Deniz 7,0-8,0 m/s (İyi-Harika), tepe ve bayırlar ise 8,5-10,0 m/s (Mükemmel-Sıradışı) olarak ölçülmüştür. Bu değerler İzmir'in rüzgar enerjisi potansiyelinin çok yüksek olduğunu göstermektedir. 1 Kasım 2007 de Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'na [EPDK] en fazla rüzgar santrali yatırım talebi İzmir için yapılmıştır. Talep edilen 752 yatırımın 113 tanesi İzmir içindir. Bu yerler: Çeşme, Karaburun, Aliağa, Bergama'dır. İzmir'i 113 başvuru ile Balıkesir, 86 başvuru ile Çanakkale illeri izlemektedir. İzmir'e yakın illerden Manisa'ya ise 1,800 MW'lık bir yatırım öngörülmektedir. Diğer başlıca yatırımlar ise İstanbul'a yapılması öngörülen

7,600 MW ve Mersin'e yapılması öngörülen 7,300 MW'lık başvurulardır. (Özerdem, 2009)

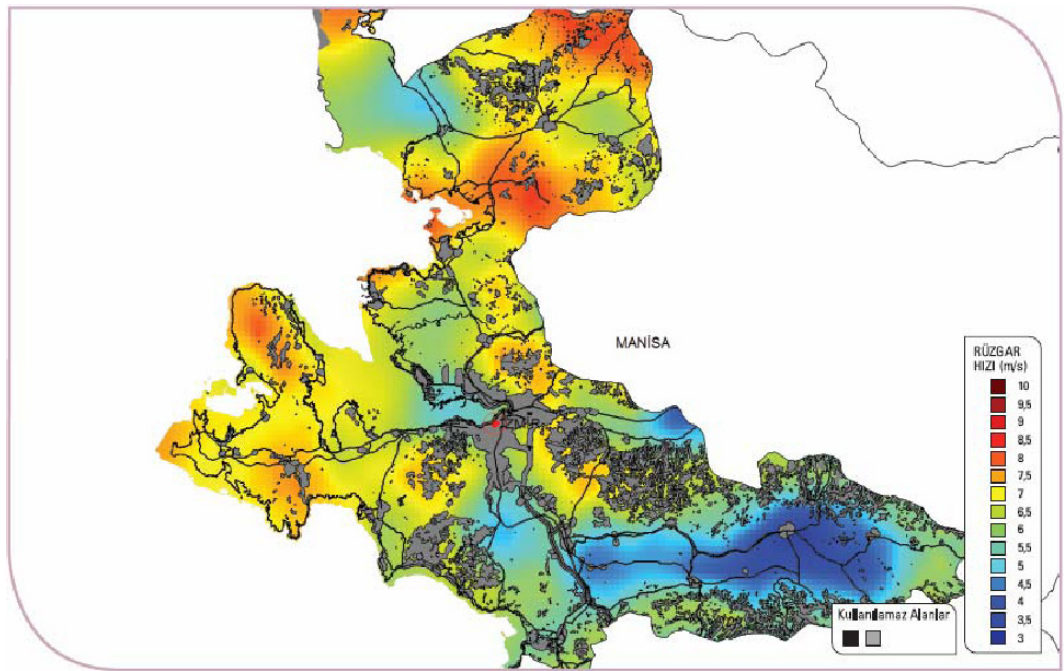
Tablo 4.11 İzmir'de kurulu olan ve kurulacak olan rüzgar santralleri.

YERİ	ÜRETİME GEÇİŞ	GÜÇ (MW)
Çeşme	1998	8,70
Çeşme	2007	39,20
Aliağa	2008	42,50
Çeşme	Sözleşme (2008)	37,50
Aliağa	Sözleşme (2008)	150,00
Foça	Sözleşme (2008)	30,00

Çalışmanın bu bölümünde İzmir iline ait rüzgar enerjisi potansiyeli incelenmekte olup, aşağıda yer alan harita ve tablolar rüzgar enerjisinin konut bazında kullanılabilirliğinin ötesinde çok daha büyük ölçekli olan Rüzgar Enerjisi Santralleri [RES] için var olan mevcut potansiyeli ele almaktadır. Haritalarda renklendirme yöntemiyle ayrıştırılmış ve değerler verilmiş olan rüzgar hızlarının derecesi tablo 4.5'e göre sınıflandırılmaktadır. Rüzgar Enerjisi rüzgar hızının küpüyle orantılıdır, yani 2x'lik rüzgar hızı artışı= 2^3 'lük bir enerji artışına denk gelmektedir. Ekonomik RES yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgar hızı ve %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir (EİE).



Şekil 4.11 İzmir ili rüzgar hızı atlası (EİE,REPA)



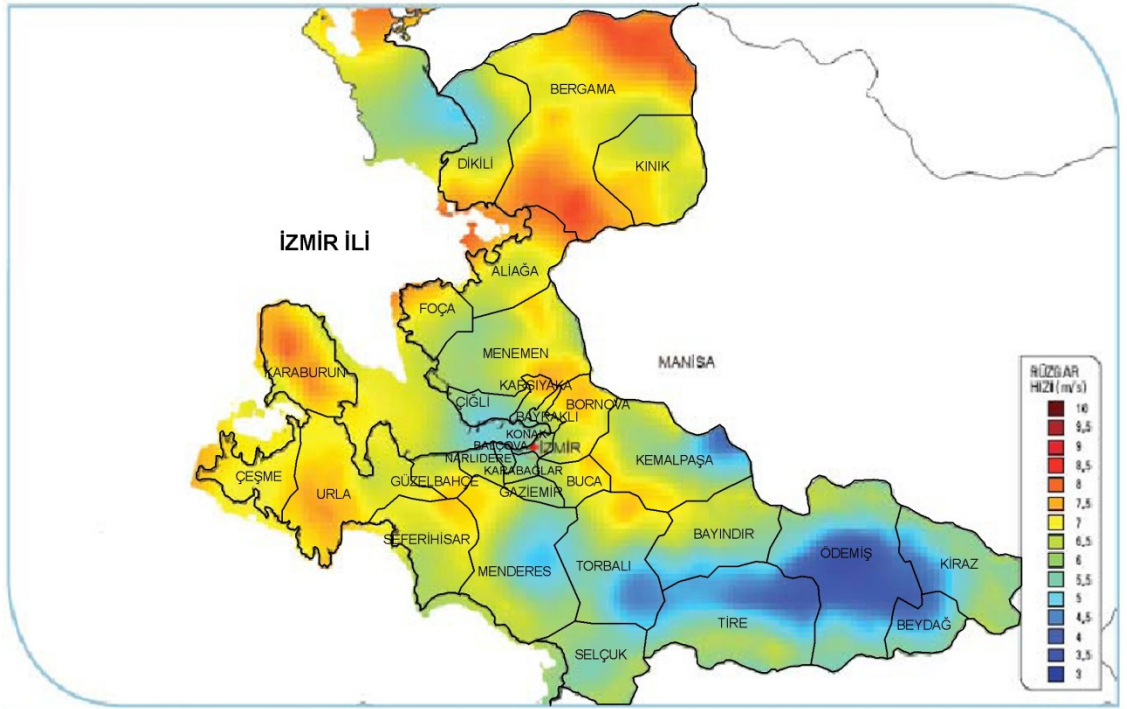
Şekil 4.12 İzmir ili rüzgar enerjisi santrali kurulabilir alanlar (EİE,REPA)

Tablo 4.12 İzmir iline kurulabilecek rüzgar enerjisi santrali güç kapasitesi (EİE)

50 m'de Rüzgar Gücü (W/m ²)	50 m'de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (km ²)	Toplam Kurulu Güç (MW)
300 – 400	6.8 – 7.5	933,09	4.665,44
400 – 500	7.5 – 8.1	868,30	4.341,52
500 – 600	8.1 – 8.6	317,68	1.588,40
600 – 800	8.6 - 9.5	251,78	1.258,88
> 800	> 9.5	0,02	0,08
		2.370,86	11.854,32

Yukarıda yer alan harita ve tablolardan görülebileceği üzere İzmir ili büyük bir rüzgar enerjisi potansiyeline sahiptir ve bu potansiyeliyle birlikte enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgardan karşılayabilecek durumdadır.

Rüzgar enerjisinin konut bazında kullanımı ise Rüzgar Enerjisi Santralleri'ne göre çok daha basit ve ekonomiktir. Bir konutun yıllık ortalama enerji ihtiyacı 2000-3000 kWh civarındadır. Bu enerji ihtiyacını karşılamak için 1.5 m çapında ev tipi rüzgar türbinleri kullanılabilir. Bu çapta bir rüzgar türbinini döndürebilmek için gerekli minimum rüzgar hızı 3 m/s olup, yıllık ortalama 5 m/s rüzgar hızı ile 2000 kWh enerji üretebilmektedir. Ancak rüzgar enerjisi değişken bir enerji olduğundan, rüzgarın olmadığı günlerde de enerjisinden faydalanabilmek için üretilen enerjinin depolanması gerekmektedir. Rüzgar enerjisinden elde edilen enerji pillere ya da aküler sayesinde depolanmakta, tıpkı otomobillerde tekerlekler döndükçe kendini şarj eden aküler gibi rüzgar estikçe şarj olmaktadır. Sistemin bir sonraki aşamasında akülerin dolu olduğu durumlarda fazladan üretilen ve depolanamayan enerji şebekeye verilmektedir.



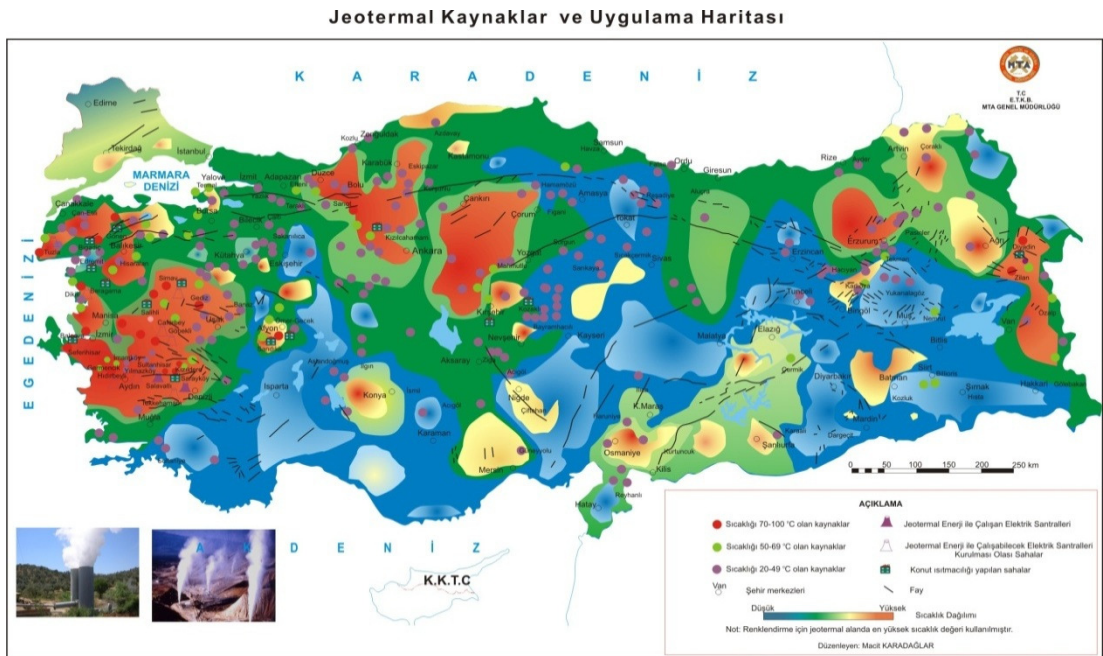
Şekil 4.13 İlçelere göre İzmir rüzgar hızı atlası

İzmir'in ilçelerinin ölçülen en yüksek rüzgar hızlarına baktığımızda (Şekil 4.13) en yüksek hız değerlerinin 7-9 m/s aralığında Bergama, Karaburun, Urla, Çeşme ve Aliaga'nın kuzeyinde, en düşük hız değerlerinin 3-5 m/s aralığı ile Odemiş, Tire, Torbalı ve Kemalpaşa'nın kuzey kesiminde olduğu görülmektedir. Bu değerler bölgelerde ölçülen en yüksek hız değerleri olup, yıllık ortalama hızları ile karıştırılmamalıdır. Konut tipi rüzgar türbinlerinin devreye girebilmeleri için minimum 3 m/s hıza ihtiyaç duyduğu göz önünde bulundurulursa bir rüzgar türbininden dört mevsim verim alabilmek için yıllık ortalaması 3 m/s'nin üzerinde olan bir yerleşim yerinde kullanmak daha uygun olacaktır.

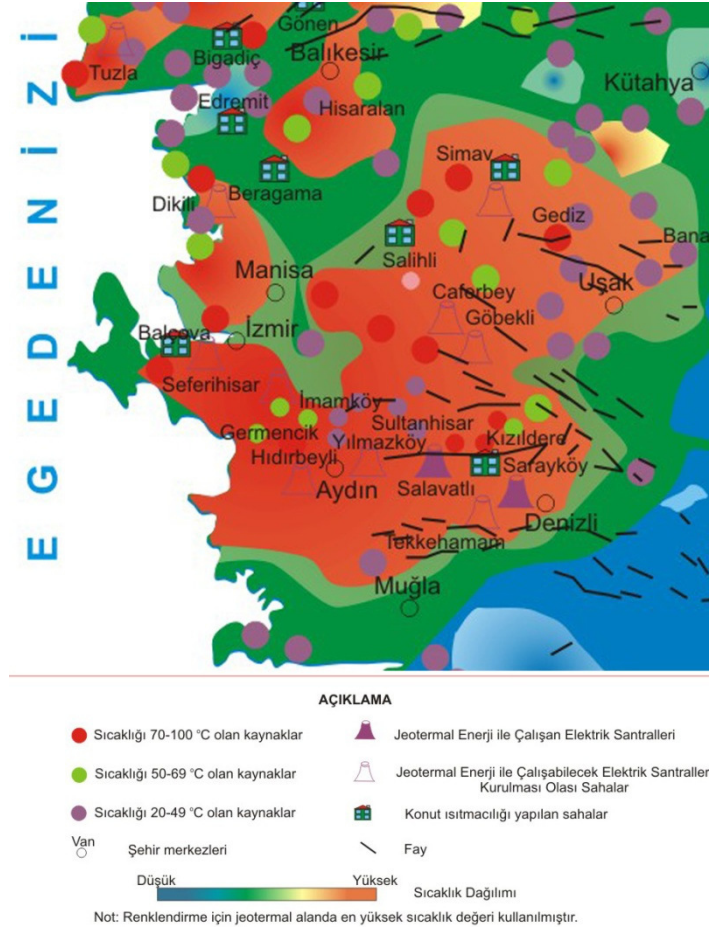
4.3.3 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş olan ısıнын oluşturduğu, çeşitli kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardan, doğrudan veya dolaylı olarak enerji üretmeye dayanmaktadır. Jeotermal enerji, bulunduğu yer ve yakın çevresinde tüketilmesi gereken bir kaynaktır. Çünkü jeotermal akışkanı uzun mesafelere taşımak pahalıdır. Jeotermal kaynakların değerlendirilmesinde “sürdürülebilirliğe” çok dikkat edilmelidir. Kaynaklar jeotermal tesisleri uzun yıllar destekleyebilecek şekilde işletilmelidir.

Türkiye jeotermal enerji potansiyelinin yaklaşık %70’i Ege Bölgesi’nde bulunmaktadır. İzmir ili, sıcak su kaynakları ve kullanımı açısından Ege bölgesindeki önemli jeotermal merkezlerdendir. Kent çevresinde bulunan başlıca su kaynakları Dikili-Bergama, Aliaga, Karşıyaka-Çiğli, Balçova, Urla-Gülbahçe, Ulukent, Çeşme, Bayındır-Ergenli ve Seferihisar-Cumalı, Karakoç, Doğanbey bölgelerindedir. Bu kaynaklar kaplıca, konut ve sera ısıtmacılığı, termal turizm ve tedavi alanlarında kullanılmaktadır (Güngör, 2009).



Şekil 4.14 Türkiye jeolojik kaynaklar ve uygulama haritası. (MTA)



Şekil 4.15 Ege Bölgesi jeolojik kaynaklar ve uygulama haritası.
(MTA)

İzmir il sınırları içerisindeki 710 MWt'luk görünür kullanılabilir jeotermal potansiyel olduğu hesaplanmıştır. Görünür hale getirilmiş bu kadar enerji ile ortalama 80.000 konutun ısıtılması mümkün iken 2010 yılı itibariyle yaklaşık 31.000 konutta ve 800 dönüm serada jeotermal ısıtma yapılabilmektedir. Konutlarda jeotermal enerjinin ısıtma amaçlı kullanılabilmesi için alt sıcaklık değeri 80 °C'dir. İzmir ili içinde mevcut jeotermal alanlarda yapılacak araştırma etüd ve sondajları sonucunda görünür jeotermal potansiyel en az 3 kat artabilecektir.

Tablo 4.13 İzmir ili görünür ve muhtemel jeotermal kaynak potansiyeli.(Güngör, 2009)

JEOTERMAL ALAN	Görünür Potansiyel (MWt)	Muhtemel Potansiyel(MWt)
<i>Seferihisar</i>	174,3	581
<i>Balçova</i>	232	581
<i>Karşıyaka, Ulukent</i>	0,58	87
<i>Çeşme, Alaçatı</i>	17,4	87
<i>Aliağa, Menemen</i>	29	116
<i>Bayındır, Ergenli</i>	1.4	5,8
<i>Dikili ve çevresi</i>	232	465
<i>Bergama ve çevresi</i>	23	232
TOPLAM	710	2155

4.4 Ekolojik Tasarım Kriterlerinin İzmir İli Özelinde İncelenmesi

1960 Yılından sonra başlayan ve temel nedeni sanayinin yerleşim yerlerine yakın kurulması olan çarpık, niteliksiz ve kontrolsüz yapılaşma İzmir ilinin en büyük çevre sorunudur. Büyük bir kısmı mimar ve mühendisler tarafından tasarlanmamış olan mevcut yapıların bir çoğunda herhangi bir ekolojik kaygı ya da yaklaşım sergilenmemiştir. Hava kirliliğinin yanı sıra yetersiz kalan altyapı ve hizmetler nedeniyle toprak ve su kirliliği de her geçen gün artmaktadır.

Yılda 80 bin kişi göç aldığı tahmin edilen İzmir’de yeni yapı ihtiyacı, özellikle de konut ihtiyacı hızla artan nüfusla birlikte artmaya devam etmektedir. Bu artışı karşılayamayan mevcut yapı stokuna alternatif yeni yapı ihtiyaçları doğmaktadır. Her ne kadar çeşitli kentsel dönüşüm projesi uygulanmakta olsa da bu çözümlerin de ekolojik yaklaşımdan çok, günü kurtarmaya yönelik ekonomik çözümler olduğu ortadadır. Uzun vadede dünya ve ülke genelindeki enerji ve çevre sorunlarını hatırlayacak olursak, söz konusu yeni yerleşim yerlerinde ekolojik yaklaşımlar sergilemek kaçınılmazdır.

Ekolojik bina tasarımı karmaşık bir süreçtir ve disiplinler arası bir çalışma gerektirmektedir. Bu bina modeli, dar disiplin odaklı konvansiyonel sistemlerin aksine, bilgi tabanında çoğul tasarım prensiplerini ve birçok bilimi birleştiren; kapsamlı bir yapıya sahiptir (Ryn ve Cowan, 1996, Özmehmet, 2005 sf. 54'deki alıntı).

Bu çalışma kapsamında ekolojik bir konut tasarlanırken izlenebilecek yöntemler özetlenmeye çalışılmıştır. Ancak söz konusu tüm yöntemleri tek bir yapıda uygulamak her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle farklı coğrafyalara göre değişebilen ekolojik yapı yaklaşımları, uygulanması düşünülen bölgenin verilerine göre belirlenmelidir. Yapının uygulanacağı yerin çevre sorunları ve çevre verileri hangi ekolojik yaklaşımların izleneceği konusunda yol gösterici olmalıdır. Bu nedenle seçilecek olan öncelikli ekolojik yapı yaklaşımı her proje için özel olarak çevre verileri ışığında belirlenmelidir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde ekolojik mimarlık ilkelerini İzmir ili çevre ve yapı kaynaklı çevre sorunları ışığında İzmir özelinde değerlendirerek, yapılacak olan örnek konut tasarımına alt yapı oluşturması hedeflenmektedir.

4.4.1 Enerjinin Korunumu İlkesinin İzmir Özelinde İncelenmesi

Önceden de belirtildiği gibi dünya üzerindeki enerji ihtiyacının yarısına yakını yapı kaynaklıdır. İzmir ili verilerinde de görülebileceği gibi yapılar, özellikle ısınma ve aydınlatma için öncelikli olarak elektrik enerjisini ve fosil yakıtları tercih etmektedir. İzmir ili yapı stokunun büyük bir bölümü eski sayılabilecek kadar uzun süre önce inşa edilmiş, yapı ömrünü tamamlamış olan niteliksiz yapılardan oluştuğundan yapı tasarımında enerji korumaya yönelik pasif çözümler düşünülmemiştir. Isı yalıtımsız, doğru yönlenmemiş ve mekan kurgusu doğru yapılmamış yapılar ısıtma-soğutma ve aydınlatma için gerekli enerjinin büyük bir kısmının boşa harcanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle İzmir ili için öncelikli ekolojik yapılaşma kriteri “**enerji korunumu**” ilkesidir.

İzmir ili kent merkezinde mevcut yerleşim alanları genellikle bitişik nizamda inşa edilmiş ve dar sokaklarla birbirlerinden ayrılmış durumdadırlar (Şekil 4.16). Bu yerleşim şekli ile yüksek bir duvar görevi gören dar sokaklar güneşin ve rüzgarın diğer yapılara ulaşmasına engel olmakta, doğal aydınlatma, doğal ısıtma ve doğal havalandırma gibi ekolojik mimarlığın temel öğelerinin yapılarda kullanılmasına imkan vermemektedir. Bu yoğun doku istenilen yöne yönlenmeye müsaade etmemektedir.



Şekil 4.16 İzmir Karşıyaka 1689 Sokak'tan bir görünüm.

(<http://www.eurekabooking.com/en/guide/cyprus/karsiyaka/photos.html>)

Ömrünü tamamlayan yapı stoku yenilenmeli ve yeni yapılan yerleşim alanları topoğrafyayı daha etkin kullanmalı, bitişik nizam yapılar yapılsa bile sokakların iki yanında yer alan yapı arası mesafeler ve yapı yükseklikleri birbirlerinin rüzgar ve güneş ile ilişkilerini etkilemeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Böylelikle yapılar güney yönüne yönlenebilecek, iklimsel öğeler olan sıcaklık, rüzgar gibi faktörlerden daha iyi yararlanarak aktif ve pasif enerji sistemlerini yapılarına entegre edebilecek, peyzaj düzenlemeleri ile ısıtma ve soğutma için pasif önlemler alabileceklerdir.

Verilerde de belirtildiği gibi İzmir ili, iklimiyle, ekolojik yapısıyla, coğrafi özellikleriyle ve yer altı kaynaklarıyla birçok alternatif yenilenebilir enerji kaynağına

sahiptir. Bu kaynakların yeni yapılacak ve/veya mevcut yapılara adapte edilmesi İzmir ilini büyük bir enerji yükünden dolayısıyla da çevre sorunundan kurtarmış olacaktır. Enerji maliyetleri, çevre sorunları ve tükenen kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda rüzgar enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelme gereksinimi kaçınılmazdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları ve İzmir ilinin potansiyeli kullanıcılara daha iyi anlatılmalı ve kullanıcılar yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaları için teşvik edilmelidir. Pasif sistemler göz önünde bulundurulmadan yapılmış yapılara aktif sistemler adapte edilmelidir. Yeni yapılacak yapılarda ise yasal düzenlemeler aracılığıyla aktif ve pasif sistem uygulamaları zorunlu tutularak enerji etkin bir anlayış şartı aranmalıdır.

İzmir ili mevcut yapı stokunun büyük bir bölümünde ısı yalıtımı uygulaması mevcut değildir. Bu da kış aylarında bina kabuğu kaynaklı ısı kayıplarına, yaz aylarında ise aşırı ısınmaya neden olmaktadır. Bu da ısıtma ve soğutma kaynaklı enerji ihtiyacını büyük oranda arttırmaktadır. Özellikle teras çatılı binaların son katları bu sorunu en üst düzeyde yaşamaktadır. Mevcut yapılarda ısı yalıtım önlemleri alınması için kullanıcılar yönlendirilmelidir. Yeni yapılacak olan binalarda zorunlu hale getirilmiş olan ısı yalıtım önlemlerinin uygulanıp uygulanmadığı sıkı bir şekilde denetlenmelidir. Teras çatılarda yeşil çatı uygulaması yapılarak doğal yalıtım sağlanabilmektedir.

Hızla artan kentleşme yeşil alanları tahrip etmekte ve ekosisteme zarar vermektedir. Yeşil hızla kent içinde yok olmaktadır. Bu nedenle yapı alanları daha verimli kullanılarak kent içindeki yeşil oranı artırılmalıdır. Bu yaklaşım, insan için daha iyi yaşanabilecek bir çevre sunmasının yanı sıra hava kirliliği problemini de azaltacaktır. Aynı şekilde toplu taşıma sistemleri geliştirilerek trafiğin azaltılması hava kirliliğinin azaltılmasında faydalı olacaktır.

Binalarda enerji kaybını azaltmanın bir yolu da daha önceden değinildiği gibi tasarruflu vitrifiye ve armatürler kullanmaktır. Gerekirse mesleki odalar proje

onaylarında kullanılan ekipmanların verimliliğini denetlemeli ve tasarımcıları tasarruflu elemanlar kullanmaya yönlendirmelidir.

4.4.2 Suyun Korunumu İlkesinin İzmir Özelinde İncelenmesi

İzmir ilinin en büyük çevre problemlerinden bir tanesi de su problemidir. Çevre kirliliği, altyapının yetersiz ve eski olması, çarpık kentleşme ve sanayileşme sonucu ortaya çıkan atıklar, yer altı sularını kirletmektedir. İzmir ilinde musluklardan akan su içilemez hale gelmiştir. Suyun içilebilir hale gelmesi için büyük yatırımlar yapılarak arıtma tesisleri kurulmuştur. Bu işlemler kirletilen suyun tekrar içilebilir hale gelmesi için yapılan yatırımlar olup, büyük ekonomik ve enerji kayıplarına neden olmaktadır.

Su tüketiminin en yüksek olduğu yapı türlerinden bir tanesi olan konutlarda su; çamaşır yıkama, bulaşık yıkama, yapı temizliği, kişisel temizlik ve bahçe sulama gibi eylemlerde kullanılmaktadır. Etkin malzeme ve ekipman seçiminde de değinildiği gibi tasarruflu vitrifiye ve armatürlerin yapılarda kullanılması su tüketimini de azaltmaktadır. Kullanıcıların bu ekipmanlara yönlendirilmesi ve gerekirse fiyatların daha ekonomik hale gelebilmesi için vergi indirimleri ile teşvik edilmesi bu ürünlerin kullanımını arttırarak ciddi oranlarda su tasarrufu sağlayacaktır. Kullanıcılar bilinçlendirilerek diş fırçalama, duş alma, bulaşık yıkama gibi eylemlerde ihtiyaçlarından çok daha fazla su tüketmektedirler. Bu konuda bilinçlendirilerek gereksiz su kullanımının azaltılması mümkündür. Yerel yönetimler ve kamu kuruluşları su tasarrufu sağlayan ekipmanlar ile birlikte gri su, yağmur suyu gibi suyun yeniden kullanımını sağlayan sistemlerin yanı sıra kent genelinde peyzaj düzenlemelerinde de çok fazla sulama gerektirmeyen bitkiler kullanmaya başlayarak örnek teşkil etmelidir.

4.4.3 Malzemenin Korunumu İlkesinin İzmir Özelinde İncelenmesi

Ekolojik yaklaşım ilkelerinden bir diğeri olan malzemenin korunumu ilkesi bağlamında tasarımcılar ve kullanıcılar meslek odaları ve sivil kuruluşlar aracılığıyla bilinçlendirilmeli ve kolay üretilen, yerel, sağlıklı ve atık oluşturmeyen malzemelere yönlendirilmelidir. İzmir malzeme zenginliği açısından zengin bir il olmakla birlikte pişmiş toprak ürünlerinden, ahşap ürünlerine, cam üretiminden, boya üretimine kadar birçok yapı malzemesinin üretiminin gerçekleştirildiği bir ildir. Bu da malzemenin üretildikten sonra yapı alanına taşınması için gerekli enerjiden tasarruf sağlayan bir faktördür.

Ayrıca İzmir ilinde işlevsel ömrünü tamamlamış ancak yapı ömrü devam eden birçok yapı mevcuttur. Atıl durumda duran fabrika, depo, konut vb. yapılar çeşitli tadilatlarla yeniden kullanılabilir durumdadır. Bu bağlamda yerel yönetimlere iş düşmektedir. Yerel yönetim bu yaklaşımın bir örneğini İzmir Havagazı Fabrikası'nda gerçekleştirmiş ve atıl durumda olan yapıyı restore ederek kültür merkezi haline getirmiştir (Şekil 4.17). Bu örnek yaklaşım il genelinde devam ettirilmelidir.



Şekil 4.17 İzmir Tarihi Havagazı Fabrikası

(<http://www.cekulvakfi.org.tr/haber/tarihi-havagazi-fabrikasinda-kultur-elcileri-egitimi>)

Diğer iki ekolojik yaklaşım ilkesi olan “Yaşam Döngüsü Tasarımı” ve “İnsan İçin Tasarım” kriterleri evrensel sayılabilecek ilkeler olup çevre verilerine bağlı yaklaşımlar olmadığından İzmir ili özelinde ele alınmamıştır. Çalışmanın bundan sonraki kısmında İzmir ili özelinde incelenen ekolojik yapılaşma kriterleri doğrultusunda örnek bir ekolojik konut modeli geliştirilecektir.

4.5 İzmir İli İçin Örnek Bir Ekolojik Konut Tasarımı

Çalışmanın dördüncü bölümünde detaylı bir şekilde açıklandığı üzere İzmir yenilenebilir enerji kaynakları bakımından büyük bir potansiyele sahiptir. Çalışmanın ana amaçlarından birisi olan **İzmir ili için örnek bir ekolojik konut tasarımı** geliştirilmesi kapsamında, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının tasarıma adapte edilebilmesi için, bu üç kaynağın de mevcut olduğu bir alan seçimi hedeflenmektedir.

Bir önceki bölümde İzmir genelinde ve ilçe bazında ayrı ayrı ele alınan güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerjinin ortak olarak optimum düzeyde kullanılabileceği bölgenin belirlenebilmesi için bir puanlama sistemi geliştirilmiştir (Tablo 4.14). Bu tablo aynı zamanda İzmir’in yenilenebilir enerji kaynaklarının ilçe bazında bir arada görülebileceği, tasarımcılara yer seçimi için kılavuzluk edebilecek bir kaynak oluşturmayı hedeflemektedir.

Farklı ölçü birimlerine sahip güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerjileri için ortak bir puanlama sistemi belirleme amacıyla üç enerji kaynağının da en düşük değerine 1 en yüksek değerine ise 10 puan verilerek öncelikle kendi içlerinde bir puanlama yapılmıştır. Rüzgar hızı için İzmir Rüzgar Haritası’nın ilçelere göre düzenlenmiş halinde her ilçe sınırında kalan en yüksek ve en düşük hız değerinin ortalaması alınarak çıkan değere göre 1-10 aralığında puanlar verilmiştir. Rüzgar için 0-1 m/s aralığı 1 kabul edilmiş ve “sıradışı” olarak kabul edilen 9 m/s’den büyük rüzgar hızlarına kadar her 1 m/s’lik hız artışı için 1 puan arttırılmıştır. (Tablo 4.14) Güneş enerjisi için ise Şekil 4.9’da yıllık olarak verilmiş olan güneş enerjisi değerleri 365 ile bölünerek günlük ortalama enerjiye çevrilmiştir. Örneğin tablonun en düşük

değeri olan 1400-1450 kWh/m² -yıl aralığı 365'e bölünerek 3,83-3,97 kWh/m²-gün değeri bulunmuş ve bu değer 1 puan olarak kabul edilmiştir. Aynı işlem tablonun en yüksek değeri olan 1800-2000 kWh/m² –yıl aralığı için de uygulanmış ve en yüksek değer olarak bulunan 5.47 kWh/m²-gün değeri ve üstü 10 puan olacak şekilde puanlandırılmıştır. Aynı işlem kalan ara değerlere de uygulanmış ve diğer aralıklar da bu sisteme göre puanlandırılmıştır. İzmir ve ilçelerinin global güneş radyasyon dağılımı haritasından (Şekil 4.9) alınan ortalama güneş enerjisi verileri bu puanlama sistemine göre değerlendirilmiştir. Jeotermal enerji ise her ilçede mevcut olmayan ve en yüksek değeri ile en düşük değeri arasında en ciddi farkın bulunduğu enerji kaynağı olarak göze batmaktadır. Bu nedenle en düşük değerin ve en yüksek değerin bulunduğu aralık 10 eşit aralığa bölünmüş, bu değerler sırasıyla puanlandırılmıştır. Bu yaklaşıma göre 0-50 MWt aralığına 1 puan verilmiş ve her 50 MWt'luk artışa 1 puan eklenmiştir.

Tablo 4.14 Puanlama tablosu

RÜZGAR		GÜNEŞ		JEOTERMAL	
DEĞER ARALIĞI (m/s)	PUAN	DEĞER ARALIĞI (kWh/m ² Gün)	PUAN	DEĞER ARALIĞI (MWt)	PUAN
0 - 1 m/s	1	3,83 - 3,97	1	0 - 50	1
1 - 2 m/s	2	3,97 - 4,11	2	50 - 100	2
2 - 3 m/s	3	4,11 - 4,24	3	100 - 150	3
3 - 4 m/s	4	4,24 - 4,38	4	150 - 200	4
4 - 5 m/s	5	4,38 - 4,53	5	200 - 250	5
5 - 6 m/s	6	4,53 - 4,65	6	250 - 300	6
6 - 7 m/s	7	4,65 - 4,79	7	300 - 350	7
7 - 8 m/s	8	4,79 - 4,93	8	350 - 400	8
8 - 9 m/s	9	4,93 - 5,47	9	400 - 450	9
9 < m/s	10	5,47 <	10	450 <	10

Güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarından optimum düzeyde yararlanabilecek alanların tespiti için puanlama sistemi kaynak verileri dikkate alınarak ilçelere uygulanmıştır. Rüzgar, güneş ve jeotermal enerji kaynaklarına göre puanlama sistemiyle değerlendirilen ilçelerin toplam yenilenebilir enerji potansiyellerinin birbirleriyle karşılaştırılabilmesi için ilçelerin farklı enerji kaynaklarından aldığı puanlar toplanmış ve ortalama değerleri hesaplanmıştır. (Tablo 4.14).

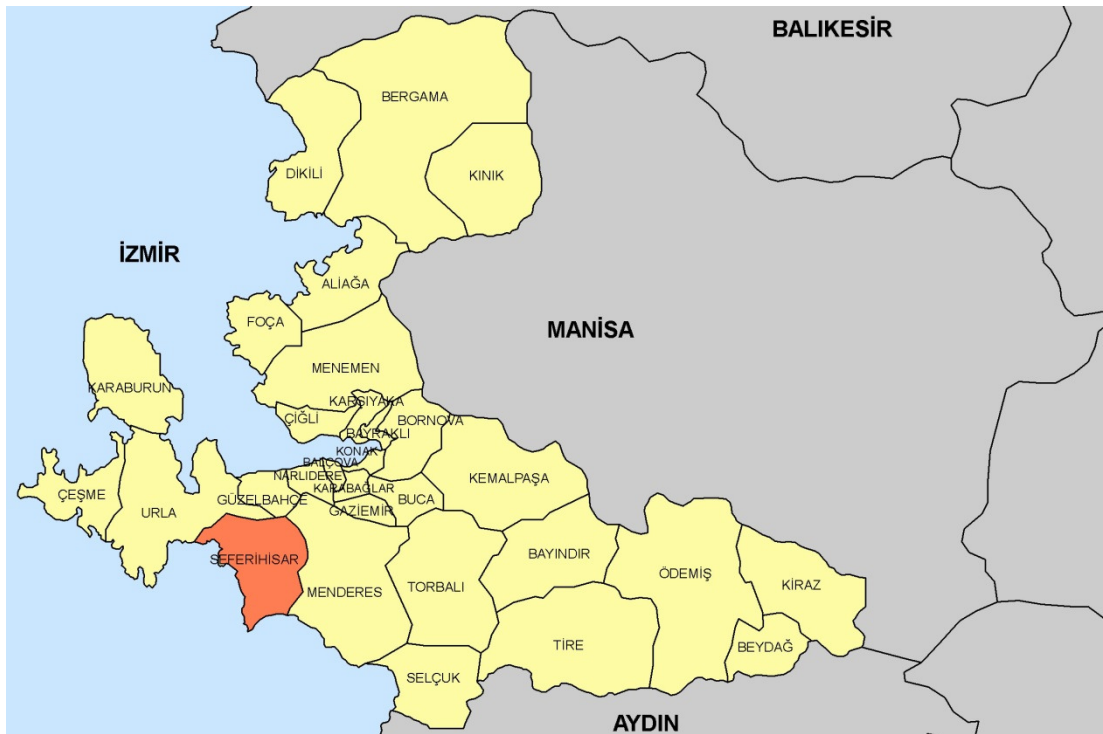
Tablo 4.15 İzmir ili ilçeleri yenilenebilir enerji kaynakları puanlama tablosu

NO	İLÇE	RÜZGAR ORT. (m/s)	RÜZGAR PUAN	GÜNEŞ ORT. (kWh/m ² Yıl)	GÜNEŞ PUAN	JEOTERMAL (MWt)	JEO. PUAN	ORTALAMA PUAN
1	Seferihisar	6,75	7	4,14	3	581	10	6,67
2	Dikili	6,25	7	3,97	2	465	10	6,33
3	Balçova	5,50	6	4,08	2	581	10	6,00
4	Bergama	7,75	8	3,98	2	232	5	5,00
5	Aliağa	7,00	8	4,02	2	116	3	4,33
6	Çeşme	7,00	8	3,99	2	87	2	4,00
7	Karşıyaka-Bayraklı	6,25	7	4,12	3	87	2	4,00
8	Urla	7,25	8	4,13	3	-	0	3,67
9	Bayındır	6,00	7	4,16	3	5,8	1	3,67
10	Karaburun	7,75	8	4,07	2	-	0	3,33
11	Buca	6,75	7	4,14	3	-	0	3,33
12	Gaziemir	6,50	7	4,12	3	-	0	3,33
13	Bornova	6,75	7	4,11	3	-	0	3,33
14	Selçuk	5,75	6	4,18	3	-	0	3,00
15	Torbalı	5,75	6	4,14	3	-	0	3,00
16	Kemalpaşa	5,75	6	4,13	3	-	0	3,00
17	Konak-Karabağlar	5,50	6	4,11	3	-	0	3,00
18	Güzelbahçe	6,75	7	4,09	2	-	0	3,00
19	Menemen	6,75	7	4,07	2	-	0	3,00
20	Foça	6,75	7	4,05	2	-	0	3,00
21	Kınık	6,75	7	3,98	2	-	0	3,00
22	Narlıdere	5,75	6	4,06	2	-	0	2,67
23	Kiraz	4,50	5	4,22	3	-	0	2,67
24	Ödemiş	4,00	5	4,19	3	-	0	2,67
25	Tire	4,50	5	4,17	3	-	0	2,67
26	Beydağ	4,50	5	4,17	3	-	0	2,67
27	Çiğli	5,50	6	4,08	2	-	0	2,67

Tablo 4.15’de görülebileceği üzere İzmir ili ilçeleri arasında güneş enerjisi potansiyeli değerleri birbirine çok yakındır. Rüzgar enerjisi değerleri arasındaki fark biraz daha fazla olsa da asıl belirleyici kriter her ilçede mevcut olmayan ve en geniş değer aralığına sahip olan jeotermal enerjidir. İlçelere uygulanan puanlama sistemine baktığımızda ortalaması en yüksek olan ilçenin Seferihisar olduğu, Seferihisar’ı Dikili ve Balçova’nın takip ettiği görülmektedir. Hemen hemen bütün ilçeler bir konutun enerji ihtiyacını karşılayabilecek güneş ve rüzgar enerjisine sahip olmalarına rağmen, çalışmanın ana hedeflerinden olan konut modelinde yenilenebilir enerji kaynakları çeşitlerinden güneş, rüzgar ve jeotermal enerjinin aynı anda tasarıma adapte edilmesi hedefiyle alan çalışması için, söz konusu kaynaklar açısından en elverişli konumda olan Seferihisar ilçesi belirlenmiştir.

4.5.1 Seferihisar Hakkında Genel, Coğrafi Ve İklimsel Bilgiler

Seferihisar kuzeyinde Urla ve Güzelbahçe, doğusunda Menderes ile komşu olup İzmir merkeze (Konak) 45 km uzaklıktadır (Şekil 4.18) . Yüzölçümü 386 km² olan ilçenin, 60 km uzunluğunda deniz kıyısı mevcuttur. Seferihisar'ın en eski yerleşim yeri Ege adaları üzerindeki en önemli 12 İon kentinden birisi olan Teos olup, Giritliler ve Karyalılar tarafından kuruluşu M.Ö. 2000 yıllarına kadar uzanmaktadır (Seferihisar, 2004).



Şekil 4.18 Seferihisar'ın konumu

Seferihisar topografik yapı olarak, Urla Yarımadası'nda yüksekliği fazla olmayan dağ ve tepeler ile bunların arasında bulunan az sayıda ovanın yer aldığı bir yapıya sahiptir. En yüksek noktası 924 m ile Somaklık Tepesi olup, ilçe merkezinin denizden yüksekliği 28 m'dir. (Seferihisar, 2004)

İzmir ve çevresinde yüksek deprem riski taşıyan Tuzla Fayı'nın bir kolu da Seferihisar'dadır. Ayrıca bölgede Cumalı kaplıcaları yöresinde ikinci bir aktif fay alanı bulunmaktadır. Bu aktif fay sistemi deniz içerisinde güneybatı yönünde devam

etmekte ve Doğanbey Burnu ötesinde sıcak su çıkışına neden olmaktadır. Seferihisar'da 10 Nisan 2003 tarihinde 5,6 şiddetinde deprem meydana gelmiş ve 800 yapı hasar görmüştür (Seferihisar, 2004).



Şekil 4.19 Seferihisar'ın ulaşım ve yerleşim dokusu (Seferihisar, 2004)

Seferihisar’da yüksek alanlar az olduğundan iklim üzerindeki en büyük etki denize aittir. Denize yakınlık, sıcaklık başta olmak üzere, yağış ve nem gibi iklimsel etmenlere doğrudan etki etmektedir. DMİ’nin verilerine göre Seferihisar’da ortalama sıcaklık 16,6 C° olup, aylık sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu ay 35,2 C° ile Temmuz ayı, en düşük olduğu ay ise 4,2 C° ile Ocak ayıdır. Akdeniz ikliminin hakim olduğu Seferihisar’da yazlar sıcak, kışlar ise ılık geçmektedir. İlçede ölçülen en yüksek rüzgar hızları ise kuzeyde 7,5 m/sn, güneyde ise 6 m/sn olup (Şekil 4.13), yıllık ortalama rüzgar hızı 3,5m/sn’dir (Seferihisar, 2004) .

Tablo 4.16 Seferihisar’ın aylara göre rüzgar hızı ortalaması (m/sn) (Seferihisar, 2004)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ORT	3,6	3,9	3,4	2,9	3,0	3,3	4,5	4,3	3,6	3,2	3,2	3,3

Tablo 4.14’te görülebileceği gibi en yüksek hız ortalamasını Temmuz ve Ağustos ayına aittir. Seferihisar’da hakim rüzgar yönü soğuk rüzgar yönleri olan kuzey (Yıldız) ve kuzeybatıdır (Karayel). Yıllık toplam yağış miktarı 593,5 kg/m² olup en yağışlı mevsim kış mevsimidir (DMİ).

Tablo 4.17 Seferihisar aylara göre yağış ortalaması (kg/m2) (Seferihisar, 2004)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ORT	114,7	87,0	69,3	38,0	24,4	5,4	1,2	1,8	6,1	33,0	67,2	142,0

Seferihisar’da yılda ortalama 165,1 gün hava açık olup, 45,3 gün hava kapalıdır. Ortalama bulutlu gün sayısı ise 155,2 gündür. Açık gün sayısı yaz aylarında artarken, kış aylarında en düşük seviyeye ulaşmaktadır. İlçenin bitki örtüsünde Akdeniz iklim tipinin özelliği olan maki ve orman görülmektedir. Maki örtüsünü; delice, menegiç, zakkum, katırtırnağı ve funda, orman örtüsünü ise kızılçam ve meşe ağaçları oluşturmaktadır. (Seferihisar, 2004)

2000 Yılı itibariyle Seferihisar nüfusu 34.761 olup, bu nüfusun yaklaşık %50’si ilçe merkezinde yaşamaktadır. Yaz aylarında turizm nedeniyle nüfusun 150.000 kişiye ulaştığı tahmin edilmektedir. Nüfusun %80’i tarımla uğraşmaktadır. 60 Km sahili bulunan Seferihisar’da turizm henüz gereken düzeye ulaşamamıştır. Turistlerin

çoğunluğunu deniz turizmi amaçlı yerli turistler oluşturmaktadır. İlçede bulunan doğal kaynaklar, tarihsel ve kültürel doku henüz istenilen turistik kimliğini kazanamamıştır (Seferihisar, 2004).

Bu bağlamda ilçe 2009 yılında adını dünyaya daha çok duyurabilmek, şehrin dokusunun ve halkın yaşam tarzının korunması ve yerel özelliklerin yok olmasını engellemek amacıyla “Cittaslow” olarak bilinen “sakin şehir” anlamında kullanılan hareketin bir parçası olmuştur. 1999 Yılında İtalya’da kurulan harekete kabul edilmiş 90’ı aşkın yerleşim mevcut olup, sertifikaya sahip tek Türk yerleşim merkezi Seferihisar’dır.

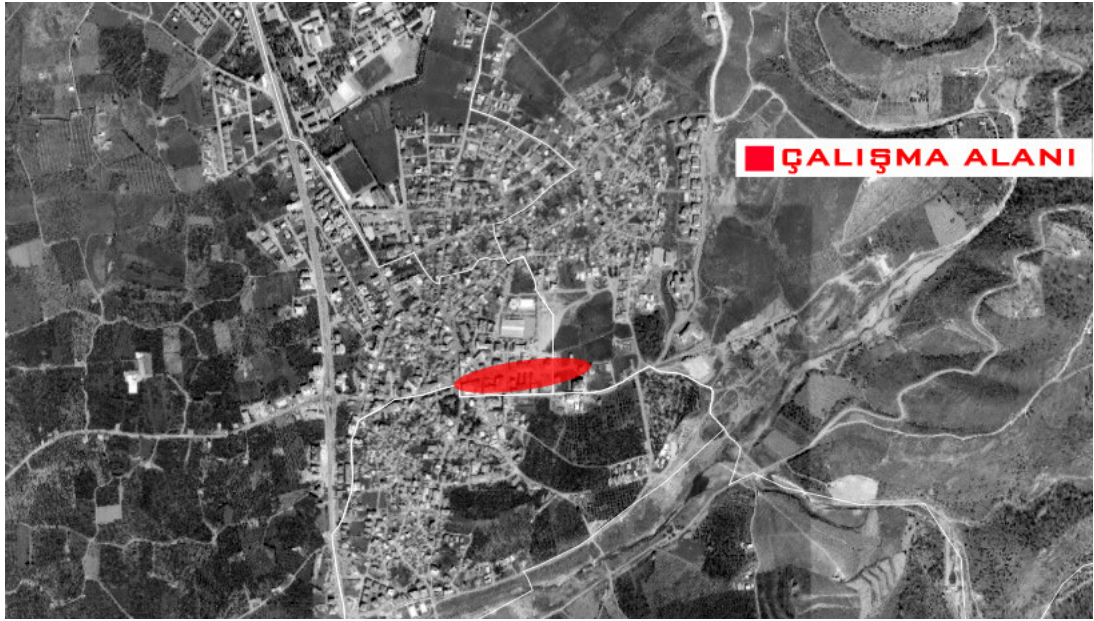
Cittaslow, şehirlerin önemli ve özel olduklarını düşündükleri alanları korumak için strateji geliştirmeleri olarak tanımlanabilir (Cittaslow Seferihisar, 2011). Bu sertifikayı alabilmek için yerleşimlerin; nüfusun 50.000 kişinin altında olması, hava, su, toprak kalitesinin belirli bir seviyenin üzerinde olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, kentsel çöp ve atıkların ayrıştırılarak toplanması, kent içi araç trafiğinin azaltılması ve yavaşlatılması, doğal ürünlerin kullanılması, yerel üretimin desteklenmesi, büyük otel ve alışveriş merkezlerinin bulunmaması gibi toplamda 50’nin üzerinde kritere sahip olması gerekmektedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında ele alınan ekolojik konut yaklaşımı da Cittaslow hareketiyle uyum göstermektedir.

4.5.2 Çalışma Alanının Belirlenmesi

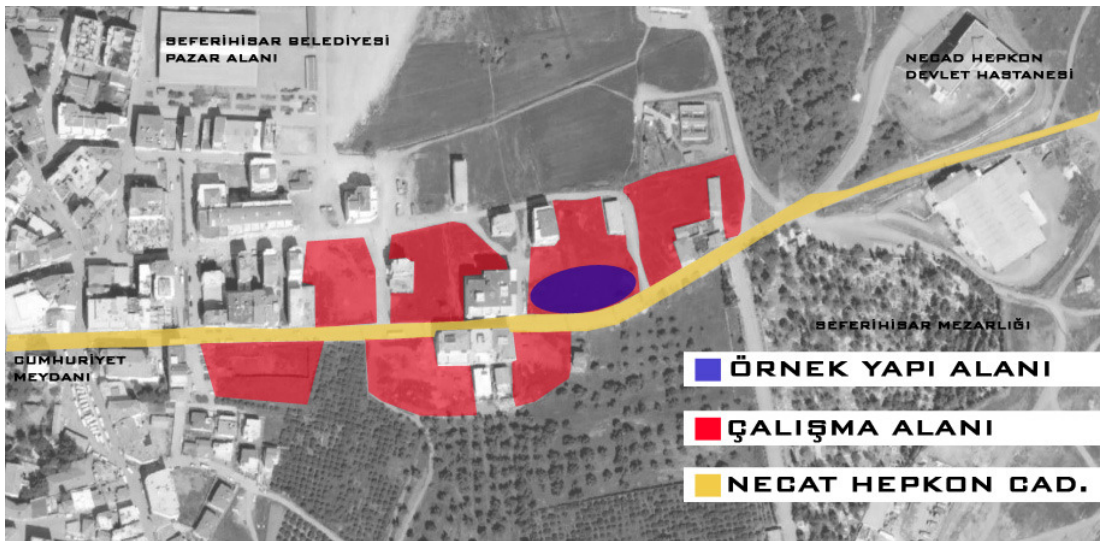
Çalışma alanı seçiminde öncelikli olarak ekosisteme zarar vermemek ve yıkım için enerji harcamamak amacıyla; mevcut bir yapının ya da bitki örtüsünün olmadığı yapılaşmaya açılmış, ancak yapılaşmasını tamamlamamış, mevcut kent dokusu içerisinde kent merkezine yakın bir yapı alanı olması kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

Bu bağlamda kent merkezinin güneydoğusunda yer alan ve kent merkezini 80. Yıl Cumhuriyet Meydanı'ndan Necip Hepkon Devlet Hastanesi'ne bağlayan Necip Hepkon Caddesi Çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Batıdan doğuya uzanan Necip Hepkon Caddesi henüz yapılaşmasını tamamlamamış, güney yönünde yeşil alanlarla çevrelenmiş, kuzey yönü büyük oranda hakim rüzgara açık bir yerleşim alanı olarak dikkat çekmektedir. (Şekil 4.21)



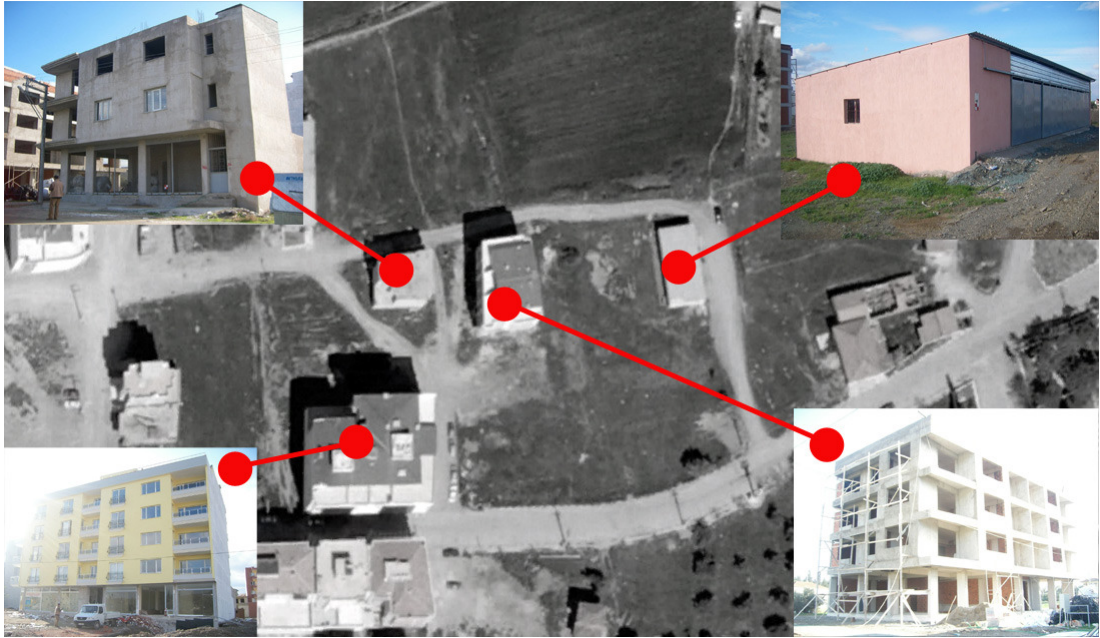
Şekil 4.20 Çalışma alanının Seferihisar'daki konumu.



Şekil 4.21 Çalışma alanı

Çoğunlukla bitişik nizamda çok katlı olarak inşa edilmiş niteliksiz yapıların yer aldığı çalışma alanı, önerilecek konut modelinin cadde boyunca farklı noktalarda uygulanmasına müsait bir alan olma özelliği taşımaktadır. Cadde boyunca gerçekleştirilecek yeni yapılaşmaya örnek olması ve kısmen bozulmuş olan dokuyu yeniden canlandırması için çalışma alanı içerisinde belirlenen yaklaşık 4000 m²'lik arsa üzerinde örnek tasarımın gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. (Şekil 4.21)

Seçilen arazinin batısında 5 katlı, kuzeyinde 4 katlı, kuzeybatısında ise 3 katlı olmak üzere toplam 3 adet apartman ve yine kuzey cephesinde 1 adet tek katlı depo yapısı bulunmaktadır (Şekil 4.22).

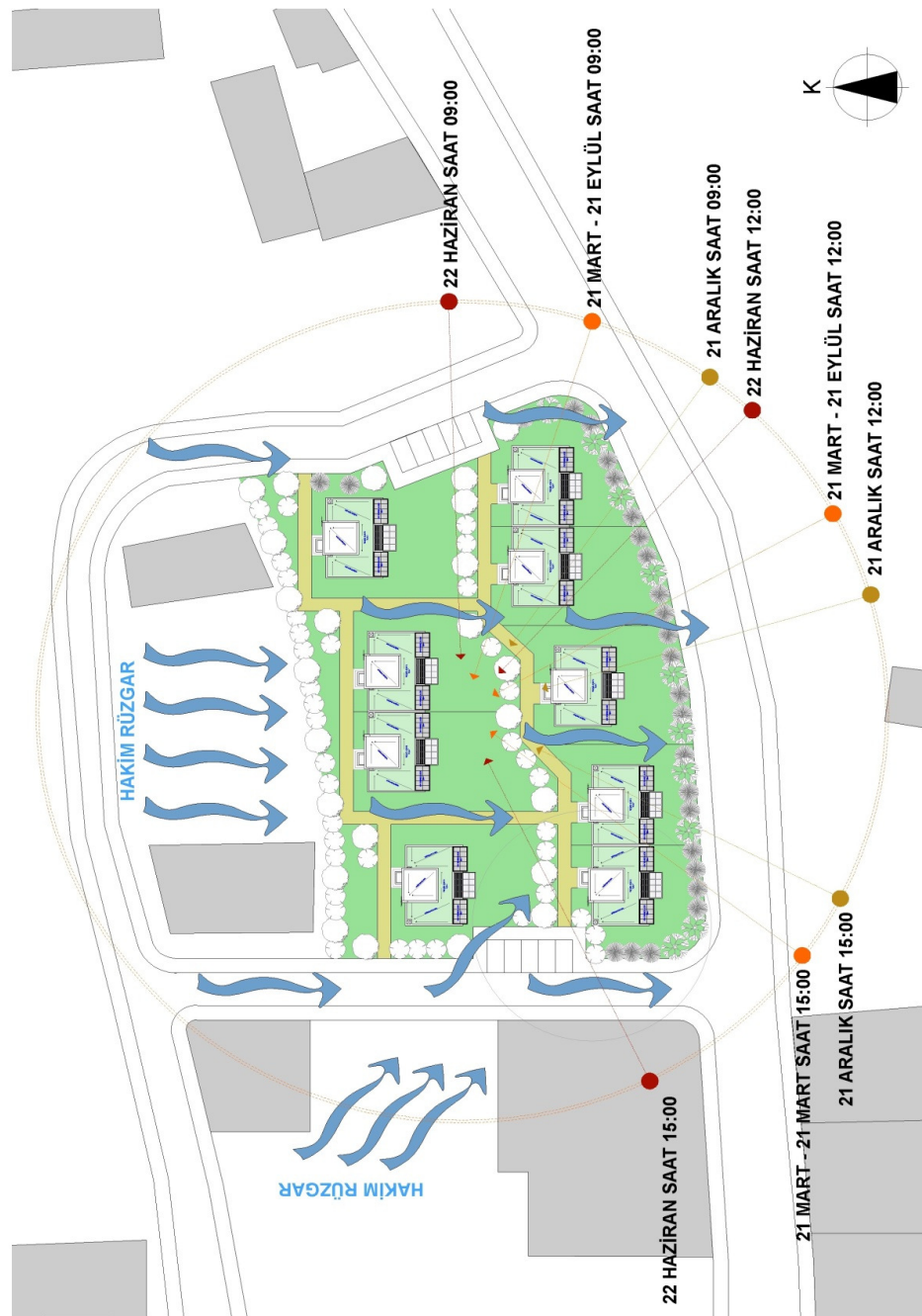


Şekil 4.22 Çevre binalar

Arazinin doğusu ve güneyinin tamamı, batısı ve kuzeyinin büyük bir bölümü açık olup; arazi, hakim rüzgarın yapı alanına girmesine ve güneye yönlenmeye uygundur. Ayrıca batıda yer alan 5 katlı apartman özellikle sıcak günlerde batı güneşi kaynaklı aşırı ısınma problemine kısmen engel teşkil etmektedir.

4.5.3 Yapıların Çalışma Alanına Yerleştirilmesi

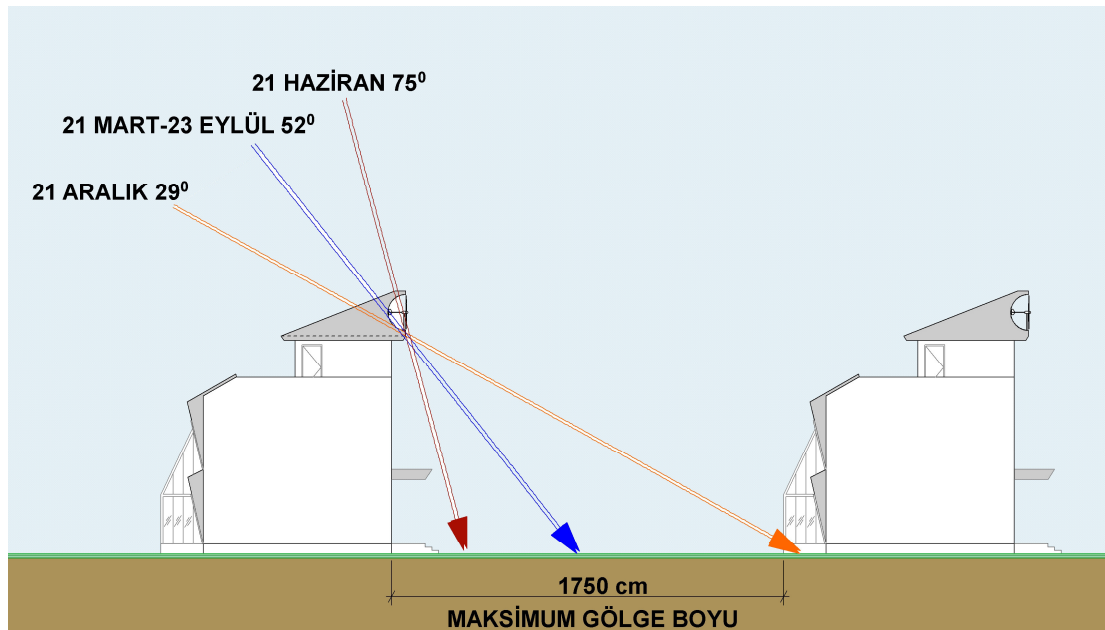
Yapılar araziye yerleştirilirken yapı alanının etkin kullanımı ilkesi göz önünde bulundurulmuştur. Arazide neredeyse kot farkı bulunmadığından topografya kaynaklı kazı, hafriyat ve geri dolgu gibi enerji gerektiren işlemler minimum seviyede uygulanacaktır.



Şekil 4.23 Güneş, rüzgar ve yerleşim planı ilişkisi

Arazi üzerinde mevcut bir bitki örtüsü bulunmaması da ekolojik açıdan bir avantajdır. Arazi çevresinde ciddi bir yükseklik farkı bulunmaması da yükseklik farkına bağlı hava hareketi kaynaklı sıcaklık değişimlerinin yaşanmamasını sağlamaktadır. Ayrıca bu durum arazinin “güneşli yönler” olarak kabul edilen yönlere yönelmesine müsaittir. Bu nedenle tüm yapılar güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanabilmek için güney yönünde bakacak şekilde yerleştirilmişlerdir.

Yapıların güneyden gelen ışıklardan eşit derece faydalanabilmeleri için yapılar arası mesafeler gölge boyları hesaplanarak birbirlerini etkilemeyecek şekilde yapı alanına konumlandırılmışlardır (Şekil 4.23). Önemli bir diğer iklimsel etmen olan hakim rüzgar araziye kuzey ve kuzeybatı yönünden esmektedir. Bu nedenle yapılar en fazla iki konut yan yana gelecek ve rüzgar geçişini kesmeyerek doğal havalandırma ve serinletmeye izin verecek şekilde aralarında boşluklar bırakılarak araziye yerleştirilmişlerdir.



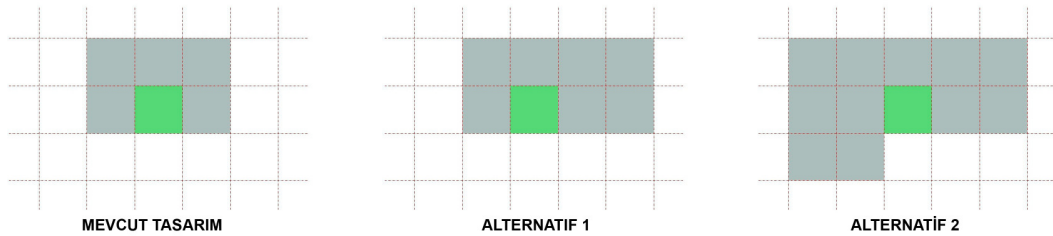
Şekil 4.24 Gölge boyları

Bu veriler ışığında yaklaşık 4000 m²'lik alan üzerinde 9 adet konut tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ekolojik yaklaşımın bir gerekliliği olarak mevcut durumda yeşil alan bulunmayan arazinin büyük bir bölümü yeşil alan olarak ayrılmıştır. Ayrıca

yapıların kuzey ve kuzeybatı yönlerine kış aylarında soğuk kuzey rüzgarlarını kesmesi, yaz aylarında ise yapraklarını dökerek rüzgar geçişine izin vermesi amacıyla ekmek ağacı ve şemsiye akasyaları ile peyzaj düzenlemesi yapılmıştır. Güney ve batı yönünü ise güneş kontrolü sağlamak ve yapının yaz aylarında yoğun güneş ışığına maruz kalmasını engellemek amacıyla, kış aylarında yapraklarını döken, yaz aylarında ise açan meşe ve akçaağaç dikilmesi önerilmiştir.

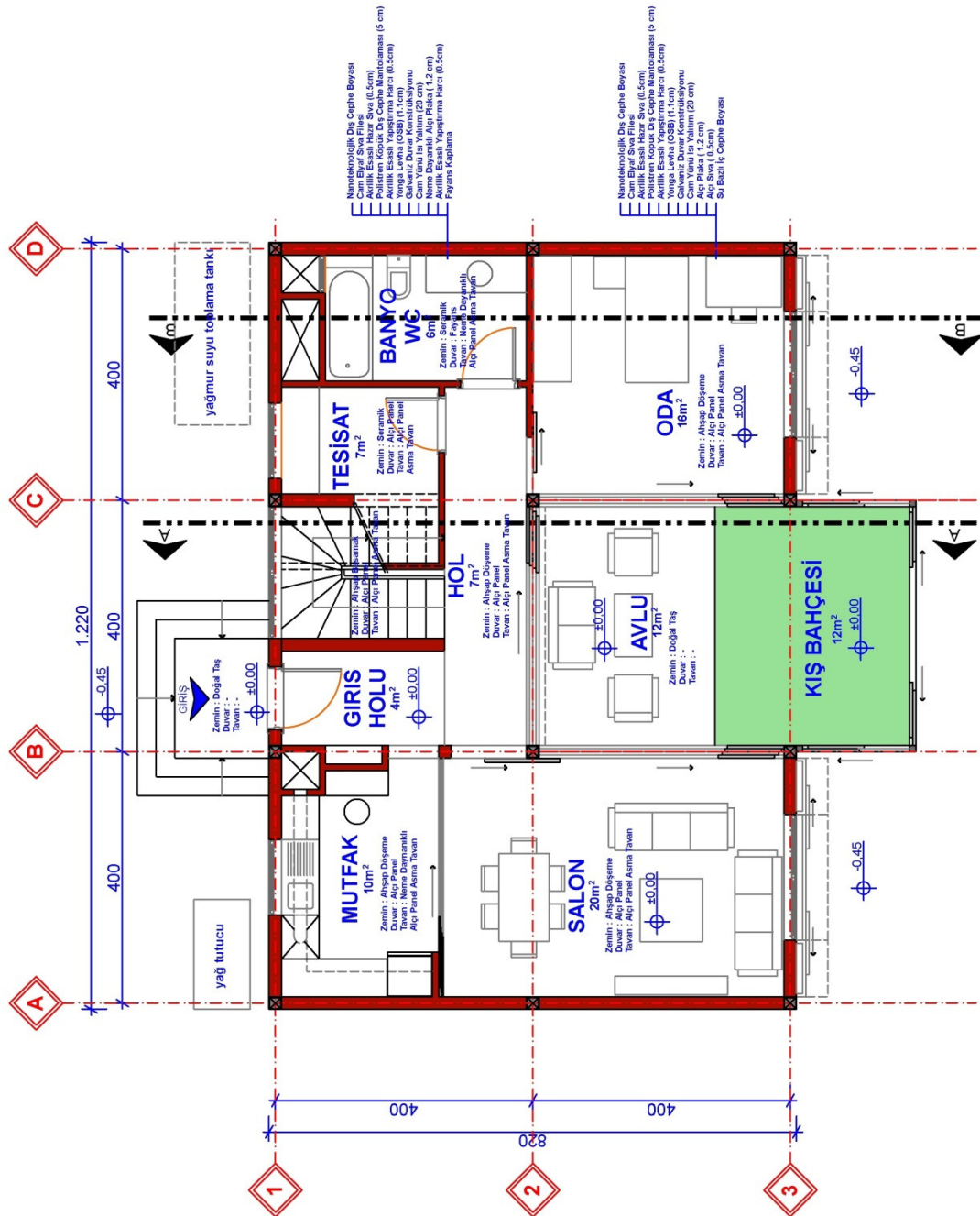
4.5.4 Yapı Tasarımı

Yapı tasarımında modern toplum yapısında en çok rastladığımız aile tipi olan çekirdek ailenin ihtiyaçları göz önünde bulundurulmuş, 3 adet yatak odası ve 1 adet salondan oluşan iki katlı gelişebilir, modüler bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Güneye yönlendirilerek güneşten en iyi şekilde faydalanabilmesi amacıyla doğu batı yönünde uzanan lineer bir yapı sistemi üzerinde durulmuş, sistem 4m'lik modüller üzerine kurulmuştur. Modüler sistem, yapıya eklenerek ihtiyaca göre daha büyük veya çok katlı yapı modellerinin geliştirilmesine elverişlidir.

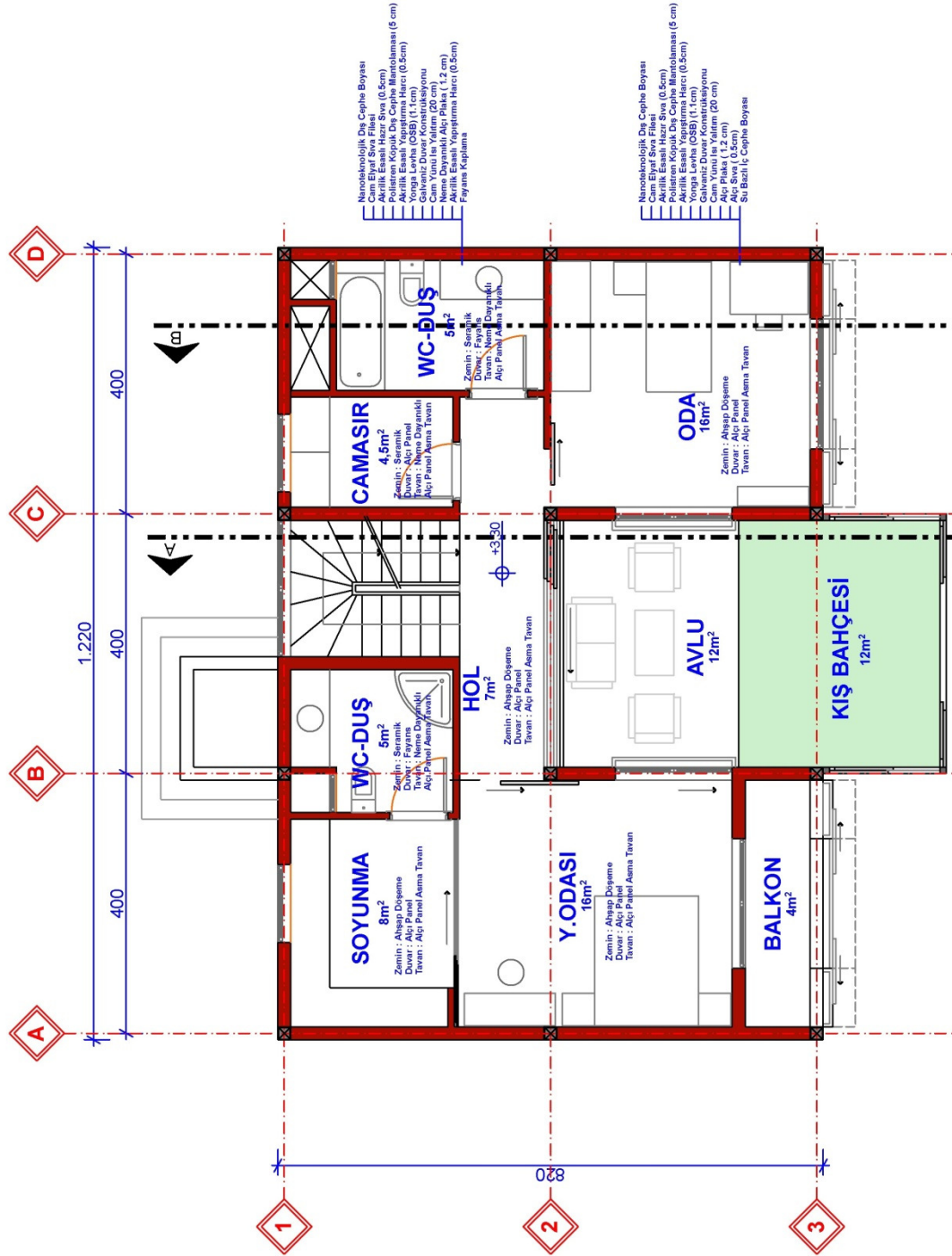


Şekil 4.25 Kurulan modüler sisteme göre genişleme örnekleri

Mekan organizasyonu, yaşam alanları tamamen güneye, ıslak hacimler, sirkülasyon alanları ve yardımcı mekanların tamamı ise kuzey yönüne bakacak şekilde tasarlanmıştır.



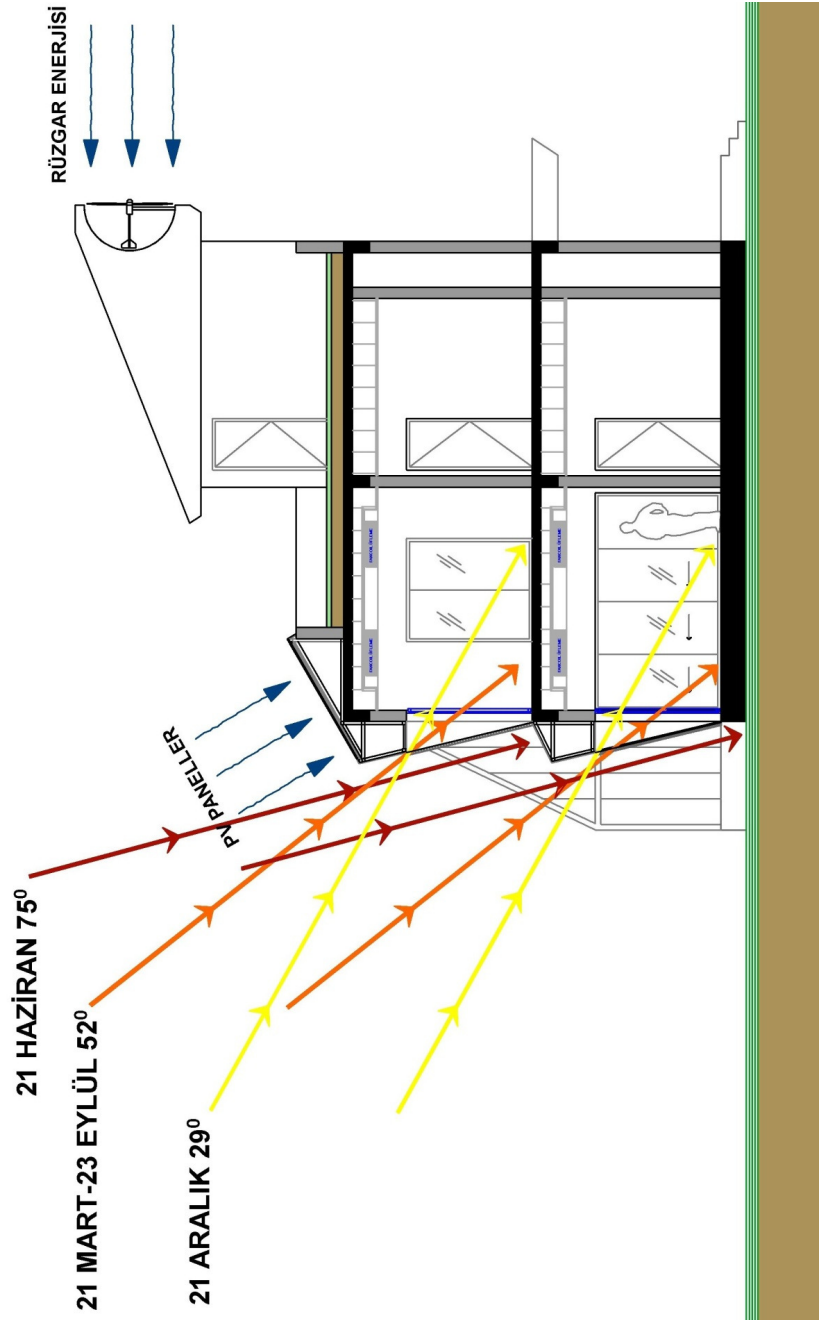
Şekil 4.25 Zemin kat planı



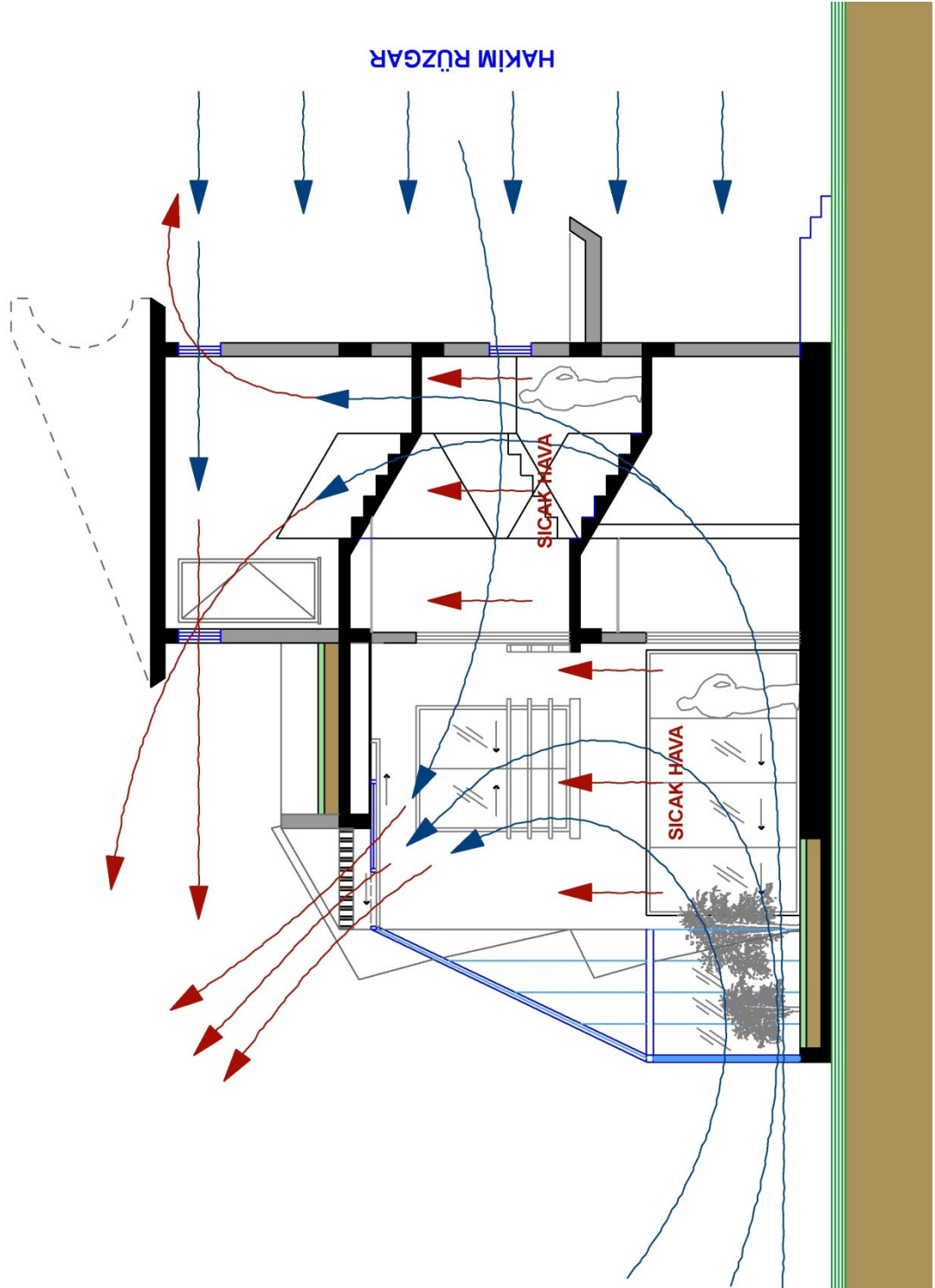
Şekil 4.26 Birinci kat planı

Yaşam alanlarının güneş enerjisinden en üst düzeyde faydalanarak doğal bir şekilde aydınlatılması ve ısıtılması düşüncesiyle güney cephesinde geniş açıklıklar

bırakılmıştır. Bu cephedeki olası aşırı ısınma durumunun önüne geçebilmek için pencerelerin çevresine yaz aylarında dik gelen güneş ışınlarının yapı içerisine girmesine engel olan, kış aylarında ise yatay gelen güneş ışınlarının yapı içerisine girmesine engel olmayan güneş kırıcılar ve güneş kontrol elemanları yerleştirilmiştir (Şekil 4.27).

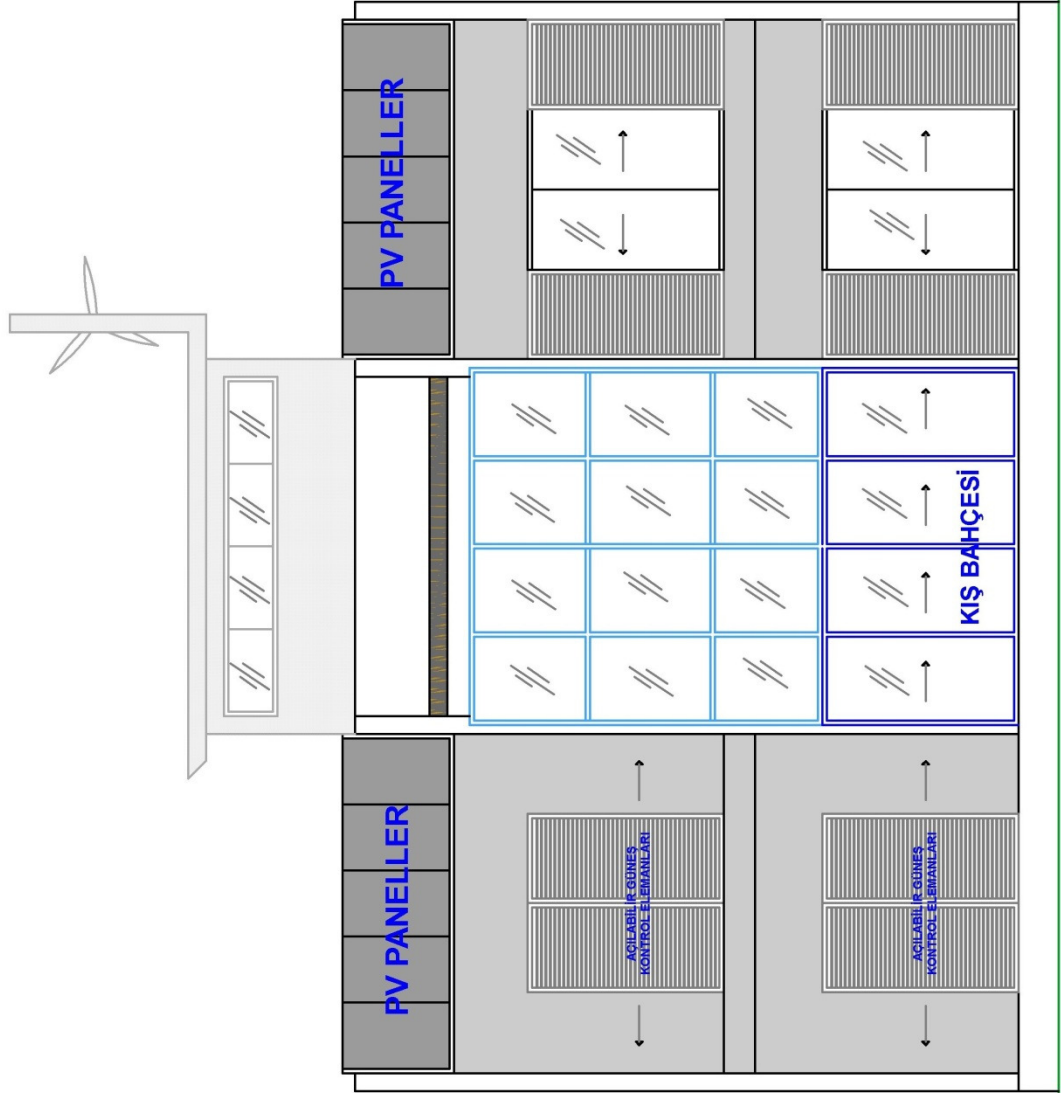


Şekil 4.27 Güneş kontrolü (B-B Kesiti)

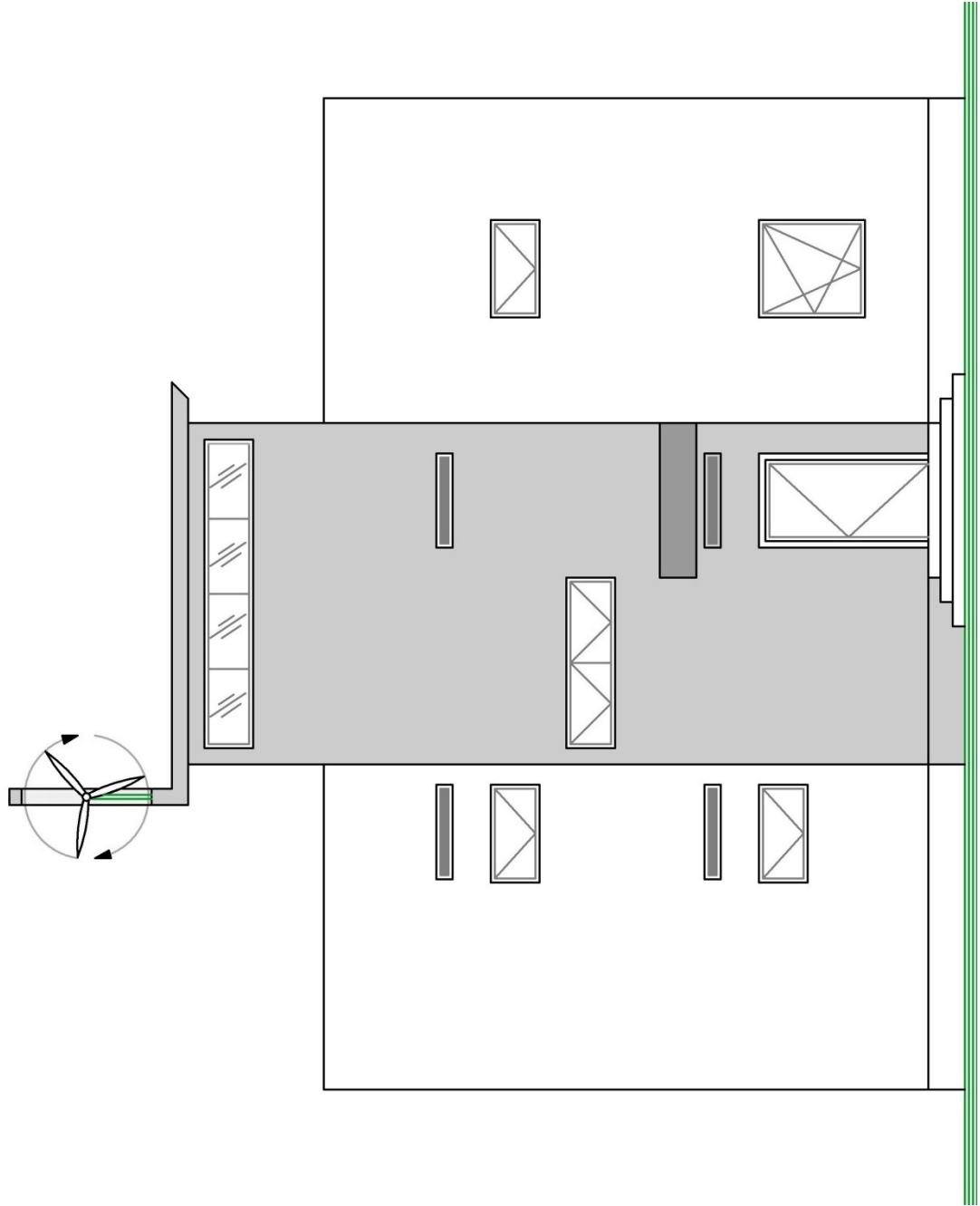


Şekil 4.28 Doğal havalandırma (A-A Kesiti)

Ayrıca mekânsal organizasyon kış aylarında gelen soğuk kuzey rüzgarının yaşam alanlarına etki etmeyecek, yaz aylarında ise açılabilen pençeler ve merdiven kovası yoluyla doğal havalandırma sağlayacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.30).



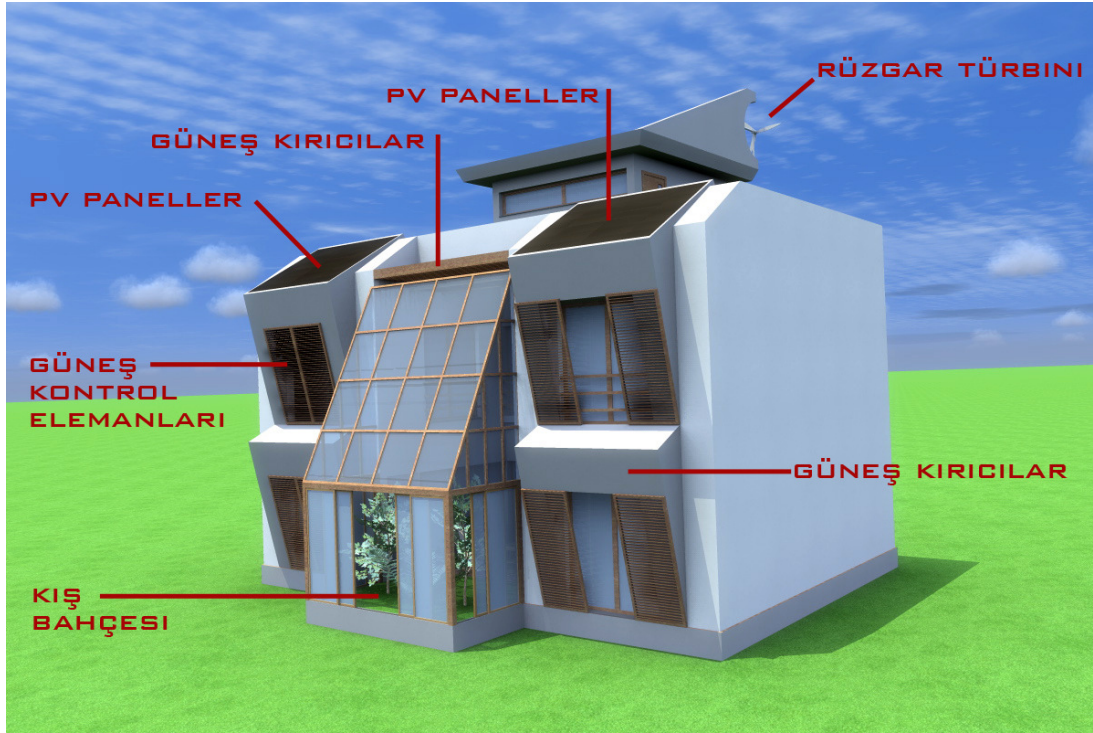
Şekil 4.29 Güney cephesi



Şekil 4.30 Kuzey cephesi

Isı kaybının azaltılabilmesi için bina kabuğu olabildiğince sade tasarlanmıştır. Ekolojik yapılarda sıkça rastlanılan Trombe Duvarı uygulaması daha çok soğuk iklimlerde verimli olduğundan tasarımda kullanılmamıştır. Diğer bir ekolojik yapı uygulaması olan kış bahçesi, tasarımda önemli bir yer tutmaktadır. Isıl özellik bakımından **sera** tipinde tasarlanan ve tüm yaşam alanlarının bağlandığı kış bahçesi, soğuk mevsimlerde güneş ısını toplayarak, üst kattaki mekanlar da dahil olmak

üzere tüm yaşam alanlarına aktarmaktadır. Yaz aylarında ise güney yönündeki doğramalar açılarak dış ortamla birleşmekte ve teras olarak kullanılabilir. Zemin katta açılabilir doğramalarla kış bahçesine bağlanan yaşam alanları gerektiğinde diğer mekanlarla birleşerek daha geniş kullanım alanları oluşturulmasına olanak vermektedir.



Şekil 4.31 Konut modelinin üç boyutlu görseli.

Yapıda kullanılan yeşil çatı uygulaması ise yaz ve kış aylarında ısı yalıtımı sağlamanın yanı sıra, bina tabanının işgal ettiği toprağın yaklaşık %70'ini yeşil alan olarak geri kazandırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinden pasif olarak yararlanmanın yanı sıra, tasarıma aktif sistemler de eklenmiştir. Sistemler kurulurken, kullanıldığı yapının günlük enerji ihtiyacı göz önünde bulundurulmakta olup, bu ihtiyaç günlük kullanılan eşya ve ekipmanlara göre değişiklikler gösterdiğinden enerji ihtiyacı çeşitli varsayımlarla hesaplanmaktadır. Bu çalışma kapsamında yapının günlük minimum enerji ihtiyacının soğutma grubu hariç 10 kWh olacağı kabul edilmiştir (Tablo 4.18). Soğutma ve doğal havalandırma amacıyla

kurulan ısı pompasının soğuk havayı mahallere dağıtmaya yarayan ekipmanları olan fan-coil sisteminin sıcak günlerde günde 5 saat çalışacağı ve 2 kWh enerji harcayacağı ön görülerek $2 \times 5 \text{ kWh} = 10 \text{ kWh}$ günlük enerji ihtiyacının olacağı öngörülmüştür. Yapay soğutmanın gerekmediği yaz aylarında ise soğutma grubu için öngörülen enerjinin yapının diğer ekipmanlarında kullanılacağı kabul edilmiştir.

Bu ihtiyaçtan yola çıkarak yapının güney cephesine yerleştirilen ve cephe tasarımının bir parçası olarak sisteme adapte edilen 18 m^2 'lik fotovoltaik paneller ile saatte 1.5 kWh enerji üretilmesi hedeflenmektedir. Yıllık ortalama güneşlenme süresi 8.42 saat olan Seferihisar için panellerin günde 8 saat verimli çalışacağı kabul edilerek panellerden $1.5 \text{ kWh} \times 8 \text{ saat} = 12 \text{ kWh}$ günlük enerji elde edileceği kabul edilmiştir.

Tablo 4.18 Bir konutun günlük enerji gereksinimi. (Temiz Dünya Rehberi, 2009)

CİHAZ İSMİ	ÇEKTİĞİ ELEKTRİK ENERJİSİ (Watt)	GÜNLÜK ÖNGÖRÜLEN ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	TOPLAM ENERJİ İHTİYACI (Wh)
Aydınlatma 1	15	6	90
Aydınlatma 2	15	5	75
Aydınlatma 3	15	5	75
Aydınlatma 4	15	4	60
Aydınlatma 5	20	3	60
Aydınlatma 6	20	2	40
Buzdolabı	80	24	1920
TV	150	5	750
DVD	120	0.5	60
BİLGİSAYAR	200	4.5	900
MİKRODALGA FIRIN	2000	0.5	1000
ELEKTRİK SÜPÜR.	1800	0.4	540
ÇAMAŞIR MAK.	800	0.4	320
HİDRAFOR	740	4	2960
ÜTÜ	2000	0.3	600
DİĞER	100	3	300
TOPLAM GÜNLÜK ENERJİ GEREKSİNİMİ			9.750 Wh = 9,75 kW

Aynı şekilde tasarımın bir parçası olarak, hakim rüzgar yönü olan kuzey rüzgarından faydalanabilmek için yapının kuzeyine ve en yüksek noktasına bir adet 1 kWh'lık rüzgar türbini yerleştirilmiştir. Rüzgar enerjisi, güneş enerjisine göre çok daha değişken olduğundan güneş enerjisi gibi günlük kabuller öngörülememektedir. Bu nedenle yıllık ortalama rüzgar hızı 3,5 m/sn olan Seferihisar'da türbinin günde ortalama 8 saat verimli bir şekilde çalışacağı varsayımı yapılmıştır. Bu süreçte yaklaşık olarak $8 \text{ saat} \times 1 \text{ kWh} = 8 \text{ kW}$ günlük rüzgar enerjisi elde edileceği öngörülmektedir. İki sistemin ürettiği günlük enerji toplamı 20 kWh olup, bir konutun varsayılan günlük enerji ihtiyacını karşıladıkları görülmektedir.

Üretilen bu enerjinin depolanıp kullanımının sürekli hale gelebilmesi için akülere ihtiyaç vardır. Akülerin olmadığı durumlarda üretilen enerjinin sadece anlık kullanılan kısmı dışındaki kısım boşa gidecek ya da şebekeye verilecektir. Bu da güneşin ya da rüzgarın olmadığı durumlarda yapının enerji ihtiyacını şebekeden karşılamasına neden olacaktır. Akü seçimlerinde konutta kullanılacak olan aletlerin gücü göz önünde bulundurulmakta ve 2 kW üzerinde güç tüketimine sahip bir alet kullanılıyor olması durumunda 48 voltluk aküler tercih edilmektedir. 20.000 Wh değerinde bir enerji ihtiyacının karşılanması için $20.000 \text{ Wh} / 48 \text{ Volt} = 416 \text{ Amper/h}$ kapasitesinde akü grubuna ihtiyaç bulunmaktadır. Ancak akülerde kimyasal maddelere dönüşerek depolanan enerjinin yaklaşık %50'si elektriğe dönüşürken kaybolmaktadır. Bu nedenle 416 Amper/h yerine iki katı değerinde bir depolama kapasitesi gerekmektedir. Ayrıca hava şartlarına doğrudan bağlı olan güneş ve rüzgar enerjisinin kullanımının sürekliliği için hava şartlarındaki olabilecek olumsuzluklar da göz önünde bulundurulmalı ve en az 2 günlük enerji depolama kapasitesine sahip akü grubu seçilmelidir. Yani sonuç olarak $416 \text{ Amper/h} \times 2 \text{ katı} \times 2 \text{ gün} = 1664 \text{ Amper/h'lik}$ akü grubu sistem için yeterli gelmektedir. 100 Amperlik 17 adet 48 Volt akü sistemimizin verimli çalışmasını sağlayacaktır. (Temiz Dünya Rehberi, 2009)

Yapı tasarımına entegre edilen diğer bir yenilenebilir enerji kaynağı da jeotermal enerjidir. Yapı alanında mevcut bir jeotermal enerji kaynağı olmamakla birlikte, Doğanbey civarında elde edilen jeotermal enerjinin Seferihisar merkezine ulaştırılarak ilçenin en yoğun yapılaşma alanına sahip bölgesinde ısıtma ve sıcak su

amaçlı enerji ihtiyacının tamamen jeotermal enerji ile karşılanması önerilmektedir. Bu bağlamda geliştirilen konut modelinin tüm ısıtma ve kullanım sıcak suyu ihtiyacı jeotermal enerjiden karşılanacak şekilde tasarlanmıştır.

Konutlarda kullanılan jeotermal akışkan genellikle 50°-70° C civarında olup, bu değer yerden ısıtma sistemleri için daha uygundur. Petekli sistemlerin verimli çalışabilmesi için yaklaşık 90 ° C'lik bir ısıya ihtiyaçları vardır (Bekar, 2007). Bu nedenle tasarımda yerden ısıtma sistemi tercih edilmiştir. Kullanım sıcak suyu da tasarlanan yerden ısıtma sistemine bağlanan bir adet boyler ve bir adet pompa yardımıyla sağlanabildiğinden ayrıca bir güneş kollektörü sistemi kullanılmamıştır.

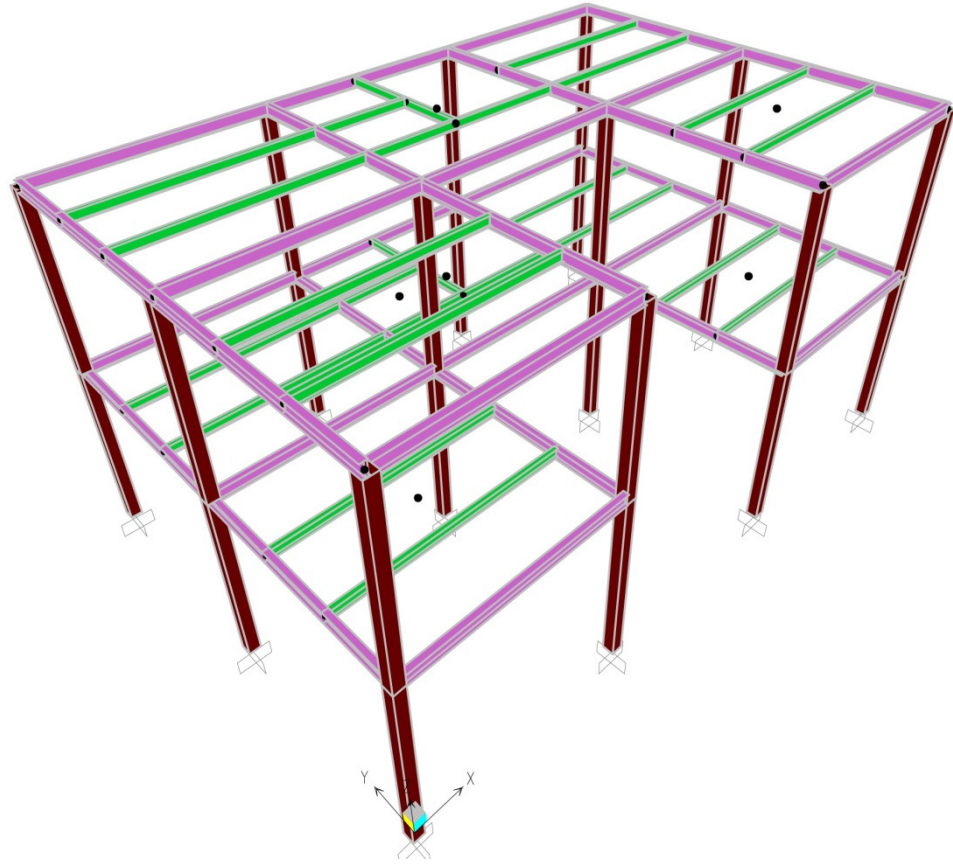
Yapı soğutma ihtiyacının karşılanması amacıyla pasif sistemler tasarımının bir parçası olarak yapıda kullanılmış olsa da, özellikle yaz günlerinde ısı konfor koşullarının sağlanması için yeterli olamamaktadır. İklimsel kuşağı nedeniyle soğutma öncelikli bir yapı özelliği taşıyan tasarımda aktif sistemlerinde kullanılması kaçınılmazdır. Günümüzde en yaygın soğutma sistemi olan klima ile soğutma yerine, ekolojik yaklaşıma daha uygun olan ve klimalara göre çok daha fazla verimli çalışan **“Doğal Soğutma (Natural Cooling)”** sistemi tercih edilmiştir. Isı pompası yardımıyla çalışan sistem, yaz aylarında sıcaklığı iç mekanlara göre çok daha düşük olan toprak ya da yer altı sularının ısı enerjisinden faydalanmaktadır. Doğal soğutma sistemi soğuk havayı “fancoil” adı verilen cihazlarla klimalara benzer bir şekilde kontrollü olarak mekanlara aktarabilmektedir, bu sistem soğutmanın en tasarruflu olduğu yöntemlerden bir tanesi olarak bilinmektedir. Bunun nedeni klimalar dış mekandan aldıkları sıcak havayı enerji harcayarak soğuturken, doğal soğutma sistemleri için ihtiyaç duyulan tek enerjinin topraktan ya da yer altı suyundan alınan ısıyı sirküle etmek için gerekli olmasıdır. Yer altından ya da topraktan alınan soğuk su sistemde dolaştırılarak ayarlanabilir fanlar ve hava kanalları yardımıyla iç mekanlara aktarılmaktadır. Bu sistem soğutmanın yanı sıra ilave ekipmanlar ile ısıtma işlemi içinde kullanılabilir.

Tasarımda tüm ısıtma jeotermal enerji ile yapıldığında, ısı pompası sistemi sadece soğutma amacıyla önerilmiştir. Sistemin uygulanabilmesi için yapı zemininin 15

metre altında yer altı suyu olduğu kabul edilmiştir. Bu kabul doğrultusunda; COP değeri olarak bilinen performans katsayısı doğal havalandırma sistemlerinde 4-7 arasında değişmekte olup, 12 kWh'lık bir ısı pompası kullanılan tasarımda ortalama 5,5 COP değeri için $12 \text{ kWh} / 5,5 = 2,18 \text{ kWh'lık}$ bir enerji tüketimine denk gelmektedir. Aynı mahallerin yüksek enerji sınıfında bir klima ile soğutulması durumunda ise mutfığa 9000 BTU, salon ve diğer 3 odaya 15000 BTU'luk 4 adet klima gerektirecektir. Bu klimaların COP değeri maksimum 3 olup, 4 adet klimanın saatlik enerji ihtiyacı $23,6 \text{ kWh} / 3 = 7,8 \text{ kWh}$ olacaktır.

Bu sonuca göre “doğal soğutma” sisteminin klima sistemine oranla %70 civarında daha az enerji tüketmesi öngörülmektedir. Sistemin diğer bir avantajı da sistemde kullanılan fanların sistem soğutma için çalışmadığı durumlarda da dış ortamdan taze hava alıp, filtreden geçirerek iç ortama verebilmekte ve 365 gün taze havanın yapıya alınabilmesini sağlamaktadır.

Tasarımda kullanılan malzeme ve ekipmanların seçiminde de ekolojik kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Yapım sistemi tercihinde bölgenin yüksek deprem riski göz önünde bulundurularak ağır çelik taşıyıcılar tercih edilmiştir. Her ne kadar çelik, gömülü enerjisi yüksek bir malzeme olsa da dayanıklılığı, hafifliği, yük taşıma kapasitesi, deprem dayanımı ve geri dönüştürülebilir bir malzeme olması bakımından önemli bir yapı malzemesidir. Ayrıca uzun ömürlü ve esnek oluşu, yatayda ve dikeyde gelişebilirliği, herhangi bir tehlikeli atığa neden olmaması ve hurda parçalarının bile ekonomik değer taşıması da çeliği ön plana çıkaran özelliklerdir (Özdil, 2007). İki kattan oluşan çelik konstrüksiyon yapının kat döşemeleri kompozit olarak tasarlanmıştır. Bu sayede deprem yüklerini aktaracak rijit bir diyafram oluşturulmuştur. Binanın ana taşıyıcı kirişleri ve döşeme kirişleri tali IPE hadde mamullerinden seçilmiştir. Bu profiller yüksek eğilme kapasitesine sahip, birim ağırlıkları düşük ekonomik profillerdir. Ayrıca bu kirişlerin bağlantı detayları uygulama açısından avantaj sağlamaktadır. Binanın kolonları ise kare kesitli olarak hazır hadde mamülü kutu profillerden seçilmiştir. Deprem esnasında her iki yönde de aynı rijitliğe sahip kolonlar sayesinde kolonlar arası deprem çapraz bağlantıları gerekmemektedir.



Şekil 4.32 Taşıyıcı sistem çözümü

Bina kabuğundaki ısı kayıplarını azaltmak için binanın tüm cepheleri yüksek performanslı ve kloroflorokarbon içermeyen geri dönüştürülmüş polistren köpük ile mantolanarak yüksek ısı yalıtımı sağlanmıştır. Ayrıca doğramalarda ekolojik bir malzeme olan ahşap ve yüksek performanslı ısı yalıtımlı çift cam kullanılmıştır. İç mekan duvarlarında ise doğal bir yapı malzemesi olan alçıdan üretilmiş alçı paneller kullanılmıştır. Alçı oldukça sağlıklı bir malzeme olup, ortamdaki nem oranını dengeleme özelliğine sahiptir. Ayrıca yangın dayanımı da yüksek bir malzemedir. Yapım esnasında çok fazla atık oluştursa da atıkların tamamı geri dönüştürülebilmektedir. Dış cephede yer alan alçı panel kaplı dış duvarlar arasına 20 cm genişliğinde cam yünü yerleştirilerek mantolama takviye edilmiş, ilave ses ve ısı

Ayrıca yeşil çatıya ve merdiven kovanının çatısına düşen yağmur sularının bir kısmı yeşil çatı örtüsünde tutulmakta ve buradan süzülerek yağmur suyu toplama tankına aktarılmaktadır. Toplanan su, klozetlerde, çamaşır ve bulaşık makinasında kullanılmaktadır. Suyun bitmesi durumunda bu ekipmanlar su ihtiyacını şebeke suyundan karşılamaktadırlar. Yaklaşık 100 m²'lik çatı alanında yıllık yağış ortalamasının 593,5 kg/m² olduğu göz önünde bulundurulursa yılda yaklaşık 59 ton su tasarrufu yapılması mümkündür.

Tasarımda kullanılan bir diğer sistem de yağ tutucu sistemdir. Mutfak evyesinden pis su hattına giden hat yağ tutucudan geçmekte, burada yağ sudan ayrıştırılarak ayrı bir şekilde depolanmaktadır. Böylelikle yağın yer altı sularına ve toprağa karışması engellenmektedir. Biriken yağ irtibata geçilmesi durumunda yerel yönetim ekipleri tarafından tahliye edilmektedir.

4.5.5 Yaklaşık Yapı Maliyetinin Hesaplanması

Çalışmanın bu aşamasında tasarlanan konut modelinin yalnızca bir tanesinin yaklaşık maliyeti hesaplanmıştır. Metrajlar proje detaylandırıldıkça artış ya da azalış gösterebileceğinden ve birim fiyatlar ise piyasa şartlarına bağlı olarak sürekli değiştiğinden ortaya çıkan maliyetin farklılık gösterebileceği unutulmamalıdır. Ayrıca öngörülen maliyete arsa payı, çevre düzenlemesi, proje bedelleri ve yerel yönetimler tarafından istenilen harç bedelleri dahil edilmemiştir.

Tablo 4.19 Maliyet hesabı 1/3

A-1 İNCE İMALATLAR					
A-1-1 DÖŞEME KAPLAMALARI					
SIRA	İŞİN CİNSİ	ÖLÇÜ	MİKTAR	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL)
1	GİRİŞ MERDİVEN SAHANLIĞI DOĞAL TAŞ KAPLAMASI (MERMER)	M²	1,50	85,00 TL	127,50 TL
2	GİRİŞ MERDİVEN BASAMAĞI DOĞAL TAŞ KAPLAMASI (MERMER)	MT	18,00	75,00 TL	1.350,00 TL
3	AHŞAP DÖŞEME KAPLAMASI YAPILMASI (AHŞAP PARKE)	M²	105,00	20,00 TL	2.100,00 TL
4	SERAMİK DÖŞEME KAPLAMASI YAPILMASI	M²	30,00	25,00 TL	750,00 TL
5	TERASA DOĞAL TAŞ KAPLAMA YAPILMASI	M²	12,00	75,00 TL	900,00 TL
6	YEŞİL ÇATI SİSTEMİ UYGULAMASI (ÇATI+KIŞ BAHÇESİ)	M²	73,00	130,00 TL	9.490,00 TL
7	AHŞAP MERDİVEN BASAMAĞI KAPLAMASI YAPILMASI	MT	32,00	55,00 TL	1.760,00 TL
8	TERAS ÇATI PARAPETİ DOĞAL TAŞ HARPUŞTA YAPILMASI	MT	60,00	30,00 TL	1.800,00 TL
	TOPLAM				18.277,50 TL
A-1-2 DUVAR KAPLAMALARI					
SIRA	İŞİN CİNSİ	ÖLÇÜ	MİKTAR	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL)
1	CAM YÜNÜ DOLGULU TEK YÜZÜ ALÇI PANEL KAPLI DUVAR YAPILMASI 20CM	M²	292,00	45,00 TL	13.140,00 TL
2	CAM YÜNÜ DOLGULU İKİ YÜZÜ ALÇI PANEL KAPLI BÖLME DUVAR YAPILMASI 10CM	M²	38,00	35,00 TL	1.330,00 TL
3	CAM YÜNÜ DOLGULU İKİ YÜZÜ NEME DAYANIKLI ALÇI PANEL KAPLI BÖLME DUVAR YAPILMASI 10CM	M²	62,00	40,00 TL	2.480,00 TL
4	GAZ BETON TUĞLA DUVAR YAPILMASI 20cm	M²	82,00	90,00 TL	7.380,00 TL
5	YONGA LEVHA KAPLAMASI (OSB)	M²	360,00	10,00 TL	3.600,00 TL
6	POLİSTREN KÖPÜK DIŞ CEPHE MANTOLAMASI	M²	360,00	8,00 TL	2.880,00 TL
7	AKRİLİK ESASLI HAZIR DIŞ CEPHE SIVASI YAPILMASI	M²	360,00	5,00 TL	1.800,00 TL
8	İÇ CEPHE KABA+İNCE SIVA YAPILMASI	M²	48,00	11,00 TL	528,00 TL
9	ALÇI SIVA YAPILMASI	M²	470,00	6,00 TL	2.820,00 TL
10	SU BAZLI İÇ CEPHE BOYASI YAPILMASI	M²	315,00	5,00 TL	1.575,00 TL
11	NANOTEKNOLOJİK DIŞ CEPHE BOYASI YAPILMASI	M²	434,00	7,00 TL	3.038,00 TL
12	SERAMİK DUVAR KAPLAMASI YAPILMASI	M²	85,00	30,00 TL	2.550,00 TL
13	ÇİFT CAMLI AHŞAP DOĞRAMA YAPILMASI	M²	71,00	90,00 TL	6.390,00 TL
14	KIŞ BAHÇESİ AHŞAP DOĞRAMALARI	M²	35,00	120,00 TL	4.200,00 TL
15	GİRİŞ KAPISI 100x220	AD	1,00	550,00 TL	550,00 TL
16	AHŞAP KAPI YAPILMASI 80-90x220	AD	7,00	400,00 TL	2.800,00 TL
17	SÜRGÜLÜ AHŞAP KAPI YAPILMASI 90-120x220	AD	4,00	450,00 TL	1.800,00 TL
	TOPLAM				58.861,00 TL

Tablo 4.20 Maliyet hesabı 2/3

A-1-3 TAVAN KAPLAMALARI					
SIRA	İşin cinsi	ÖLÇÜ	MİKTAR	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL)
1	ALÇI PANEL ASMA TAVAN YAPILMASI	M²	125,00	22,00 TL	2.750,00 TL
2	NEME DAYANIKLI ALÇI PANEL ASMA TAVAN YAPILMASI	M²	35,00	25,00 TL	875,00 TL
3	TAVAN SU BAZLI BOYA YAPILMASI	M²	160,00	3,00 TL	480,00 TL
TOPLAM					4.105,00 TL
A-1-4 DİĞER İŞLER					
SIRA	İşin cinsi	ÖLÇÜ	MİKTAR	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL)
1	MUTFAK YAPILMASI	MT	4,00	500,00 TL	2.000,00 TL
2	AHŞAP MERDİVEN KORKULUĞU YAPILMASI	MT	18,00	60,00 TL	1.080,00 TL
3	DOĞAL TAŞ DENİZLİK YAPILMASI (30CM)	MT	44,00	25,00 TL	1.100,00 TL
4	AHŞAP GÜNEŞ KIRICI	M²	5,00	120,00 TL	600,00 TL
5	AHŞAP GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARI	M²	16,00	80,00 TL	1.280,00 TL
TOPLAM					6.060,00 TL
A-2 KABA İNŞAAT İŞLERİ					
A-2-1 BETONARME - ÇELİK İMALATLARI					
SIRA	İşin cinsi	ÖLÇÜ	MİKTAR	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL)
1	KAZI YAPILMASI	M³	105,00	4,50 TL	472,50 TL
2	TEMEL YANI GERİ DOLGU	M³	15,00	3,50 TL	52,50 TL
3	GROBETON (250 dz.)	M³	10,00	65,00 TL	650,00 TL
4	B.ARME BETONU (C 25) POMPALI	M³	48,00	80,00 TL	3.840,00 TL
5	BETONARME KALIBI YAPILMASI	M²	40,00	15,00 TL	600,00 TL
6	BETONARME DEMİRİ (ST- IIIa)	KG	4.350,00	1,20 TL	5.220,00 TL
7	TEK KAT TRAPEZ SAC (0,70mm)	KG	211,00	3,50 TL	738,50 TL
8	Q131 TEK KAT ÇELİK HASIR	KG	465,00	1,20 TL	558,00 TL
9	TEMEL YALITIMI	M2	224,00	25,00 TL	5.600,00 TL
10	ÇELİK KONSTRÜKSİYON KARKAS YAPILMASI	KG	7.500,00	2,70 TL	20.250,00 TL
11	ÇELİK KONSTRÜKSİYON MERDİVEN	KG	1.500,00	2,70 TL	4.050,00 TL
12	KUTU PROFİL KARKAS İMALATLARI	KG	500,00	2,70 TL	1.350,00 TL
TOPLAM					43.381,50 TL
A-3 ELEKTRİK VE MEKANİK TESİSAT İŞLERİ					
A-3-1 ELEKTRİK TESİSATI					
SIRA	İşin cinsi	ÖLÇÜ	MİKTAR	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL)
1	ZAYIF AKIM TESİSATI VE AYDINLATMA	MAK.	1,00	7.500,00 TL	7.500,00 TL
2	FOTOVOLTAİK PANELLER INVERTER VE KONSTRÜKSİYON DAHİL(TOPLAM 1,5 kW)	M²	18,00	550,00 TL	9.900,00 TL
3	RÜZGAR TÜRBİNİ INVERTER DAHİL (1 Kw)	AD	1,00	8.750,00 TL	8.750,00 TL
4	PV PANEL VE TÜRBİN AKÜLERİ (48 VOLT - 100 AMPER)	AD	17,00	450,00 TL	7.650,00 TL
TOPLAM					33.800,00 TL

Tablo 4.21 Maliyet hesabı 3/3

A-3-2 MEKANİK TESİSAT İŞLERİ					
SIRA	İŞİN CİNSİ	ÖLÇÜ	MİKTAR	BİRİM FİYAT (YTL)	TUTAR (YTL)
1	SIHHİ TESİSAT	MAK	1,00	3.500,00 TL	3.500,00 TL
2	SU TASARRUFLU VİTRİFİYE MALZEMELERİ	MAK	1,00	2.250,00 TL	2.250,00 TL
ISI POMPASI VE SOĞUTMA EKİPMANLARI					
3	SONDAJ, KAZI, DOLGU İŞLEMLERİ	AD	1,00	2.500,00 TL	2.500,00 TL
4	ISI POMPASI (12 kW)	AD	1,00	10.000,00 TL	10.000,00 TL
5	FANCOILLER	AD	4,00	1.500,00 TL	6.000,00 TL
6	ISI POMPASI TESİSATI (KANALLAR, MENFEZLER VE BORULAR)	AD	1,00	11.500,00 TL	11.500,00 TL
7	SİRKÜLASYON POMPASI (YEDEKLİ)	AD	2,00	850,00 TL	1.700,00 TL
JEOTERMAL SİSTEM ISITMA VE SICAK SU					
8	EŞANJÖR (18.500 kcal/h)	AD	1,00	750,00 TL	750,00 TL
9	YERDEN ISITMA TESİSATI	M ²	170,00	50,00 TL	8.500,00 TL
10	YERDEN ISITMA SİRKÜLASYON POMPASI (YEDEKLİ)	AD	2,00	850,00 TL	1.700,00 TL
11	SICAK KULLANIM SUYU BOYLER	AD	1,00	500,00 TL	500,00 TL
12	SICAK KULLANIM SUYU BOYLER ISITMA POMPASI	AD	1,00	450,00 TL	450,00 TL
GRİ SU TESİSATI					
8	GRİ SU TOPLAMA TANKI 3000 LT	AD	1,00	2.500,00 TL	2.500,00 TL
9	YAĞMUR SUYU FİLTRESİ	MAK	1,00	350,00 TL	350,00 TL
10	MİNİ HİDRAFOR	MAK	1,00	450,00 TL	450,00 TL
TOPLAM					52.650,00 TL
GENEL TOPLAM =					217.135,00 TL

BÖLÜM BEŞ

SONUÇ

İnsanoğlunun doğaya vermiş olduğu zararın etkileri her geçen gün daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Günümüzde doğaya verilen zararlar Çernobil ve Fukuşima örneklerinde olduğu gibi yerel ölçekte kalmayıp küresel boyuta ulaşabilmektedir. Etkilerin küresel boyuta ulaşması ve tüm insanlığı etkilemeye başlaması insanoğlunu ister istemez yeni arayışlara itmiştir. Tehlikenin farkına varan bilinçli ve gelişmiş toplumlar doğaya daha az zarar veren temiz kaynak arayışlarına ve yatırımlarına başlamışlardır. Günümüzde enerji kullanılan her alanda gündeme gelen yenilenebilir enerji kaynaklarının, dünya üzerindeki enerji tüketiminin %50'sine neden olan yapılar için de gündeme gelmiş ve ekolojik mimarlık kavramı ortaya çıkmıştır. Yapı kaynaklı çevre sorunlarını ve enerji ihtiyacını en aza indirmeyi hedefleyen bu yaklaşım her geçen gün önem kazanmaya devam etmektedir.

Bu çalışmanın bir amacı da yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulamak, insanları bilinçlendirme ve bundan sonra gerçekleştirilecek olan çalışmalara kaynak oluşturmaktır. Bu bağlamda çalışma kapsamında ayrıca İzmir ili yenilenebilir enerji kaynaklarının ve çevre verileri tek bir çalışmada toplanmış, İzmir Rüzgar ve Güneş Atlası ilçelere göre revize edilmiş, İzmir çevre sorunları ve ilçe bazlı enerji kaynakları değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, ekolojik mimarlık yaklaşımına bağlı temel kavramların yanı sıra, ekolojik mimarlık ilkeleri incelenmiş ve tezin sonraki bölümleri için altlık oluşturulmuştur. İncelenen ilkeler İzmir ili özelinde ele alınarak, İzmir ili çevre verileri, çevre sorunları ve yenilenebilir enerji kaynakları araştırılmıştır. Araştırma sonucunda İzmir ilinin özellikle yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Bu potansiyel ekolojik mimarlık ilkelerinden “Kaynak Ekonomisi” ilkesinin gerçekleştirilecek olan yapılarda uygulanabilirliği açısından İzmir ili için önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

Enerjinin korunumu bağlamda İzmir ilinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için uygun yerleşim alanlarının tespit edilebilmesi amacıyla çalışmaya özgü puanlama sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem İzmir ilinin ilçeler bazında yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini ortaya koymaktadır. Puanlama sonucunda Seferihisar, Dikili, Balçova ve Bergama ilçelerinin güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerji potansiyellerinin tümünün konut tasarımında faydalanmaya elverişli olduğu tespit edilmiştir.

Geliştirilen puanlama sistemine göre yenilenebilir enerji kaynakları açısından en elverişli yer olan Seferihisar ilçesinde örnek bir konut modeli geliştirilmesi hedefiyle yola çıkarak, Seferihisar ilçesinin çevre ve iklim verileri incelenmiştir. Kent merkezi içerisinde henüz yapılaşmasını tamamlamamış bir bölgede seçilen örnek yapı alanına üç yenilenebilir enerji kaynağının da bir arada kullanıldığı, ekolojik mimarlık yaklaşımlarını barındıran, mevcut dokuyu yeniden canlandırarak yeni yapılacak yapılara örnek teşkil edebilecek bir yapı grubu tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Tasarımda yapılar; yapı alanına birbirlerinin hakim rüzgar ve güneş ile olan ilişkilerini engellemeyecek şekilde yerleştirilmiş, güneş enerjisinden en üst düzeyde faydalanabilmeleri için plan organizasyonu yaşam alanlarının tümü güney yönüne bakacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarım aşamasından malzeme seçimine kadar tüm süreç nedenleriyle birlikte detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen tasarıma pasif tasarım ilkelerinin yanı sıra aktif sistemlerin nasıl adapte edileceği açıklanmaya çalışılmıştır. Genel kabuller ve örnek hesaplamalar ile bir konutun enerji ihtiyacı ve bu enerjinin ne kadarını, ne şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayabileceği gösterilmiştir. Gerçekleştirilen tasarımın uygulanabilirliğini görmek adına inşaat mühendisi, makine mühendisi ve elektrik mühendisi gibi farklı disiplinlerin uzmanlarından destek alınarak projenin her aşaması gözden geçirilmiş ve gelen veriler ışığında örnek tasarımın yaklaşık maliyeti ortaya konulmuştur. Geliştirilen model, tasarımın başarısını ölçmek amacıyla binaların ısı kaybı performansını ölçen ve enerji kimlik belgesi derecelendirmesini yapan “Makine Mühendisleri Odası Isı Yalıtım Hesaplama Programı” ile test edilmiş ve “**süper enerji verimli bina**” özelliği taşıyan “A tipi bina” sınıfında çıkmıştır (EK

1). Ayrıca geliştirilen modele ait hesaplanan “yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (EK 2)” ve “maksimum ısıtma enerjisi ihtiyacı (EK 3)”, “özellik ısı kaybı (EK 4)” ve “bileşen malzeme detayı (EK 5)” değerleri de tespit edilmiştir.

Yapılan metraj ve keşif sonucunda İzmir ili için önerilen örnek ekolojik konut modelinin yaklaşık maliyeti 217.135,00 TL olarak öngörülmektedir. Bu maliyete arsa payı ve çevre düzenlemesi dahil değildir. Yaklaşık 210 m²'lik kapalı alana sahip konut modelinin metrekare maliyeti yaklaşık olarak 1000 TL'ye denk gelmektedir. Ayrıca öngörülen maliyetin yaklaşık %20'sini kaba inşaat oluştururken, aktif sistemler yapı maliyetinin %32'lük bir kısmını oluşturmaktadır. Soğutma sistemi kapsam dışı bırakılarak tamamen doğal havalandırma ile soğutma yapılacağı varsayılırsa bu oran % 18'e düşmektedir.

Yaklaşık maliyet incelendiğinde tasarıma eklenen yenilenebilir enerji kaynaklarından aktif olarak faydalanan sistemlerin yapı maliyetinin %32'ünü oluşturduğu görülmektedir. Konutların bir yerleşke düzeninde ele alınmasıyla bazı malzemelerin (inverter vb.) her konutta ayrı ayrı kullanılmak yerine tek bir adet kullanılması yeterli olacağından bu oranın düşeceği öngörülmektedir. Bugün 1 kWh enerji vergiler dahil yaklaşık 0.296 TL olup (TEDAŞ), günlük 20 kWh enerji tüketen bir konutun yıllık enerji masrafı 365gün x 20kWh x 0,296 TL = 2.160,8 TL olacaktır. Bu da 26.300 TL ilk yatırım bedeli ön görülen 20 kWh'lık fotovoltaik panel ve rüzgar türbini yatırımının yaklaşık 12 yılda geri dönmesi demektir.

Bu sonuca göre aktif sistemlerin ilk yatırım maliyetleri hala yüksektir ve ekonomik anlamda geri dönüşleri uzun süreler almaktadır. Ancak işin ekonomik boyutu yerine çevresel boyutu ele alındığında aradaki ekonomik fark çok fazla kabul edilebilir düzeydedir. Çeşitli vergi indirimleri ve teşviklerin gerçekleştirilmesinin yanı sıra yerli üretiminde desteklenmesi durumunda bu sistemler hem daha ekonomik hem de daha cazip hale gelebilecektir.

Hızla artan nüfusa ve sanayileşmeye bağlı çevresel sorunların neden olduğu enerji ihtiyacındaki artış yenilenebilir, çevre dostu ve temiz enerji kaynakları ile

karşılanmadığı sürece İzmir ilinin çevre kirliliği sorunu devam edecektir. Gün geçtikçe artan konut ihtiyacı ve mevcut yapı stokunun ömrünü tamamlamaya başlaması ve İzmir ilinin taşıdığı yüksek deprem riski; yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, ekolojik ve deprem dayanımı yüksek yapılar için bir fırsata dönüştürülmeli ve uygulamalar teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Alkın, E. ve İlkin, A. (1991). *Çevre Sorunları* (1.Baskı). İstanbul : Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
- Aktan, C. ve Vural, İ. (2004). *Globalleşme Fırsat mı Tehdit mi* (1.baskı). İstanbul : Zaman Kitap
- Aksoy, N. (2009). İzmir İli Jeotermal Kaynakları Politikası Nasıl Olmalıdır. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu* . 143-147
- Bayram, A. (2009). İzmir’de Hava Kirliliği. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu* . 143-147
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (2011). *Enerji Yönetmeliği*. 14 Haziran 2011, <http://www.bayindirlik.gov.tr/iller/istanbul/index.php?Sayfa=haberdetay&Id=577>
- Bekar, D. (2007). *Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Birleşmiş Milletler [BM] (2006). *Birleşmiş Milletler Yıllık Kalkınma Raporu*. 24 Şubat 2010, <http://www.undp.org.tr/publicationsDocuments/english-report.pdf>
- Bozdoğan, B. (2003). *Mimari Tasarım ve Ekoloji*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Bre Environmental Assessment Method [BREEAM] (b.t.). *What Is Breeam*. 18 Mart 2010, <http://www.breeam.org/page.jsp?id=66>
- Cittaslow Seferihisar (b.t.). *Cittaslow*. 10 Eylül 2011, http://www.cittaslowseferihisar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=62

Çepel, N. ve Ergün, C. (b.t.). *Temel Çevre Sorunları*. 05 Ağustos 2011.
http://www.tema.org.tr/Sayfalar/CevreKutuphanesi/Pdf/KureselIsinma/EM_Konu12.pdf

Çelebi, G., Gültekin, A., Harputgöl, G., Bedir, M. ve Tereci, A. (2008). *Yapı Çevre İlişkileri* (1. Baskı). İstanbul : Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Yayınları

Çevre ve Orman Bakanlığı, (b.t.). *Çevre Nedir?*. 02 Haziran 2010,
<http://www2.cevreorman.gov.tr/CevreNedir.html>

Devlet İstatistik Enstitüsü [DİE] (b.t.), *Nüfus Verileri*. 30 Nisan 2010,
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=190>

Devlet Meteoroloji İşleri [DMİ] İzmir Bölge Müdürlüğü (b.t.). *Seferihisar*. 17 Ağustos 2011, <http://www.izmir.dmi.gov.tr/merkezler-tanitim.aspx?m=8>

Devlet Meteoroloji İşleri [DMİ] (b.t.). *İzmir İstatistiki Veriler*. 17 Ağustos 2011,
<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR>

Dokuz Eylül Üniversitesi [DEÜ] Çevre Mühendisliği (b.t.), *Biyoorganik Atıklar*. 22 Haziran 2010, <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc48.htm>

Elbir, T., Bayram, A. , Kara, M., Altıok, H., Seyfioğlu, R., Ergün, P. ve diğerleri (2010). İzmir Kent Merkezinde Karayolu Trafikinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin İncelenmesi. *DEÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 1-17

Elektrik İşleri Etüd Dairesi Başkanlığı [EİE], (b.t.). *Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası*. 15.01.2011, <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Elektrik İşleri Etüd Dairesi Başkanlığı [EİE], (b.t). *İzmir Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, İzmir Global Radyasyon Değerleri ve İzmir Güneşlenme Süreleri*. 15 Ocak 2010, <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/35.aspx>

Elektrik İşleri Etüd Dairesi Başkanlığı [EİE], (b.t). *Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası*. 15 Ocak 2010, <http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/gepa/TURKIYE-GEPA.pdf>

Elektrik İşleri Etüd Dairesi Başkanlığı [EİE], (b.t). *Jeotermal Enerji*. 15 Ocak 2010, <http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/gepa/IZMIR-GEPA.pdf>

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı [ETKB] (2009). Enerji Arz Güvenliği. *Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı* (1), 22

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı [ETKB] (2006). *Enerji Dengesi*. 7 Mart 2010, http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398

Energy Star (b.t.), *About Energy Star*. 3 Mayıs 2010, http://www.energystar.gov/index.cfm?c=about.ab_index

Erdin, E. (2007). *Evimizde Oluşan Biyoçöpler Nelerdir ve Değerlendirilmesi*. 17 Şubat 2011, <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc131.thm>

Eryıldız, D. (2003). Çevreci Mimarlık. *TMMOB Ankara Mimarlar Odası Basın Bülteni* (Haziran), 2-7

Eryıldız, S. (1995). *Ekokent : Çevreyi Geliştirici Kentleşme* (1. Baskı). İstanbul : Gece Yayınları

Green Spec (b.t.). *Green Building Products*. 12 Aralık 2010, <http://www.greenspec.co.uk/building-products/all-categories/>

- Güngör, A. (2009). İzmir İlinin Enerji Sorunu ve Çözümlemesinde Güneş Enerjisinin Yeri. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu* . 177-148
- Güvenç, B. (2008). *Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Tasarım Prensiplerinin Mimaride Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- İzmir Kalkınma Ajansı [İZKA] (2009). *İzmir Mevcut Durum Analizi*. 4 Mayıs 2011, http://www.izka.org.tr/files/Mevcut_Durum_Analizi.pdf
- İzmir Büyükşehir Belediyesi [İBB] (b.t.). *İzmir Deprem Senaryosu ve Master Planı*. 13 Ağustos 2010, <http://www.izmir.bel.tr/izmirdeprem/izmirrapor.htm>
- İzmir Valiliği (b.t.). *İlimiz Rehberi*. 18 Mart 2010, http://www.izmir.gov.tr/default_B1.aspx?content=203
- Leadership In Energy and Environmental Design Green Building Rating [LEED], (b.t.). *What Leed Is*. 2 Aralık 2010, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988>
- Renda Y. (1995), Sürdürülebilir Turizm. *Bilim ve Teknik* (332), 48-51
- Karadağ, Ç., Güşsaç, I., Ersöz, A. ve Çalışkan, M. (2009). Çevre Dostu ve Temiz: Yenilenebilir Enerji Kaynakları. *Bilim ve Teknik* (498), 24-27
- Keleş, R. ve Hamamcı, C. (2002), *Çevrebilim* (2. Baskı). İstanbul : İmge Kitap Evi
- Koçhan, A. (2002). Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım. *Yapı Dergisi* (249), 45-46

- Seferihisar Kaymakamlığı (2004). *Seferihisar*. İzmir : Seferihisar Kaymakamlığı Çevre Kültür ve Turizm Birliği Yayını
- Sev, A. (2009). *Sürdürülebilir Mimarlık* (1. Baskı). İstanbul : Yem Yayın
- Temiz Dünya Rehberi (2009). *Güneş Enerjisi* (1. Baskı). İstanbul : Doğa Yayıncılık
- TMMOB Makine Mühendisleri Odası [MMO], (2008). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği. *Oda Raporu* (475), 6-14
- Tönük, S. (2001). *Bina Tasarımında Ekoloji* (1. Baskı). İstanbul : YTÜ Basım Yayın Merkezi
- Tolun, S. (2009). Yenilenebilir Enerji Teknolojileri: Rüzgar Enerjisi. *Bilim ve Teknik* (498), 36-38
- Ovalı, P. (2009). *Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematığının Oluşturulması “Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi”*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne
- Özdil, S. (2007). Çelikte Sürdürülebilir Yapılaşma. *Yapı Dergisi Yapı Ekoloji Eki*, (311), 36-37
- Özerdem, B. (2009). İzmir ve Rüzgar Enerjisi. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu* . 189-195
- Özyol, A. (2006). *Sürdürülebilir Kalkınma*. 7 Mart 2011, <http://www.hydra.com.tr/uploads/kutup9.pdf>
- Özmehmet, E. (2005). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Modeli Önerisi*. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

Yayman, O. (2005). *İzmir Göçle Çarpılıyor*. 1 Mayıs 2010,
<http://v3.arkitera.com/news.php?action=displayNewsItem&ID=5585>

EKLER

Ek 1 Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi

ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ		Proje Tarihi		
Pafta / Ada / Parsel		İl / İlçe	İZMİR	
Bina Tanımı	KONUT	Belediye	SEFERİHİSAR	
Cadde bina numarası		Proje Sahibi	ERHAN SERİN	
Kullanılacak Yakıt Türü	JEOTERMAL			
		Müsaade edilen maksimum	Hesaplanan	
		Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	
Atop (m2)	490.18	$Q' = 9.534 \text{ kWh/m}^3$	$Q = 7.616 \text{ kWh/m}^3$	
V brüt (m3)	1128	HACİM AĞIRLIKLI HESAP YÖNTEMİ		
Atop / V (m-1)	0.435			
An (m2)	360.96			
Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı (kg,m3) Qyıl (Toplam ısı kaybı) = $0.278 \times 10^{-3} \times 30901694.400 \text{ (kj)} = 8590.671 \text{ kWh}$ Qyıl / (Yakıtın kalorifik değeri * Sistemin verimi) = $8590.671 / (0.900 \times 9.590) = 995.3274 \text{ (m3 yakıt)}$ Önemli Not: Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı , binanın TS 825'deki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir.Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.				
Atop : Dış duvar ,tavan taban /döşeme , pencere kapı vb. Yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı olup , dış ölçülere göre bulunur.Birimi m²'dir. Vbrüt : Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hacimdir.Birimi m³'tür. A/V : Isı kaybeden toplam yüzeyin (Atop) ısıtılmış yapı hacmine (Vbrüt) oranıdır. Birimi m-1 'dir. Q' : A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi kWh/m² kWh/m³'tür. Qyıl : Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi kWh/m² , kWh/m³'tür. An : Binanın net kullanım alanıdır. (An= 0,32 * Vbrüt formülü ile hesaplanır.)				
Binanın enerji verimliliği indeksi				
☐ C tipi bina Normal enerji verimli bina		☐ B tipi bina İyi enerji verimli bina		☒ A tipi bina Süper enerji verimli bina
Not : $Q \leq 0,999 \cdot Q'$ ise C tipi bina (7.616 $\leq$ 9.534) $Q \leq 0,90 \cdot Q'$ ise B tipi bina (7.616 $\leq$ 8.581) $Q \leq 0,80 \cdot Q'$ ise A tipi bina (7.616 $\leq$ 7.627)				
Düzenleyenler		MMO	ONAY	
Adı, Soyadı, Unvanı		Adı, Soyadı, Unvanı		
MAKİNA MÜHENDİSİ				
İmza		İmza		

Ek 2 Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Çizelge 10: Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı



Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları					
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi İhtiyacı	Toplam	KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
Ocak	525,010	10.6	5,565.11	1,804.800	1010	2,815	0.51	0.86	8,149,792.32
Şubat		10.0	5,250.10		1261	3,066	0.58	0.82	7,091,660.16
Mart		7.4	3,885.07		1478	3,283	0.85	0.69	4,198,521.60
Nisan		3.2	1,680.03		1681	3,486	2.07	0.38	921,067.20
Mayıs		Fie Yüksek	0.00		1863	3,668	0.00	0.00	0.00
Haziran		Fie Yüksek	0.00		1942	3,747	0.00	0.00	0.00
Temmuz		Fie Yüksek	0.00		1897	3,702	0.00	0.00	0.00
Ağustos		Fie Yüksek	0.00		1798	3,603	0.00	0.00	0.00
Eylül		Fie Yüksek	0.00		1560	3,365	0.00	0.00	0.00
Ekim		0.5	262.51		1280	3,085	11.75	0.08	0.00
Kasım		6.0	3,150.06		975	2,780	0.88	0.68	3,265,038.72
Aralık		9.7	5,092.60		884	2,689	0.53	0.85	7,275,614.40
Qyıl (kj) =							30,901,694.400		

$$Q_{ay} = [H (\theta_i - \theta_e) - \eta (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \quad (J) \quad (1k J = 0,278 \times 10^{-3} kWh)$$

$$\text{Toplam ısı kaybı } Q_{yıl} = 0.278 \times 10^{-3} \times 30,901,694.400 \text{ (kj)} = 8590.671 \text{ kWh}$$

$$\text{Konutlar için iç ısı kazancı } \phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \quad (W)$$

$$\text{Güneş enerjisi kazancı } \phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$$

$$\text{Kazanç kayıp oranı } KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$$

$$A_{\text{toplam}} = 490.18 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{brüt}} = 1128 \text{ m}^3$$

$$A_n = 0,32 \cdot V_{\text{brüt}} = 360.960$$

$$\text{Kazanç kullanım faktörü } \eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$$

Yıllık birim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı:

$$Q = 7.616 \text{ kWh/m}^3$$

Atop / Vbrüt oranına ve derece gün bölgesine göre olması gereken en büyük ısı kaybı bulunur.

$$Q' \text{ (TSE)} = 9.534$$

7.6158 < 9.5340 olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının olması gereken en büyük değerin altında olduğu görülmektedir. O halde bu proje bu standardda verilen hesap metoduna göre uygundur!

Ek 3 Maksimum ısıtma enerjisi ihtiyacı

Maksimum Isıtma Enerjisi İhtiyacı

Bölge No	: 1
Havalandırma Tipi	: Binada Doğal Havalandırma Var
Bina Tipi	: Okul, Konut, Normal, Donanımlı Binalar Vb.
Ortam İçi Sıcaklık (Ti)	: 19 °C
Kat Yüksekliği	: 315 cm
Havalandırma Kayıpları (Hh)	: 238.233 WK
İletim Kayıpları (H)	: 286.776 WK
Hava Değişim Debisi (nh)	: 0.8
Vbrüt	: 1128 m³
Atoplam	: 490.18 m²
A / V	: 0.435

Bu binanın A/V'ye göre olması gereken Maksimum Isıtma Enerjisi İhtiyacı : 7.616 kWh/m³

Ek 5 Bileşen malzeme detayları

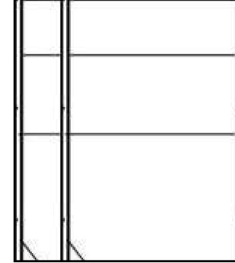


Bileşenlerin Malzeme Detayları

1 : DİŞ DUVAR NO: 0

İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0
Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.005 m.
Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 1316	0.05 m.
Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.005 m.
Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzeme	0.2 m.
Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.005 m.
Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0

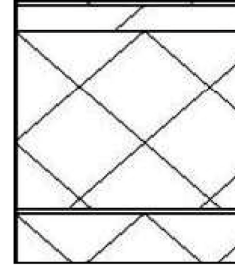
0.005 > 0.05 > 0.005 > 0.2 > 0.005 mt.



2 : ÜZERİ AÇIK TAVAN NO: 1

İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0
Bitümlü karton	0.01 m.
Çimento harcı	0.025 m.
Donatılı	0.25 m.
Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzeme	0.05 m.
Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.025 m.
Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0

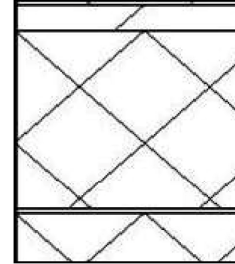
0.01 > 0.025 > 0.25 > 0.05 > 0.025 mt.



3 : TOPRAK TEMASLI TABAN NO: 2

İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0
Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar	0.01 m.
Çimento harcı	0.05 m.
Donatılı	0.35 m.
Bitümlü karton	0.01 m.
Donatısız	0.1 m.
Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0

0.01 > 0.05 > 0.35 > 0.01 > 0.1 mt.



4 : TOPRAĞA TEMAS EDEN DİŞ DUVAR NO: 3

İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0
Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13	0.03 m.
Bitümlü karton	0.01 m.
Donatılı	0.25 m.
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.02 m.
Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0

0.03 > 0.01 > 0.25 > 0.02 mt.

