

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİ YÜKÜ VE MALİYETİ DÜŞÜK KONUT TASARIMINA YÖNELİK BİR
YAKLAŞIM: İZMİR, DİKİLİ ÖRNEĞİ**

SERPİL FATMA BAHÇECİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. GÜLAY ZORER GEDİK**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENERJİ YÜKÜ VE MALİYETİ DÜŞÜK KONUT TASARIMINA YÖNELİK BİR
YAKLAŞIM: İZMİR, DİKİLİ ÖRNEĞİ**

Serpil Fatma BAHÇECİ tarafından hazırlanan tez çalışması 29.11.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Gülay Zorer GEDİK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Gülay Zorer GEDİK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Neşe Yüğrük AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Demet Irlı ERYILDIZ
Okan Üniversitesi



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' nün 2015-03-01-YL02 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu tez kapsamında Düşük Enerjili Konut Tasarımında pasif tasarım parametrelerinin değerlendirilmesine yönelik rehber niteliğinde bir çalışma yapılmıştır.

Tez yazımı sırasında beni yönlendiren, bilimsel ve akademik deneyimlerini benimle paylaşarak ufkumu açan değerli öğretmenim Prof. Dr. Gülay Zorer Gedik ile her türlü destekleriyle her adımda yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2016

Serpil Fatma BAHÇECİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	5
1.3 Hipotez	5
BÖLÜM 2	
İZMİR İLİNE AİT VERİLER.....	7
2.1 İzmir İli Coğrafi ve Fiziksel Özellikleri	7
2.2 İzmir ilinin İklimsel Özellikleri	8
2.2.1 Dikili İklim Analizi	10
2.3 İzmir İli Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	11
2.3.1 Güneş Enerjisi	12
2.3.2 Rüzgar Enerjisi	13
2.3.3 Jeotermal Enerji.....	14
BÖLÜM 3	
DÜŞÜK ENERJİLİ YAPI TASARIM PARAMETRELERİ	16
3.1 Fiziki ve Yapılı Çevreye İlişkin Parametreler.....	18

3.1.1	İklim	18
3.1.2	Topografya.....	19
3.1.3	Bitki Örtüsü	21
3.1.4	Çevre Bina Yoğunluğu.....	22
3.1.4.1	İmar Durumu	22
3.2	Yapı Ölçeğinde Tasarıma Yönelik Parametreler.....	23
3.2.1	Yapının Yeri Konumu	23
3.2.2	Yapının Diğer Yapılara Göre Konumu	24
3.2.3	Yapının Yönü	25
3.2.4	Yapı Biçimi.....	26
3.2.5	Yapı Fonksiyonu ve Kullanım Modelinin Belirlenmesi.....	27
3.2.6	Yapı Kabuğu	28
3.2.6.1	Yapı Kabuğunda Güneşten Yararlanma ve Korunma Yöntemleri.....	28
3.2.6.1.1	Güneşten Doğrudan Yararlanma Yöntemleri.....	28
3.2.6.1.2	Güneşten Dolaylı Yararlanma Yöntemleri.....	29
3.2.6.1.3	Yapı Kabuğunda Gün Işığından Yararlanma Yöntemleri	30
3.2.6.2	Yapı Kabuğunda Güneşten Korunma Yöntemleri.....	30
3.2.6.3	Yapı Kabuğunda Rüzgardan Yararlanma Yöntemleri.	31
3.2.7	Malzeme Kullanımı	32

BÖLÜM 4

DÜŞÜK ENERJİLİ KONUT TASARIMI İÇİN BİR YAKLAŞIM	34
4.1 Çevreye Ait Veriler	34
4.1.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi	34
4.1.2 İklim Verilerinin Elde Edilmesi	34
4.1.3 Arazinin Topografik Yapısı ve Bitki Örtüsü	35
4.1.4 Mevcut Yapılı Çevre ve İmar Durumu.....	35
4.2 Yapıya İlişkin Veriler	35
4.2.1 Yapının Konumu ve Doğru Yönlendirilmesi	35
4.2.2 Uygun Yapı Biçiminin Belirlenmesi	36
4.2.3 Mekansal Organizasyonun Oluşturulması.....	36
4.2.4 Yapı Kabuğu Kesitinin Belirlenmesi	36
4.2.5 İç Konfor Koşullarının Belirlenmesi.....	38
4.3 Yapının Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Hesaplanması	39
4.4 Yaklaşık Yapım Maliyetinin Hesaplanması	41
4.5 Hesaplama Sonuçlarının Karşılaştırılması	41

BÖLÜM 5

DÜŞÜK ENERJİLİ KONUT TASARIMINA YÖNELİK YAKLAŞIMIN UYGULAMA ÖRNEĞİ.....	43
5.1 Çevreye Ait Veriler	43
5.1.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi	43
5.1.2 İklim Verilerinin Elde Edilmesi	44
5.1.3 Arazinin Topografik Yapısı ve Bitki Örtüsü	44

5.1.4	Mevcut Yapılı Çevre ve İmar Durumu.....	45
5.2	Yapıya İlişkin Veriler	46
5.2.1	Yapının Konumu ve Doğru Yönlendirilmesi	46
5.2.2	Uygun Yapı Biçiminin Belirlenmesi	48
5.2.3	Mekansal Organizasyonun Oluşturulması	48
5.2.4	Yapı Kabuğu Kesitinin Belirlenmesi	51
5.2.5	İç Konfor Koşullarının Belirlenmesi.....	56
5.3	Yapının Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Hesaplanması	57
5.4	Yaklaşık Yapım Maliyetinin Hesaplanması	58
5.5	Hesaplama Sonuçlarının Karşılaştırılması	59
 BÖLÜM 6		
SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER.....		65
KAYNAKLAR		69
 EK-A		
DİKİLİ İKLİM VERİLERİ		72
 EK-B		
YAPI ARSASI İMAR DURUMU		75
 EK-C		
PLAN VE KESİTLER		76
 EK-D		
YAPININ MODELLENMESİ		81
 EK-E		
A.06 ENERJİ HESAPLAMA ÇIKTILARI.....		83
 EK-5		
A.06 YAKLAŞIK YAPIM MALİYET TABLOSU		86
ÖZGEÇMİŞ		88

SİMGE LİSTESİ

clo	Giysilerin yalıtım değeri
CoP	Sıcak Su ısıtmak için harcanan enerji
d	Kalınlık
GWh	Giga watt saat enerji
Kcal/h	Birim saatteki kilokalori miktarı
kg/m ³	Basınç dayanımı
km/sa	Birim saatteki kilometre hızı
kWh/m ²	Alan başına düşen saatlik enerji
m/sn	Saniyedeki hız (rüzgar hızı)
MW	Mega watt enerji
w/m ² K	Isıl Direnç
U	Toplam ısı geçirme katsayısı

KISALTMA LİSTESİ

CEPHEUS	Cost Efficient Passive Houses As European Standards
EİE	Elektrik İşleri Etüd İşleri
EYKO	Ey Ko sınırlı sorumlu yapı kooperatifi
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
KAKS	Kat Alanları Kat Sayısı
Mgm	Meteroloji Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik Arama
REPA	Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası
TAKS	Toplam İnşaat Alanı Kat Sayısı
Tedaş	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TL	Türk Lirası
TS 825	Türkiye Binalardaki Yalıtım Yönetmeliği
XPS	Extrüde Polistren

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1	İzmir İli Yıllık Ortalama Sıcaklık	8
Şekil 2. 2	İzmir İli Hakim Rüzgar Yönü	9
Şekil 2. 3	İzmir İli Ortalama Rüzgar Hızı	9
Şekil 2. 4	İzmir İli Güneş Enerji Potansiyeli Atlası	12
Şekil 2. 5	Dikili Güneşlenme Süresi	13
Şekil 2. 6	Dikili Radrasyon Değerleri	13
Şekil 2. 7	İzmir İli Rüzgar Enerji Potansiyeli Atlası	14
Şekil 2. 8	Ege Bölgesi Jeotermal Haritası	15
Şekil 3. 1	Alan enerji ihtiyacı ile yapı maliyet ilişkisi	16
Şekil 3. 2	Düşük Enerjili Yapı Yıllık Enerji Harcaması	17
Şekil 3. 3	Kanada Alchemy’de Ekolojik Ev kesiti	20
Şekil 3. 4	İklim Bölgelerine Göre Orta Kuşak Yapı Konumlandırması	24
Şekil 3. 5	Binanın Diğer Yapılara Göre Konumu	25
Şekil 3. 6	Bina formuna göre sahip oldukları yüzey alanı oranları	26
Şekil 3. 7	Güneş Denetleme Yöntemleri	31
Şekil 3. 8	Kabuktaki Açıklıkların Rüzgar ve İç Havalandırma Koşullarına Etkisi	32
Şekil 4. 1	Yaklaşım Yöntemi Basamaklarının Uygulama Diyagramı	42
Şekil 5. 1	Eyko Arazisi Kroki görünümü	43
Şekil 5. 2	Arazi Konumu	44
Şekil 5. 3	Arsa Çekme Mesafeleri ve Taks Kaks Gösterimi	45
Şekil 5. 4	Hakim Rüzgar ve Manzara Yönü	46
Şekil 5. 5	20 Aralık ve 21 Temmuz Arazi güneşlenme süreleri	47
Şekil 5. 6	Vaziyet Planı	47
Şekil 5. 7	Zemin Kat Planı	49
Şekil 5. 8	1. Kat Planı	49
Şekil 5. 9	A-A Kesiti	50
Şekil 5. 10	B- B Kesiti	50
Şekil 5. 11	Yapı Kabuğunda Güneş Denetimi	51
Şekil 5. 12	Zemin kat mekanların doğal havalandırma prensibi	52
Şekil 5. 13	1.Kat mekanların doğal havalandırma prensibi	52
Şekil 5. 14	Yapı Kabuğunda Rüzgardan Faydalanma, Doğal Havalandırma	53
Şekil 5. 15	Yıllık toplam enerji ihtiyacının karşılaştırılması	60

Şekil 5. 16	Yapı kabuğu alternatiflerine göre metrekare başına düşen yıllık toplam enerji	61
Şekil 5. 17	Isıtma ve soğutma yükleri ile toplam enerji ihtiyacının karşılaştırılması.....	62
Şekil 5. 18	Yapı kabuğu verimlilik oranları.....	63
Şekil EK-B.1	Yapı arsası imar durumu planı.....	75
Şekil EK-C.1	Vaziyet Planı	76
Şekil EK-C.2	Zemin Kat Planı.....	77
Şekil EK-C.3	1. Kat Planı.....	78
Şekil EK-C.4	A-A Kesiti	79
Şekil EK-C.5	B-B Kesiti.....	80
Şekil EK-D.1	Yapı modeli görseli.....	81
Şekil EK-D.2	Yapı simülasyon programında güneş odası kapalı durumu	82
Şekil EK-D.3	Yapının simülasyon programında güneş odası açık durumu	82



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1	Dikili Meteorolojik Değerler	10
Çizelge 4. 1	İklim Bölgelerine göre tavsiye edilen yapı kabuğu U değerleri	37
Çizelge 5. 1	Yapının cephelere göre saydamlık oranı	53
Çizelge 5. 2	Yapı kabuğu saydam alanların seçimi	54
Çizelge 5. 3	Yapı Kabuğu Alternatifi Malzeme Listesi	54
Çizelge 5. 4	Yapı kabuğunda kullanılan malzeme ve özellikleri	55
Çizelge 5. 5	Simülasyon programında yapılan seçimler	56
Çizelge 5. 6	Yapı kabuğu alternatiflerine göre enerji analizi	58
Çizelge 5. 7	Yapı kabuğu alternatiflerinin yaklaşık yapım maliyeti	58
Çizelge 5. 8	Yapı kabuğu alternatiflerinin U değeri, enerji ve maliyet tablosu	59
Çizelge 5. 9	A. 01 'e göre yapı kabuğu alternatiflerinin farkı	64
Çizelge 6. 1	Enerji Kullanım Yüzdeleri	66
Çizelge EK-A.1	Dikili İklim Verileri	72
Çizelge EK-E. 1	Design Builder Enerji Simülasyon Programı Verileri	83
Çizelge EK-E. 2	Bölgeye ait yerleşim verileri	83
Çizelge EK-E. 3	Yapı kabuğu verileri	83
Çizelge EK-E. 4	A.06 Yapının dönemlere göre ve yıllık toplam enerji giderleri	84
Çizelge EK.E. 5	A.06 Dönemlere göre ve yıllık toplam ısıtma soğutma yükleri	84
Çizelge EK-F. 1	A.06 Yaklaşık yapım maliyeti.	86

ENERJİ YÜKÜ VE MALİYETİ DÜŞÜK KONUT TASARIMINA YÖNELİK BİR YAKLAŞIM: İZMİR, DİKİLİ ÖRNEĞİ

Serpil Fatma BAHÇECİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülay Zorer GEDİK

Dünyadaki enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Var olan enerji ihtiyacının hala tükenebilir fosil kaynaklardan karşılanması nedeniyle doğa zarar görmektedir. Küresel olarak bu enerjinin büyük kısmının yapıların ısıtılması ve soğutulmasında harcandığı bilinmektedir. Ayrıca, günümüzde nüfus artışı ile yeni yerleşimlerin oluşması ve konut stoğunun artması, birbirini kopyalayan yapılar ile çarpık kentleşme yaratmaktadır. Bu nedenlerle, özellikle Türkiye gibi ekonomisi büyük ölçüde inşaat sektörüne bağlı ülkelerde vatandaşların yatırım aracı olarak gördüğü gayrimenkul pazarı için gelecek senaryoları düşünülmeli, enerji tüketim hedefleri ile ekonomik yönden, mimari tasarım süreci ve yapılaşma kriterleri tekrar ele alınmalıdır.

Tez çalışmasında tüm bunlar göz önüne alınarak yapı arsasının gerçek imar durumu ve fizikisel çevreyle optimizasyonu sağlanmıştır. Düşük enerjili yapı tasarımı konusu yapı ölçeğinde pasif tasarım parametreleri kapsamında altı bölümde değerlendirilmiştir. Tasarlanan örnek yapının yıllık enerji ihtiyacının standartlara uyumu belirlenerek maliyetle ilişkisi irdelenmiştir.

İlk bölümde, tezin amacının, İzmir, Dikili ilçesinde düşük enerjili konut tasarımı için yaklaşım yöntemi oluşturmak ve yaklaşım basamaklarının uygulanması ile maliyetli ve

enerji tüketimi düşük konut yapısı elde etmek, olduğu belirtilmiştir. Bu amaç doğrultusunda yararlanılan kaynakların bir özeti sunulmuştur. İkinci bölümde ise tasarım alanı olan İzmir iline ilişkin veriler aktarılmış ve ilin potansiyel enerji kaynakları üzerine durulmuş, istatistiki bilgilere yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise, düşük enerjili yapı standardı, alan ısıtma ihtiyacı 30-70 kWh/m², yıllık toplam enerji ihtiyacı 120kWh/m² den az olan yapılar olarak açıklanmıştır. Düşük enerjili yapı tasarım parametrelerine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde, fiziksel çevre ölçeğindeki iklim, topografya, bitki örtüsü, imar durumu ile yapı ölçeğinde yapının konumu, yönü, biçimi, mekansal organizasyon, iç konfor koşulları ve yapı kabuğu kesiti parametrelerinden oluşan yaklaşım basamakları açıklanmıştır. Açıklanan yaklaşım basamaklarının uygulama adımlarına beşinci bölümde yer verilmiştir. Bu aşamada, yaklaşım basamaklarının yapı arsası özelinde uygulama girdisi değerlendirilerek, uygun yapı biçimi ve mekan organizasyonu belirlenmiş, farklı yapı kabuğu alternatifleri oluşturulmuştur. Ortaya çıkan tasarımın Design Builder enerji simülasyon programında modellenerek enerji hesaplaması yapılmış, enerji/maliyet bağıntısı sonucu en verimli seçilen yapı kabuğu alternatifine göre yapının yaklaşık yapım maliyeti hesaplanmıştır. Değerlendirmeler sonuç olarak altıncı bölüme aktarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Etkin, Pasif Tasarım, İzmir, Yenilenebilir Enerji, Düşük Enerjili Konut Projesi

**AN APPROACH TO LOW-ENERGY AND LOW-COST HOUSING DESIGN:
A CASE STUDY IN İZMİR, DİKİLİ**

Serpil Fatma BAHÇECİ

Department of Architecture

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Gülay Zorer GEDİK

Energy consumption in the world is increasing every day. Today's energy requirement is still provided by unrenovable sources and that causes harm in nature. It is known that globally, most of this energy is consumed for heating and cooling the buildings. New settlement appeared with the growth in population and increasing building stock is causing the crooked urbanization with replicated buildings.

For these reasons, future scenarios should be rethought for the real estate market especially in the countries as Turkey that citizens see it as an important investment tool. Besides architectural design process and building criteria should be handled in terms of economy with energy consumption targets.

In this study, all that kind of issues have been taken in consideration and design field has been optimized regarding to its zoning status and physical environment parameters Low energy housing design evaluated within passive design parameters in six chapters. Sample buildings annual energy expenditure is determined according to low energy housing standards value and its relation with costs is scrutinized.

In first chapter, the aim of thesis, generating the method for an approach to design a low energy in low construction costs within this approach steps application is

indicated. Summary of references which were used in the direction of this aim is presented.

In the second chapter, datas are transferred and potential energy sources are mentioned together with statistical information belongs to design field, İzmir.

In the third chapter, limit value for low energy housing is explained as the buildings that space heat demand is between 30-70 kWh/m² and annual energy consumption is under the 120 kWh/m². Low energy building design parameters and passive design methods that applying to the building envelope have taken place in this chapter. In the fourth chapter, approach steps that contains climate, topography, flora, zoning status in physical environment scale and building position on the field, building direction, shape, interior space organization and building envelope section in building scale are explained.

Application steps of that design parameters are taking place in fifth chapter. At this stage, steps of approach are evaluated in terms of design field, and then building shape and interior organization are defined, different building envelope alternatives are comprised. The energy calculation of the final design has been computed by utilizing the Design Builder energy simulation programme, and its construction costs are calculated according to chosen building envelope alternative that is the most efficient in consequences of energy / cost formula. Evaluations are transferred to sixth chapter as results.

Key Words: Energy Efficiency, Passive Design, İzmir, Renewable Energy, Low Energy Housing Design

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Tez konusuna ilişkin 22 basılı yayın ve 10 web sitesinde yer alan röportaj, makale ve bildiri taranmıştır. Kaynakların içerikleri düşük enerjili yapı tasarımını tanımlayan çalışmalar ile yapıların yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma yöntemlerini inceleyen, yapının toplam maliyeti ile yıllık enerji harcamasındaki ilişkisini ortaya koyan çalışmalardır.

Roaf, Thomas ve Fuentes'in Ecohouse: A design Guide adlı kitabında yapılar, kullanıcılarını çevreleyen üçüncü bir deri olarak değerlendirilmektedir. Yapılar çevresine, sosyal topluma, iklime ve bulunduğu bölgeye yakından bağlıdır. Yeryüzünde ağırlıklı olarak yapılarda kullanılan toplam enerji, daha fazla sera gazı üretimine ve ozonun delinmesine yol açarak küresel ısınmaya neden olur. Küresel ısınmadan kaynaklı hava sıcaklığındaki artış daha fazla yapay iklimlendirmeye tekrar enerji harcamasında artışa neden olarak sonu gelmez bir döngüye neden olmaktadır. [1]

Schineders ve Hermenlik 'in ortak çalışması sonucu Energy Policy dergisinde yer alan 2006 tarihli makalesinde Almanya, İsveç, İsviçre ve Avusturya'da bulunan 14 örnek yapıya ait 222 ısıtılan birim hacimler üzerine yaptığı ölçüm ve değerlendirmeler sonucu Pasif Evlerin yıllık alan ısıtma enerjisinin 15 kWh/m^2 olduğu, düşük enerjili evlerde ise bu değer 30 ile 70 kWh/m^2 arasında olduğu yansıtılmıştır. Bu durumda daha yüksek maliyete sahip pasif ev olarak tanımlanan sıfır enerjili yapılar yerine düşük enerjili optimum yapılara yönelmek daha mantıklı görülmektedir. [2]

Dr. Wolfganag Fiest'in, Yaşam Döngüsü Enerji Analizi: Pasif Evler ile Düşük Enerjili Yapıların Karşılaştırılması, adlı çalışmasında 6 farklı yapıya ait değerlendirmelerde bulunmuştur. Buna göre, 1984 Almanya Yalıtım Yönetmeliği uygulanan zayıf yalıtımlı yapı referans yapı olarak alınmıştır. 6 yapının, inşasından 80 yıllık zaman periyodundaki enerji harcamasına yönelik değişimler gözlemlenmiştir. Bu çalışmada Düşük Enerjili Yapı, yıllık ısıtma yükü 70 kWh/m² altında olan yapılar olmakla birlikte işletim enerjisi yıllık toplam 120 kWh/m² olup, 200 kWh/m² yıllık birincil enerji ihtiyacı olarak tanımlanmıştır. [3]

Dutil, Rouse ve Queseda, sürdürülebilir binalarda yaşam döngüsünü inceledikleri çalışmalarında, Fiest'in tanımına yer vermişlerdir. Ve bu durumun Energy and Building dergisinde yayınlanan Sartori ve Hestnes'in 'Düşük Enerjili Evlerin Yaşam Döngüsünde Enerji Kullanımı' adlı çalışmasında belirttikleri üzere, düşük enerjili bina tasarımını yeniden ele almalarına öncü olmuştur. Burada yer alan ifadeye göre, düşük enerjili binalar kullanım, işletim enerjisi yıllık 120 kWh/m²'den, birincil enerjisi ise 200 kWh/m²'den düşük yapılardır. [4]

Yeang, Ekolojik Tasarım Rehberi adlı kitabında mimarlar için rehber niteliğinde permakültürü (sürdürülebilir tarımsal alanların korunumu, topraktaki biyoçeşitliliğin korunması için sosyal ve kültürel olarak yerleşimlerin buna göre düşünülmesi) destekleyen, yaşamı çevresel bir bütün olarak ele alıp yapıları ekosistemdeki uzantılarına ve tarımsal etkilerine kadar değerlendirir. Çalışmasında, fosil enerji kaynaklarını olabildiğince az tüketen, yeşil malzemelerle inşa edilmiş, yapım aşamasında arazinin ekolojisi üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirilmiş ve en sonunda kullanım ömrünü tamamladıktan sonra ekosistemlerle kusursuzca yeniden bütünleşmek üzere sökülebilir, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir biçimde tasarlanmış bir yapıyı savunmaktadır. Buna göre, etkin yöntemlerden önce edilgen pasif yöntemlerin düşünülmesi ön plandadır. Düşük enerjili edilgen yöntemli tasarım elektromanyetik araçlarla değil yapının biçimsel örgütlenmesiyle başarılı ve yakın çevredeki enerjiler ile iklim özelliklerinden yararlanmak için bölgenin ikliminin anlaşılmasını gerektirir. Edilgen yöntemli sistemler, güneş ışıınımı, iç hava, nemli yüzeyler, bitkilendirme, iç kazanımlar ile doğal enerji kaynakları ve havzalarını kullanarak ısı konforu sağlar. Bu akışlar iklimden iklime değişir. Soğuk bir iklimde

ekotasarımın amacı, yapıyı azami ölçüde güneş kazanımı elde edecek şekilde tasarlamaktır. Sıcak bir iklimdeyse mimarın öncelikli amacı asgari güneş kazanımı ve azami doğal havalandırma sağlamaktır. [5]

Tönük' e göre, Bina Tasarımında Ekoloji adlı kitabında belirttiği üzere; mimari tasarım çalışmaları doğa insan toplum bütününde sağlıklı bir sürdürülebilirliği sağlayacak biçimde ele alınmalıdır. Ekolojik ilkeleri içeren tasarım doğal sistemlerle sosyal sistemin ilişkilerine mekansal içerik kazandırılması gibi zor bir görevi tanımlamaktadır. Doğa ile uyumlu tasarlama, iklim şartlarına ve topografik özelliklere uyumlu tasarım, tasarımın esneklik ve değişkenlik kriterlerine imkan sağlayabilmesi, enerjinin tutumlu kullanılması, binanın yapım ve kullanım aşamalarında gerekli olan enerjinin akılcı kullanımı ile minimize edilmesi esastır. [6]

Hastings ve Wall 2007 yılında çıkardıkları "Sustainable Solar Housing Strategies and Solutions" adlı kitapta, güneşten yararlanma metodlarını incelerken buna bağlı pencere boyutu, konumu, iç mekan özellikleri, kontrol yöntemleri gibi parametreler üzerinden tasarım önerileri sunmaktadır. Genel olarak sürdürülebilirliğin ekonomik, ekolojik ve sosyal sürdürülebilirlikle sağlanabileceğini belirtir. Buna göre bir yapının, tüm yaşamı boyunca kümülatif enerji talebi, ekolojik yönlerine odaklanan yaşam döngüsü analizi, toplam kalite değerlendirmesi, sürdürülebilirliğe yönelik mimari metodolojisi başlıkları altında sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılabilir demektedir. [7]

Serin, 2011 yılında tamamladığı yüksek lisans tezinde ekolojik mimarlık ilkelerini İzmir ili özelinde inceleyerek, yapının yıkım, yapım ve kullanım aşamalarını içeren yaşam döngüsü tasarımı üzerine İzmir ilinde potansiyel yenilenebilir enerji kaynakları olarak kabul edilen rüzgar, güneş ve jeotermal enerjiden aktif ve pasif yöntemlerle yararlanan örnek bir konut projesi tasarlamıştır. Buna göre, İzmir ili içerisinde yaptığı yenilenebilir enerji kaynakları sıralamasında Dikili ikinci sırada yer almıştır. Sonuç olarak yaklaşık 217 bin TL'ye mal olan yapıda aktif sistemler yapı maliyetinin % 32'lük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu da 26.300 TL ilk yatırım bedeli ön görülen 20 kWh'lık fotovoltaik panel ve rüzgar tribünü 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. [8]

Tokuş, 2005 yılında yayımlanan yüksek lisans tezinde Almanya, İtalya ve Fransa’da bulunan enerjiyi etkin kullanan 5 farklı yapıyı incelemiştir. Binalarda enerjiden yararlanma yöntemlerini örnekleyerek, kullanıcıların iç mekan konforunun sağlanması için yaptığı müdahaleler ile değerlendirmeleri sonuçlarına aktarmıştır. Bu durumda İzmir için kullanıcı hareketlerine göre mekan konfor değerlendirmesi Karşıyaka ilçesi ile sınırlandırılmıştır. İzmir ili için bir başka çıkarım ise tamamen pasif yöntemlerin kullanıldığı yapıda ana yaşama mekanının, güneyden doğuya 20 derece ile güneyden batıya 15 derece doğru yönlendirilmesinin tatminkar olduğudur. [9]

Demirel, 2012 yılında tamamladığı Pasif Ev standartlarının Türkiye’nin ılımlı ve sıcak iklim bölgelerinde değerlendirmesine yönelik çalışmada ısı yalıtımı, ısı köprüsüz tasarım, hava sızdırmazlık, havalandırma sistemleri ve evsel sıcak su sistemleri ele alınmıştır. Demirel tezinde, passivhaustagung.de sitesinden aktardığına göre yıllık m² başına kullanılan ısıtma enerjisi düşünüldüğünde yönetmeliğe uygun yalıtılmış bir binanın ısıtma enerji ihtiyacı yılda m² başına 70-80 kWh iken yalıtılmamış binalarda 250 kWh olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak pasif ev standartlarının sağlanmasında yapı kabuğunda kullanılan yalıtım malzemelerinin ısı direnci maksimum 0,15 W/m²K olmalıyken, dış yapı elemanlarının U değeri ise 0,15 W/m²K ’den küçük olmalıdır. Tez sonuç değerlendirmesinde İstanbul, Ankara, Antalya illerindeki örneklerde aynı U değerini sağlayabilmek için gerekli ısı yalıtım kalınlığı karşılaştırılmıştır. [10]

Ulusoy, 2012 yılında yayınlanan yüksek lisans tez çalışmada enerjiyi etkin kullanan 8 farklı bina üzerinden enerjiyi etkin kullanma yöntemlerini yapı bileşeni açısından incelemiştir. Buna göre, yapı kabuğunda güneşten yararlanma ve korunma yöntemleri ile cephe tasarımı, çatıda kullanılan yapı bileşenleri, yapı kabuğunda kullanılan malzemeleri belirterek yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı yöntemlerle yararlanmayı karşılaştırıp istatistik bir veri elde etmiştir. [11]

Ovalı, doktora tezinde 4 farklı iklim tipinde enerji etkin binalarda yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmayı pasif, aktif ve karma yöntemlerle anlatmıştır. Özet olarak, tasarımın gerçekleşeceği yere ilişkin topografya ve iklim verileri tasarımcı tarafından netleştirilmeli (bilgi toplama aşaması) ve yararlanma-korunma koşulları sistematikteki ölçütlerle uyumlu olacak şekilde tasarıma aktarılmaya çalışılmalıdır.

Ekolojik bina tasarımına bütüncül bakış açısıyla yaklaşan sistematik;

- iklimsel açıdan en olumlu,
- çevresel kaynakların kullanımında en akılcı,
- iç mekan konfor koşullarını en az yapma enerjilerle oluşturmayı sağlayan,
- güneş enerjisinin optimum kullanımlarını içeren,
- mimari tasarımı mekân, cephe, kütle ve strüktürel açıdan en az kısıtlayıcı

ölçütleri önerecek şekilde organize edilmiştir. [12]

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin önde gelen amacı, enerji tüketiminde büyük rol sahibi olan yapıların çevreye verdiği zararı en aza indirgeyecek tasarım prensiplerinden oluşan konut fonksiyonuna yönelik rehber niteliğinde bir çalışma hazırlanmasıdır. İzmir, Dikili ilçesinde, seçilen yapı arsasının iklimsel ve topografik özelliklerine göre optimum durum belirlenerek düşük enerjili konut tasarımının az ayırım maliyeti ile elde edilebileceğini ispatlamak istenmiştir.

Aynı zamanda tez çalışmasında yer alan tasarım parametrelerinin adım adım uygulanması diğer tezlerden farklı olarak, varsayımlar doğrultusunda en iyi yerleşim ve verilerin kurgulanması ile değil, gerçek bir yapı arazisinde gerçek imar durumuna göre, var olan iklimsel ve coğrafik koşulların en iyi değerlendirilerek optimizasyonunun sağlanması biçiminde düzenlenmiştir. Buna göre oluşturulan yapı tasarımının malzeme seçimine dayalı enerji performansı ile maliyet arasındaki ilişki göz önüne alınarak optimum durum belirlenmiştir.

1.3 Hipotez

Tez çalışmasında yer alan proje, her ne kadar yapı ölçeğinde özelleşmekteyse bile, enerji gibi küresel ve gündemde olan bir konuya yeni bir bakış açısı getirecektir. Özellikle daha az enerji harcayacak bir yapının hangi maliyetlerle pasif olarak tasarlanabilir sorusunun yanıtı teknolojik yapı bileşenlerine erişemeyecek olan yerel yatırımcılar için teşvik edici olacaktır. Ayrıca, insanların sosyal, kültürel yapısını etkileyen yapıları çevrenin değişimi ve gelişimini, konuta yatırım yapan vatandaşlara ekonomik tasarrufu idrak ettirildiği takdirde, olumlu yönde etki yapacak potansiyele sahip olduğunu gösterecektir.

Çandarlıdaki yapı arsasında, örnek konut tasarımı için, var olan yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline göre, imar durumu, bitki örtüsü özellikleri, iklimi, topografyası gibi fiziksel çevre ölçeğindeki; yapının konumu, yönü, biçimi, yapı kabuğu kesiti, kullanılan malzeme ve iç mekan koşulları gibi yapı ölçeğindeki durumları dikkate alan bir yaklaşım ortaya konacaktır. Diğer literatür çalışmalarından farklı olarak bu tez çalışmasında ortaya konan yöntem ve uygulamasında belli bir arsada fiziksel ve yasal sınırlandırmalar gerçek imar durumuna dayandırılarak, pasif sistem tasarımının, yapı maliyeti ile ilişkisi ortaya konacaktır. Yüksek maliyetli sıfır enerjili bir yapı yerine, tasarım parametreleri dikkate alınıp doğru kararlar verildiği takdirde daha az maliyetli düşük enerjili yapıların elde edilmesi esastır.

Buna göre, öncelikle düşük enerjili yapı tanımlanarak limit değerler bağlamında değerlendirme yapılmıştır. Arazi konumunun içinde bulunduğu iklim tipine bağlı pasif yöntemlerle yenilenebilir enerji kaynaklarından yapı ölçeğinde yararlanma yöntemleri değerlendirilmelidir.

İZMİR İLİNE İLİŞKİN VERİLER

2.1 İzmir İli Coğrafi ve Fiziksel Özellikleri

Türkiye'nin üçüncü büyük kenti olan İzmir konumu itibariyle Ege bölgesinin ortasında , dağların dik uzandığı derin bir körfez üzerinde yer almaktadır. Batısında Ege Denizi ve Ege Adaları, güneyinde Aydın, kuzeyinde Balıkesir, doğusunda ise Manisa ili yer almaktadır.

İl toprakları, $37^{\circ} 45'$ ve $39^{\circ} 15'$ kuzey enlemleri ile $2^{\circ} 15'$ ve $28^{\circ} 20'$ doğu boylamları arasında, 25 m yüksekliktedir. İlin kuzey-güney doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık olarak 200 km, doğu-batı doğrultusundaki genişliği ise 180 km'dir. Yüz ölçümü 12.012 km²'dir. [13]

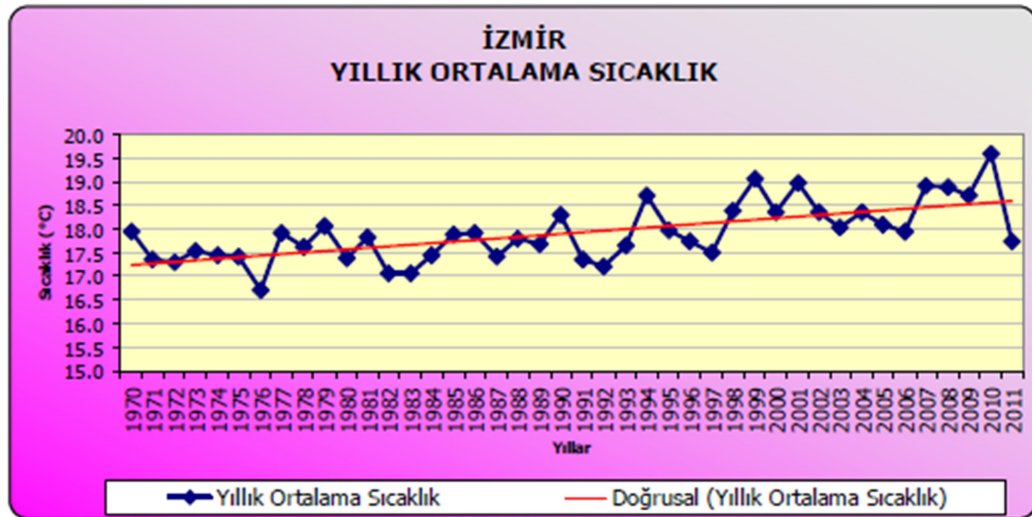
Şehir coğrafi açıdan gözlemlendiğinde, yer yer yüksek dağlarla çevrili, Gediz, Küçük Menderes, Bakırçay gibi nehirler ve Küçük menderes, Kemalpaşa, Bornova ovası gibi geniş ova ve yaylalara sahip olmasının yanında Karagöl, Gölcük gibi önemli gölleri barındırır. Girintili çıkıntılı olan kıyı şeridi 629 km uzunluğundadır. Dağların bu şekilde kıyıya dik uzanması ve ovaların yer yer içlere doğru sokulması denizsel hava akımlarını iç kısımlara doğru taşır. Ancak bu durumun özellikle yerleşimin yoğun olduğu yerlerde çarpık kentleşme nedeniyle engellendiği gözlemlenmektedir. Ayrıca Aliğa, Çiğli gibi sanayi tesislerinin bacalarından çıkan kirli havanın körfezi geçerek merkezi yerlerde hava kirliliğine neden olduğu hissedilmektedir.

2.2 İzmir İlinin İklimsel Özellikleri

Ilıman nemli iklim bölgesinde yer alan İzmir, orta enlem kuşağında, denizsel etkilere açık, iç deniz özelliği gösteren körfez yapısı ile Kıyı Ege şeridinin tektonik özelliğine göre iklimsel karakter göstermektedir.

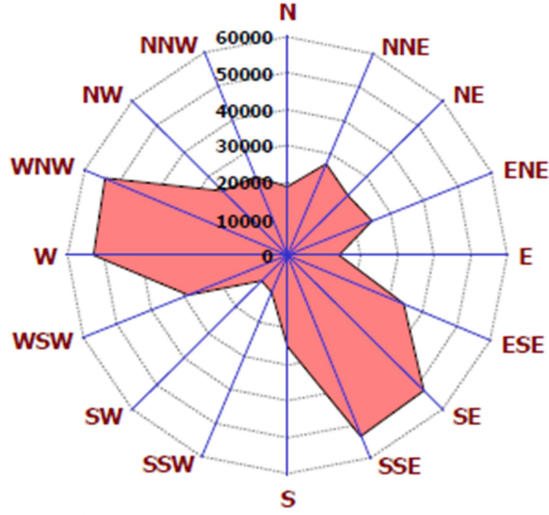
Orta enlem kuşağında yer alması ve kıyı şehri olması nedeni ile Akdeniz iklimi karakteri hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve bol yağışlı, bahar ayları ise geçiş özelliği gösterir. [14]

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne göre İl bazında yıllık ortalama sıcaklık, kıyı kesimlerde 14–18 °C arasında değişmektedir. En sıcak aylar Temmuz (27.3 °C) ve Ağustos (27.6 °C), en soğuk aylar ise Ocak (8.6 °C) ve Şubat (9.6 °C)'tır.



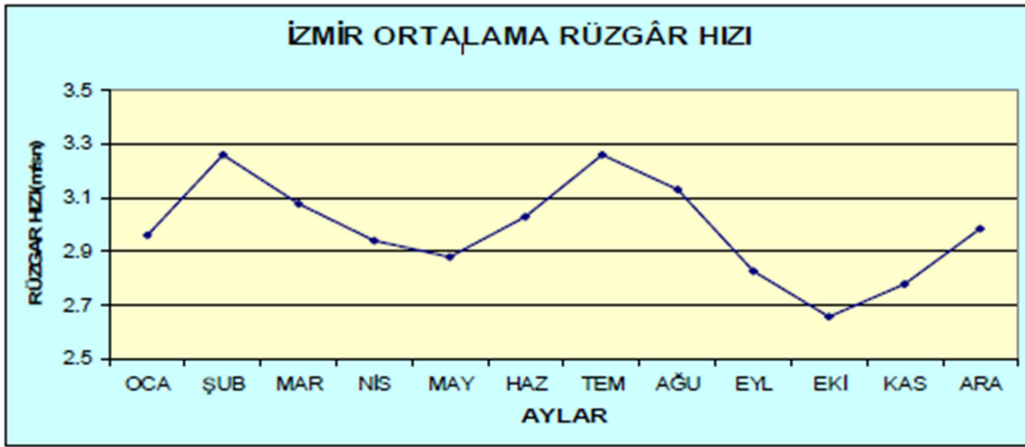
Şekil 2. 1 İzmir İli Yıllık Ortalama Sıcaklık [14]

Yüksek kesimlerde gerek kar yağışlı günler sayısı, gerekse karın yerde kalma süresi artmaktadır. Dağlarla çevrilmiş ve bir körfez etrafında kurulmuş olan İzmir kentinde, havadaki nem oranı yüksek olup, en yüksek sıcaklığın kaydedildiği Ağustos ayında nem oranı % 49'a kadar yükselmektedir.



Şekil 2. 2 İzmir İli Hakim Rüzgar Yönü [14]

İzmir'in hâkim rüzgâr yönü Güney-Güneydoğu, mevsimsel değişimlere bağlı olarak ikincil derece hâkim rüzgâr yönü Batı-Kuzeybatıdır. İzmir'de ortalama rüzgâr hızı 3,0 m/sn' dir. Bugüne kadar ölçülen maksimum rüzgâr hızı ise 42,2 m/sn= 151,9 km/saat olarak ölçülmüştür (01.10.1962).



Şekil 2. 3 İzmir İli Ortalama Rüzgar Hızı [14]

Kış aylarında kararsız ve ılık olan rüzgar, yaz aylarında kararlılık göstermektedir. İzmir'in hakim rüzgar yönü güneydoğu ve batıdır. Yıllık ortalama 18.5 °C olan deniz suyu sıcaklığının en düşük olduğu aylar (11°C) ve Şubat (10.7 °C); en yüksek olduğu aylar ise Temmuz ve Ağustostur (26.2 °C).

Bitki örtüsü olarak akdeniz tipi sürekli yeşil kalan iğne yaprak tipi çalılıklar gözlenmektedir.

2.2.1 Dikili İklim Analizi

Yukarıda İzmir ili genelinde bir inceleme yapılmış olup, bu tez çalışmasında yapı arsası olarak seçilen Çandarlı 'nın bağlı olduğu Dikili ilçesinin de kent genelinden farklılaşan iklim özelliklerine yer verilmesi gerekmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Dikili ölçüm merkezinden alınan bültenlere göre, yıllık ortalama sıcaklık 7,6-26,1 derece arasında değişmekte olup, rüzgar hızı 3,9 m/sn ile haziran ve temmuz aylarında maksimum gözlenmektedir. Hakim rüzgar yönü doğu ve güneydoğu olup, batı yönünden de hızı yüksek rüzgar esişleri gözlenmektedir. Tasarım alanı Çandarlı mevkiinde bulunduğu için Dikili verileri öncelikli olarak kullanılmıştır.

Ortalama kapalı günler sayısı 1960-2014 yılları arasında yapılan ölçümlere göre Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında 0'a yakın aralık ve ocakta ise maksimum değeriyle 7 gündür.

Çizelge 2. 1 Dikili Meteorolojik Değerler [15]

Dikili'de Ölçülen En Uç Meteorolojik Değerler	
En Düşük Sıcaklık	05.01.1942 -8.6 °C
En Yüksek Sıcaklık	21.07.1987 41.8 °C
En Çok Yağış	28.10.1947 183.1 kg/m ²
En Hızlı Rüzgar	21.10.1974 139.0 km/sa
En Yüksek Kar	13.01.1943 10 cm
Dikili Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü	
Yükseklik	3m.
Enlem-Boylam	39° 04' K - 26° 53' D
Ortalama Sıcaklık	6.4 °C
Ortalama Basınç	1014.3 hPa
Hakim Rüzgar Yönü	ESE (Doğu Güney Doğu)
Ortalama Rüzgar Hızı	2.2 m/sn
Ortalama Nem	% 71.8
Yıllık Toplam Yağış Ortalaması	625.5 kg/m ²

2.3 İzmir İli Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Türkiye, güneş ve rüzgar başta olmak üzere, biyokütle ve hidrolik gibi temiz enerji kaynaklarına sahiptir. Dünya üzerinde güneşlenme süresi fazla olan ve güneşten ısı dışında elektrik üretme kapasitesinin fazla olduğu bununla beraber rüzgar enerjisinden yararlanabilme potansiyelinin şu anki kurulu güce kıyasla çok daha fazla olabileceği göz önüne alınırsa ülkemizin temiz kaynaklardan enerji üretme kapasitesi oldukça elverişlidir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğünce hazırlanan, Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'na (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m².yıl (günlük toplam 4,2 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7.5 m/s üzeri rüzgar hızlarına sahip bölgelerde yapılan araştırmalar sonucu kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgar santralinin kurulabileceği kabul edilmektedir. Buna göre Türkiye rüzgar enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir. Türkiye'de, 2013 yılı sonu yıllık rüzgar enerjisi üretim miktarı 7.518 GWh'dir. 2013 yılı sonu itibarıyla işletmede olan rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü ise 2.760 MW' tır.

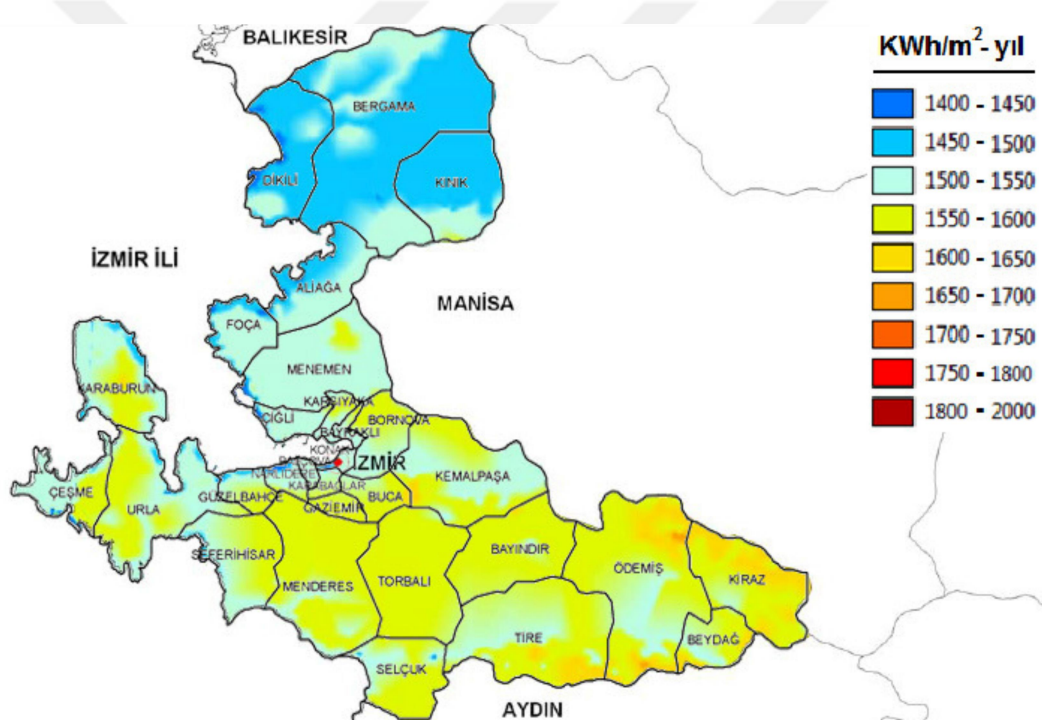
İzmir ili Türkiye'de İstanbul'un ardından en fazla enerji tüketen illerin başında gelmektedir. Türkiye'deki enerji harcamalarının % 8'ini oluştururken, kurulu gücü ise %5'i kadardır. Artan enerji ihtiyacını kurulu santrallerden karşılayan İzmir, bunun yanı sıra sahip olduğu önemli sanayi bölgelerindeki özel kuruluşlar kurdukları santrallerle kendi ihtiyaçlarını karşılarlarken ürettikleri fazladan elektrik enerjisini şebekeye satmaktadır.

Ticaret Odasının Tedaş verilerine göre üzerinde durduğu gibi elektrik enerjisinin %20.1' lik kısmı ile en çok konutlarda harcanmaktadır. Bunun yanında harcadığı enerjinin potansiyeline göre çok az bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktadır. [16]

2.3.1 Güneş Enerjisi

İzmir ili güneşlenme ve radyasyon bakımından oldukça avantajlı konumdadır. EİE tarafından oluşturulan güneşlenme haritalarına göre enerji üretme ve kullanma konusunda yatırım yapılabilecek ve kendi ihtiyacı olan enerjiyi bünyesinde karşılayabilecek yeterliliktedir.

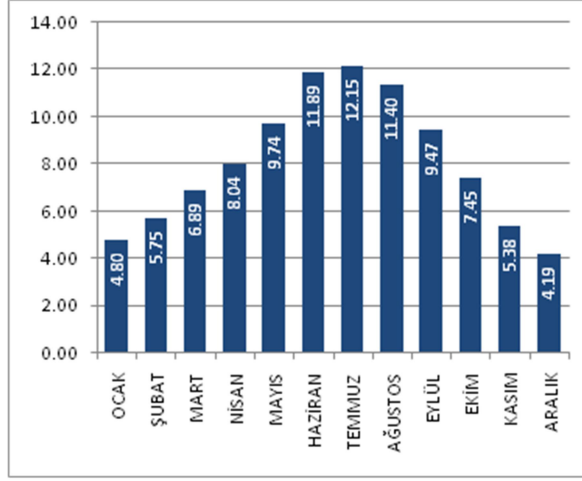
İlde güneşten yararlanma yöntemi olarak sıcak su eldesi dışında elektrik üretme kapasitesi henüz gelişmemiştir. Enerji ihtiyacının büyük bir kısmını konutların oluşturduğu düşünüldüğünde bu durum olumlu karşılanamaz. Ancak, konuta uygulanması dışında 24 adet kurulu 8 adet yapım aşamasındaki güneş santrali gelişen bir sektördür.



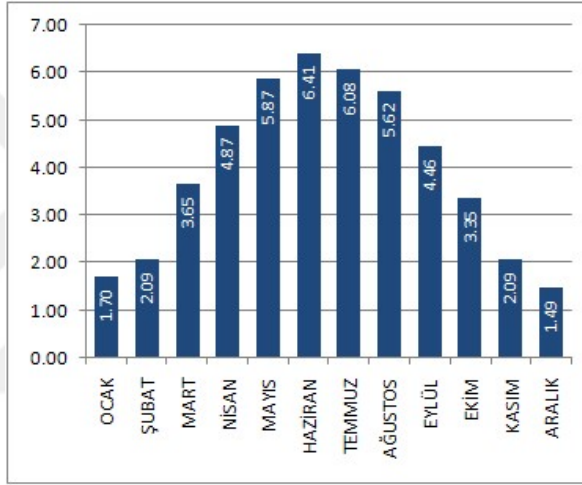
Şekil 2. 4 İzmir ili Güneş Enerji Potansiyeli Atlası [17]

EİE 'nin yaptığı araştırmalar ışığında İzmirin yıllık güneş enerjisi potansiyeli 4,10 kWh/m² ortalamaya sahiptir. İlçelere göre bu ortalama değışiklik göstermekle beraber görölen alt değ 1400-1450 kWh/m²-yıl ortalaması da yeterli bulunacak düzeydedir.

Tasarım alanı Çandarlının bağı olduğı Dikili ilçesine ait EİE verilerine göre ilçe günlük ortalama 3,97kWh/m² potansiyel ortalamasına sahiptir.



Şekil 2. 5 Dikili Güneşlenme Süresi



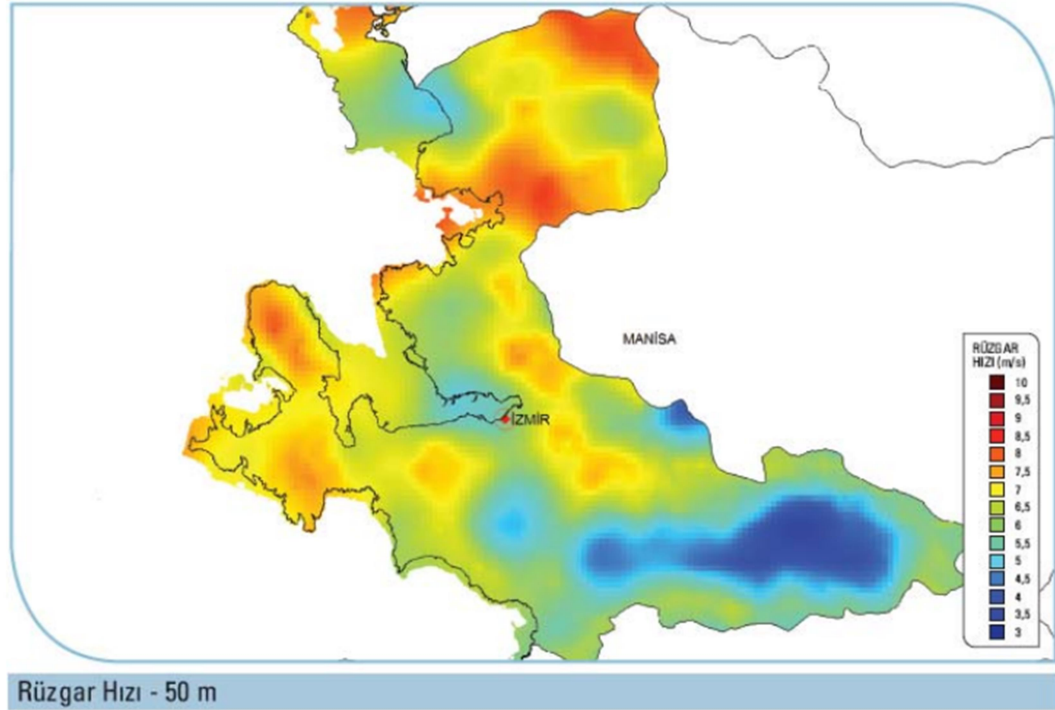
Şekil 2. 6 Dikili Radyasyon Değerleri [17]

2.3.2 Rüzgar Enerjisi

Hazırlanmış olan Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlasına (REPA) göre, ülkenin potansiyel rüzgar enerjisi batı kıyıları ile marmara ve trakya bölgesinde görülmektedir. Şiddetli rüzgar hızına sahip olan ilin, rüzgar enerjisiyle elektrik üretme kapasitesi yüksektir.

İzmir ili 11.815 MW teorik kapasitesi ile rüzgar enerjisi açısından oldukça zengin olup, bu potansiyel ile üretilecek toplam enerji miktarı, kapasite faktörü %30 alınırsa, 31 Milyar kWh/yıl olur. Bu değer, Ege bölgesi toplam elektrik tüketiminden (2005'te ~21 Milyar kWh) daha büyüktür. [18]

Sahip olduğu potansiyelle EİE'nin hazırladığı verilere göre kapasite faktörü %35'in üstünde olduğu geniş alanlar barındıran ilin ekonomik yatırımlar için de uygun nitelik taşıdığı düşünülmektedir.



Şekil 2. 7 İzmir İli Rüzgar Enerji Potansiyel Atlası [19]

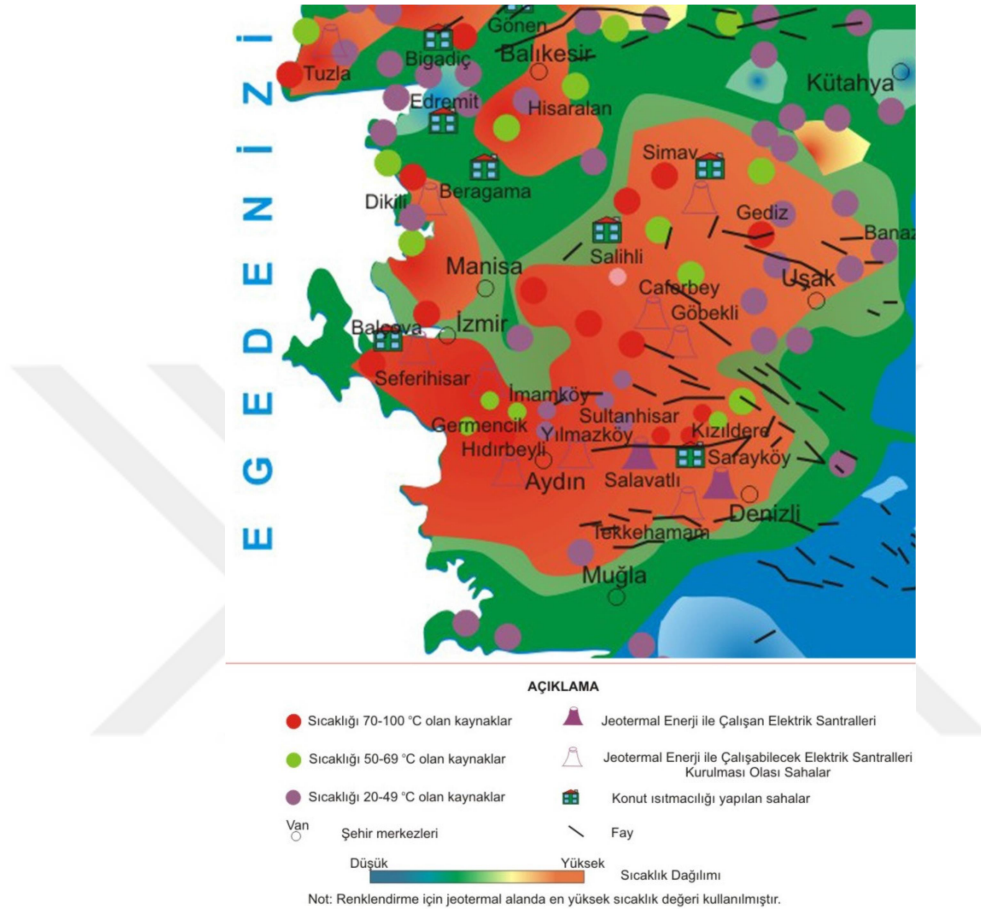
Grafiğe göre Dikili ilçesi özelinde incelendiğinde, 10 m yükseklikte, küçük tribünlerden yararlanmak için sınır kabul edilen ortalama hız 4m/s'den düşüktür. Ancak, 50 metre yükseklikte ölçüm yapıldığında bu ortalama 5m/s'nin altına düşmemekle beraber yılın çoğu zamanı rüzgar enerjisinden yararlanmaya uygundur. Kamu ölçeğinde bir tribün aksamından yararlanmak için gereken ortalama 6m/sn rüzgar hızından eşit ya da düşük olması sebebiyle yatırıma verimli değildir.

2.3.3 Jeotermal Enerji

Jeotermal kaynaklar yer kabuğunun derinliklerinde bulunan ısıyla oluşan su, buhar ve gazlardır. Bu kaynakların kullanımını veya oluşturduğu enerjinin kullanımını dolaylı ya da direk yollarla sağlayan jeotermal enerji, Türkiye'de özellikle İzmir bölgesinde yoğunluk teşkil eder.

İzmir il sınırları içerisindeki 330.000.000 Kcal/h'lık görünür, kullanılabilir jeotermal potansiyel olduğu hesaplanmıştır. Görünür hale getirilmiş bu kadar enerji ile ortalama

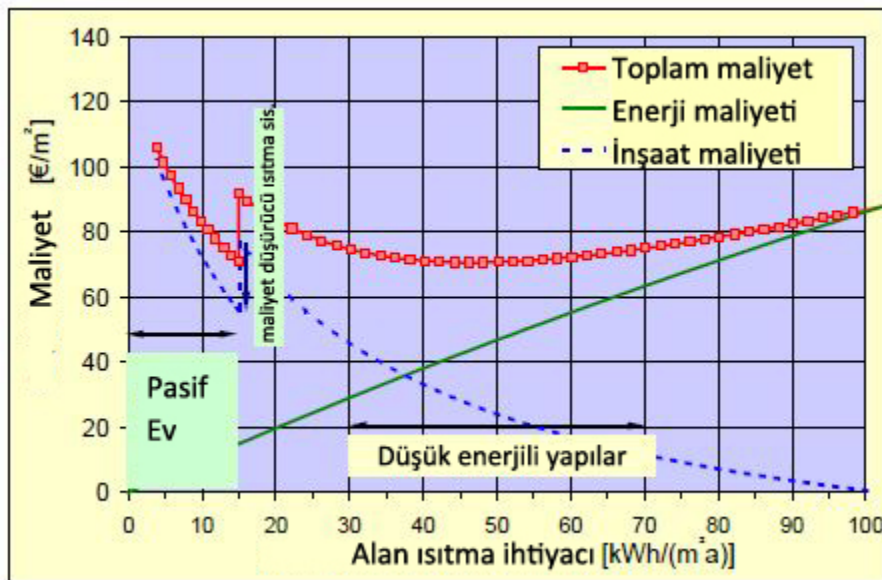
80.000 konutun ısıtılması mümkün iken nerdeyse bu miktarın onda biri oranında ısıtma yapılabilmektedir. İzmir ili içinde mevcut jeotermal alanlarda yapılacak araştırma, etüd ve sondajları sonucunda görünür jeotermal potansiyel en az beş kat artabilecektir. [Yılmaz, 2001]. [20]



Şekil 2. 8 Ege Bölgesi jeotermal haritası (MTA) [8]

DÜŞÜK ENERJİLİ YAPI TASARIM PARAMETRELERİ

Düşük enerjili yapı prensip olarak, tasarım aşamasından itibaren yer alan tüm disiplinlerin koordinasyonlu ve eş zamanlı bir ekip mantığında çalışmasıyla planlanır. Yapım, kullanım ve yıkım aşamasında ekosisteme minimum etkiye bulunan yapılardır. Yapının ısıtma ve soğutma yüklerinin dahil olduğu enerji ihtiyacının, güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından pasif yöntemlerle, enerji gereksinimi azaltacak şekilde yararlanarak karşılanması esastır. Yapı içi enerji kaynaklarını akılcı kullanan ve insanlar için uygun konfor koşullarında mekanlar yaratabilen tasarımlar düşünülmelidir. Düşük enerjili yapı tasarımı ilke olarak, enerji kayıplarını minimuma indiren kompakt yapı formu ile iklim ve topografyaya uygun, pasif solar sistemlerden yararlanan, doğal havalandırma ve aydınlatma sağlayabilen yapılardır.



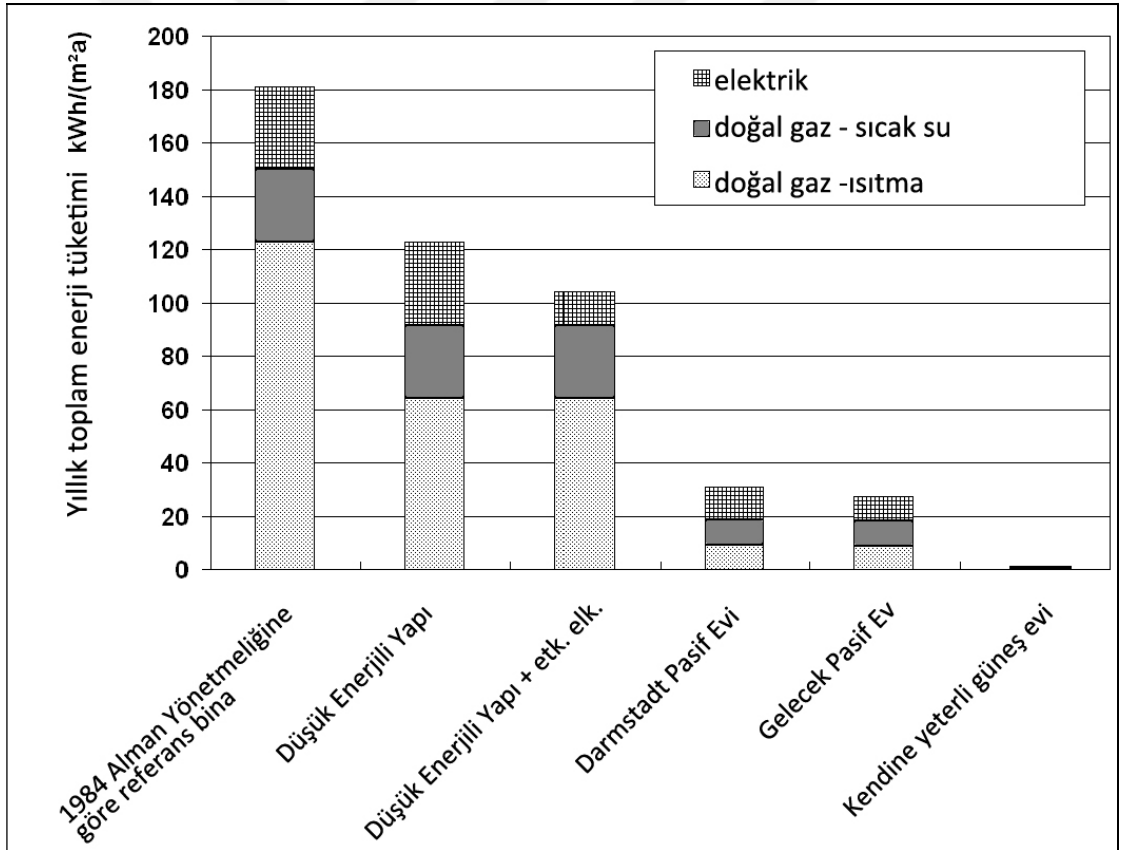
Şekil 3. 1 Alan enerji ihtiyacı ile yapı maliyet ilişkisi [2]

Şekil 3. 1' de yapının ilk yatırım maliyeti ile mekan ısıtması için harcanan enerji arasındaki ilişki grafiğe yansıtılmıştır. Buna göre binanın alan ısıtma ihtiyacı azaldıkça yapının enerji maliyeti azalmakta fakat inşaat ve toplam maliyet tutarında artış gözlemlenmektedir.

Bu durumda yüksek maliyetlerle sıfır enerji gereksinimli yapılar yerine minimum enerji ihtiyacı duyan optimum yapılar inşa etmek daha mantıklı görülmektedir. [8]

Bu tez kapsamında da düşük enerjili yapılar grafikte yansıtıldığı üzere yıllık ısıtma enerji ihtiyacı hesaplamalarda 30-70 kWh/m² aralığındaki yapılar olarak kabul edilecektir.

Dr. Fiest Wolfgang'ın değerlendirmesine göre, Düşük Enerjili Binaların metrekare başına düşen yıllık enerji harcaması 120 kWh 'tan küçük olup, elektrik yükleri iyileştirilmiş düşük enerjili yapıların ise 100-120 kWh arasındadır.



Şekil 3. 2 Düşük Enerjili Yapı Yıllık Enerji Harcaması [3]

Düşük enerjili yapı tasarım süreci, yapı arsasının fiziksel ve coğrafi özelliklerine bağlı olarak, yapılacak planlamaya ait tasarım adımlarının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Tasarım alanının seçimi, kullanım potansiyelleri ve koruma stratejilerinin belirlendiği bu

süreçte yapının arazi üzerinde konumlandırılması ve planlamasının mümkün olan en az müdahale ve enerji, maliyetle yapılmasının yolları ve yöntemleri aranmıştır.

Bina tasarımında enerji etkin tasarım parametreleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Binanın enerji gereksinimini azaltmaya yönelik önlemler,
- Binanın enerji kazancını arttırmaya yönelik önlemler [21]

3.1 Fiziki ve Yapılı Çevreye İlişkin Parametreler

İnşası gerçekleşen her türlü yapı çevresiyle etkileşimdedir. Yerleşilmesi planlanan alan, binanın enerji performansını ve tasarım kriterlerini önemli ölçüde belirler. Arsanın yer aldığı coğrafi konum, iklim, topografyası, hakim rüzgar yönüne göre tasarım oluşturulmalı, bunun dışında yapılı çevre girdilerinin tasarım üzerindeki etkileri göz önüne alınmalıdır.

3.1.1 İklim

İklim, uzun süre gözlemlenen meteorolojik olayların karakteristik özelliklerini tanımlayan bir olgudur. Bir bölgenin iklimi bulunduğu enleme, denizden yüksekliğine ve topografik yapısına göre değişiklik gösterir .

Yapı içinde iklimsel konfor koşullarının sağlanabilmesi için ek bir sisteme ihtiyaç duyulmaması yapının enerji ihtiyacını azaltacaktır. Bu nedenle mevsimsel iklim şartlarına yanıt veren iklimle dengeli yapılar tasarlanmalıdır.

Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde beş farklı iklim bölgesi gözlemlenmektedir. Buna göre soğuk iklim, sıcak-kuru iklim, sıcak-nemli iklim, ılıman-nemli ve ılıman-kuru iklim olmak üzere farklılaşmaktadır. İklim tiplerinin yapı üzerindeki etkisi özetlenecek olursa; tasarım aşamasında iklim ve topografyanın olumsuz etkilerinden sakınacak yöntemler düşünürken, olumlu faktörlerinden yararlanılması esastır. Bu durumda soğuk iklim bölgesinde bulunan yapılar için ısıtma, sıcak iklim bölgesinde bulunan yapılar için ise soğutma yükleri önemlidir.

Bir bölgede iklimi oluşturan parametreler:

-Güneş Işınımı: Güneş ışınları dünyaya ulaşırken katettiği yolda karşılaştığı etkenlere bağlı olarak ortamda yayınık ya da doğrudan var olabilirler. Gün ışığı ve güneş ışınım şiddeti bölgenin coğrafik konumu ile yüksekliğine ve atmosfer koşullarına göre değişiklik gösterebilir.

-Sıcaklık : Isının ölçülebilen ve hissedilebilen değeridir. Sıcak, ılıman ve soğuk iklimler mevcuttur. Dış hava sıcaklığı, bulunulan enlem, mevsim saat bazında değişiklikler göstermektedir. Ayrıca maddenin kütlesinden bağımsız sıcaklık, havadaki neme ve rüzgar şiddetine göre farklılıklar göstermektedir.

-Hissedilen Sıcaklık :Termometrenin ölçtüğü aktüel fiziksel hava sıcaklığından farklı olarak, insan vücudunun hissettiği, algıladığı sıcaklıktır. Bu sıcaklık, iklimsel çevre, giysilerin ısı direnci, vücut yapısı ve kişisel durumdan olduğu kadar, termometre sıcaklığı, bağıl nem, rüzgâr ve radyasyon gibi dört meteorolojik faktörden etkilendiği için sübjektif bir kavramdır. Bu nedenle, sıcaklığı algılama ve hissetme kişiden kişiye değişiklik gösterir. (mgm.gov.tr)

-Nem: Havada bulunan su buharı miktarıdır. Havanın taşıyabileceği maksimum nem miktarına oranı olarak bağıl nem ve birim hacimdeki miktarı belirten mutlak nem olarak tanımlanabilir. Havada bulunan nem miktarı insanlar üzerinde ısısal konforu etkiler. Binalarda rutubeti azaltabilmek için rüzgar alan bölgelere yerleşmek ve hakim rüzgar yönünü dikkate alarak doğal havalandırma sağlamak önemlidir.

Rüzgar: Yüksek basınçla alçak basınç bölgesi arasında havanın, dünyanın dönmesi, atmosferik olaylar ve topografik durum gibi nedenlerle yer değiştirmesiyle rüzgarlar oluşur. Hava akımı daima yüksek basınç bölgesinden alçak basınç bölgesine doğrudur.

Yerleşim ölçeğinde ve bina tasarım aşamasında rüzgar etkeni, doğal havalandırma ve rüzgarın soğutucu etkisinden korunma olarak göz önüne alınması gereken bir unsurdur.

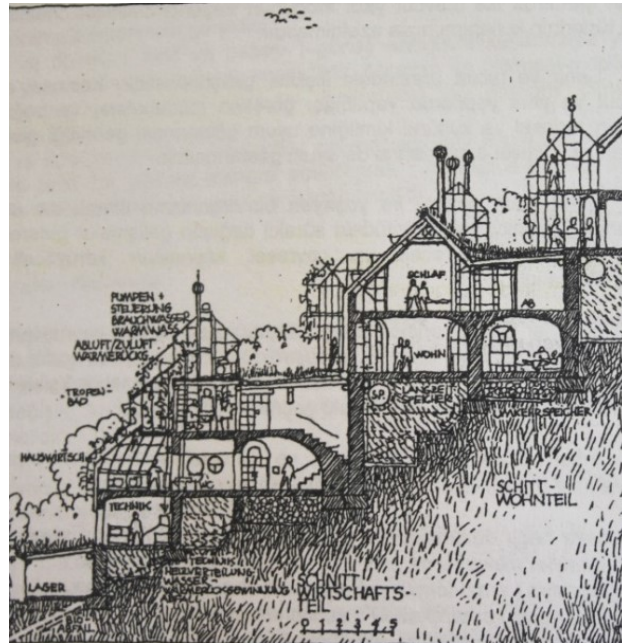
3.1.2 Topografya

Bir yapı tasarlarken bulunduğu coğrafi konum içerisinde üzerine inşa edilecek arazinin, arsanın, yeryüzü parçasının niteliklerinin neden önemli olduğunu daha geniş ölçekte anlamak ve sindirmek gerekmektedir. Çünkü toprak da tükenebilir kaynaklardan biridir ve üzerine yapılacak her bir müdahale örneğin verimli tarım arazilerinin inşaata

dönüşmesi doğa üzerinde birçok olumsuz etki yaratmaktadır: toprak erozyonu, üretimin azalması, çiftçiliğin bitmesi ve kentlere göçe kadar devam eden bir döngünün başlangıcı dahi olabilmektedir. Doğal yapısı bozulmuş verimli bir toprak parçası sadece kendi yok oluşuyla zarar vermez aynı zamanda üzerinde beslediği biyolojik çeşitliliği yok eder ve sahip olduğu yer altı kaynaklarını da kirletir. Tüm bunlar kapsamında doğaya geri dönüşü olmayan zarar verilmiş olur ki bu enerji etkin tasarım kavramına ve sürdürülebilir mimarlığa zıt düşmektedir. Bu nedenle arsanın nitelikleri iyi bilinmeli ve buna göre özelleştirilmiş tasarım yapılmaz. Çünkü her bir potansiyel yapı alanı kendi ölçeğinde benzersizdir.

Yapı tasarlanırken arsanın topoğrafik verilerini oluşturan eğim, engebe, diklik ve yükseklik gibi jeomorfolojik özellikler ile tektonik durum, fay hattı varlığı, zemin taşıma kapasitesi, yer altı maden ve su kaynakları şeklinde sınıflanabilecek jeolojik özellikler tasarımı etkileyen temel verileri oluşturmaktadır. Farklı topoğrafik yapı sergileyen arsalarda enerji korunmunu sağlamak amacıyla farklı mimari tasarımlar yapılarak, yapı arazi koşullarına uyumlu hale getirilmelidir. [12]

Kanada Alchemy’de prototip olarak tasarlanmış şekildeki yerleşim birimlerinin kesitinde, arazi eğimine minimum kazı çalışmaları gerektirecek şekilde, yapılar birbirinin görüşlerinin engellemeyecek, doğal aydınlatma ve havalandırmaya olanak verecek şekilde yerleştirilmiştir. [6]



Şekil 3. 3 Kanada Alchemy’de Ekolojik Ev Kesiti [6]

3.1.3 Bitki Örtüsü

Yapının enerji etkinlik performansına etkisi olan yapıya ilişkin fiziksel faktörlerden biri de bitki örtüsüdür. Coğrafik konuma bağlı olarak var olan doğal bitki örtüsü yapısında farklılıklar göstermektedir. Yapı çevresindeki bitki örtüsü rüzgar kontrolünde etkin olmakla beraber gürültü kirliliğinin azaltılmasında etkilidir. Buharlaşma sayesinde nemin artışı ve sıcaklık düşüşüne neden olur. Ayrıca bitki örtüsü havadaki toz parçacıklarını engelleyerek hava filtresi görevini görür, yansıma nedeniyle oluşan kamaşmayı azaltır.

Tasarlanan yapının oturduğu zeminin niteliklerine bağlı olarak güneş ışınlamalarının yansıma oranları da değişiklik gösterir. Örneğin, zeminde beton kullanımı ısıyı yüksek oranda yansıttığı ve uzun süre ısıyı depolayıp ışınlama yayılmasına neden olduğu için çim ve toprak alanlara göre ısıtım miktarı ve sıcaklığı fazla olmaktadır. Bu durum özellikle sıcak kuru iklim bölgelerinde yapının soğutma yüklerinde olumsuz etki yaratır.

Öncelikle yapı ön tasarım aşamalarında, yapı ölçeğinde iç mekan organizasyonu kadar çevresel peyzaj düzenlemeleri de önemlidir ve yapı inşasından önce düşünülmeli, planlanmalıdır. Buna göre;

Kışın yapraklarını döken ağaçlar güneş ışınlarının yapıya girmesini sağlarken yazın gölgeleme yaparak güneş ışınlarının binaya girmesini engeller .

Yazın güneş ışınlarının geliş açısının değişmesiyle, sabah daha erken saatlerde doğudan ve akşam üstü daha geç saatlere kadar batıdan gelen güneşin bina içindeki ısıtıcı etkisini önlemek için güneydoğu ve güneybatı köşelerine yapraklarını döken ağaçlar yerleştirilebilir.

Kuzey rüzgarlarının binada soğutucu etkisinden korunmak için sık çalılar ve ağaçlar konumlandırılabilir.

Yapı ile civardaki yol ve kaldırımların yaz güneşine karşı korunmasıyla hava sıcaklığı 15°F (-5 C °) kadar azaltılabilir dolayısıyla soğutma için harcanan enerji miktarı da azaltılmış olur. Bitkilerden rüzgar kesici olarak yararlanılmak isteniyorsa, bitkiler binadan bitkinin yüksekliğinin yaklaşık 2-5 katı kadar bir mesafede dikilmesi önerilir.

[22]

Bina inşaatı sırasında topografyaya en az müdahale gösterilmesi gerektiği gibi, bitki örtüsündeki tahribatları önlemek özellikle bitki yetiştirmenin zor ve yüksek maliyetli olduğu yerlerde önemlidir.

Bina çevresindeki bitki örtüsünün etkileri dikey peyzaj düzenlenmesi yapılarak da sağlanabilir. Dikey peyzaj düzenlenmesi için çim çatı uygulamalarından ve duvarların sarmaşık bitkilerle kaplanmasından, dış yolların, sert zeminlerin modüler ve gözenekli karolarla döşenerek çim yüzeylerle bitkilendirmesinden bahsedilebilir. Dikey peyzaj çalışmaları binanın kendi bünyesindeki etkileri kadar binanın çevreye olan ısı adası etkisini ve binaları çevreleyen sıcaklıkları azaltmaya yarar.

Enerji etkin peyzaj planlamasında öncelikle binanın konumuna ve yönlenmesine göre güneşin binaya gün boyunca nereden, hangi yüzeylerinden geldiğinin izlenmesi, binanın güneşten korunması mı yoksa yararlanması mı gerektiği iyi analiz edilmelidir.

Araştırmalar, dış koşullara maruz kalan duvar yüzeylerinin dikey peyzajla örtülmesinin, kısmen hava ceplerini tutma, kısmen de cephelerdeki hava boşluklarını yağmurdan koruyarak duvarın enerji verimliliğini %8 arttırdığını göstermektedir. Bir diğer enerji verimli peyzaj düzenlemesi yöntemi kafes sistemde asma yetiştirmektir. Asmalar, kafes sistemin bağlı olduğu duvarın yüzey sıcaklığını 4 C ° derece azaltabilir. [5]

3.1.4 Çevre Bina Yoğunluğu

Yapıların bulunduğu çevredeki imar yönetmelikleri bölgenin yapılaşma kurallarını belirler ve çevresel yapı yoğunluğu buna bağlı bir oluşumdur ve tasarlanan yapıların bulunduğu fiziksel çevresi ile kuracağı ilişkiyi doğrudan etkiler.

3.1.4.1 İmar Durumu

İmar durumu, her bölgeye, ile ait belediyeler tarafından oluşturulan yönetmeliklere göre belirlenir ve farklılaşır. Bu yönetmelik ve kurallar doğrultusunda, planlama ve yerleşim standartları belirlenir. Bu bağlamda, yapı formu veya arazi üzerindeki yapılaşmanın sınırları etkilenir. Buna göre bitişik nizam, ayırık durumlu, kat yükseklikleri, blok gibi yapılaşma durumlarını imar planlarından öğrenmek ve uygulamak durumundayızdır. Arazi üzerinde yapıyı konumlandırırken fiziki çevresel etmenler dışında, ön, arka ve yan sınırlarından ne kadar mesafe bırakılacağı imar yönetmeliğine

göre belirlenir. Buna ek olarak yapı yükseklikleri, komşu yapılarla ilişkisi öğrenilir. Bu yönetmeliklere göre aynı zamanda yapı içi mekan organizasyonu ve boyutlandırması; merdiven, koridor genişlikleri, konsol çıkma mesafeleri, yapıya ait saçak genişlikleri ile ilgili uyulması gereken standartlar belirlenir.

İmar planlarında yapı arsalarının, kuzey-güney veya doğu-batı şeklinde planlanması, yapılara geniş güney cephe verip vermediği, sokak akslarının ne yönde oluşturulduğu, yönelim ve tasarımı etkileyeceğinden; güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından pasif olarak yararlanılması bağlamında mikro iklimsel şartların oluşmasında belirleyicidir. [23]

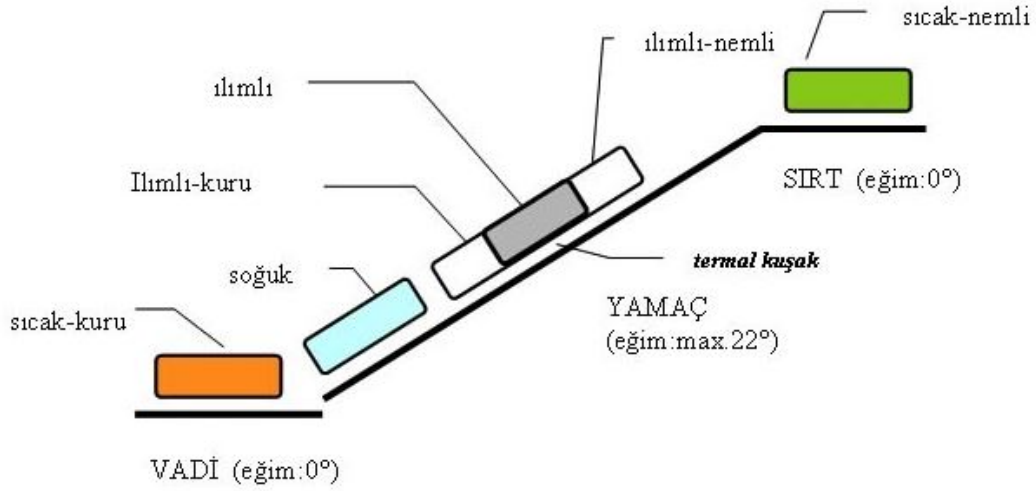
Kenti şehircilik ölçeğinden alıp mimari ölçeğe getiren imar planları ve yönetmelikleri mimari tasarımın kente nasıl adapte olacağını kesin kurallar ile göstermektedir. Vaziyet planları imar planında gösterilen kurallara ve imar planı, yönetmelik hükümlerine uymak zorundadırlar. Özet olarak; yazılım ile, üretilen vaziyet planlarındaki kütle ölçüsünün belirlenmesi, kütlelerin (yapıların) birbirleri ile ilişki ve organizasyon işlemleri kolay ve hızlı bir şekilde imar planı kurallarına uygun olacaktır. [24]

3.2 Yapı Ölçeğinde Tasarıma Yönelik Parametreler

3.2.1 Yapının Yeri Konumu

Enerjiyi etkin kullanan bir yapı tasarlamak için öncelikle yapının potansiyel olarak hangi iklimsel etmenlerden korunarak ya da optimum ölçüde yararlanarak bunun gerçekleştirileceği önemlidir. Buna göre, tüm bu parametreleri etkileyen bulunduğu coğrafi konumla birlikte arazi içindeki konumlandırılışı da çevresindeki engelleri veya bitki örtüsünü, rüzgarı etkileyeceği için önem arz etmektedir.

Eğimli arazilerde yamacın en üst kısmı ile en alt kısmının orta noktası termal kuşak olarak adlandırılır ve yamacın en ılıman yeri olarak gözlemlenir. Yapılar bulundukları iklim tipine bağlı olarak konumlandırılmalıdır.



Şekil 3. 4 İklim Bölgelerine Göre Orta Kuşak Yapı Konumlandırması [25]

Sıcak-kuru iklim tipinde kum ve tozdan, bu nedenle de rüzgarın toz taşıyıcı etkisinden korunmalıdır. Ayrıca, kışın kendini gösteren soğuk rüzgarlar ile yazın fazla güneş ışınımından kaçınılması gerektiği için vadi tabanına yerleşilmesi uygundur.

Soğuk iklim bölgelerinde bulunan yapılar, ısı kayıplarının önlenmesi için yamacın alt kısımlarında rüzgardan korunmuş yerlerde konumlandırılmalıdır.

Ilıman iklim bölgelerinde ise güneş ve rüzgar gibi iklimsel faktörlerden hem yararlanılmalı hem de korunulmalıdır. Ilıman nemli bölgelerde denizden esen meltemin soğutucu etkisinden yararlanmak için termal kuşağın üstünde, ılıman kuru iklim tipinde ise termal kuşağın alt kısmına yerleştirilmelidir.

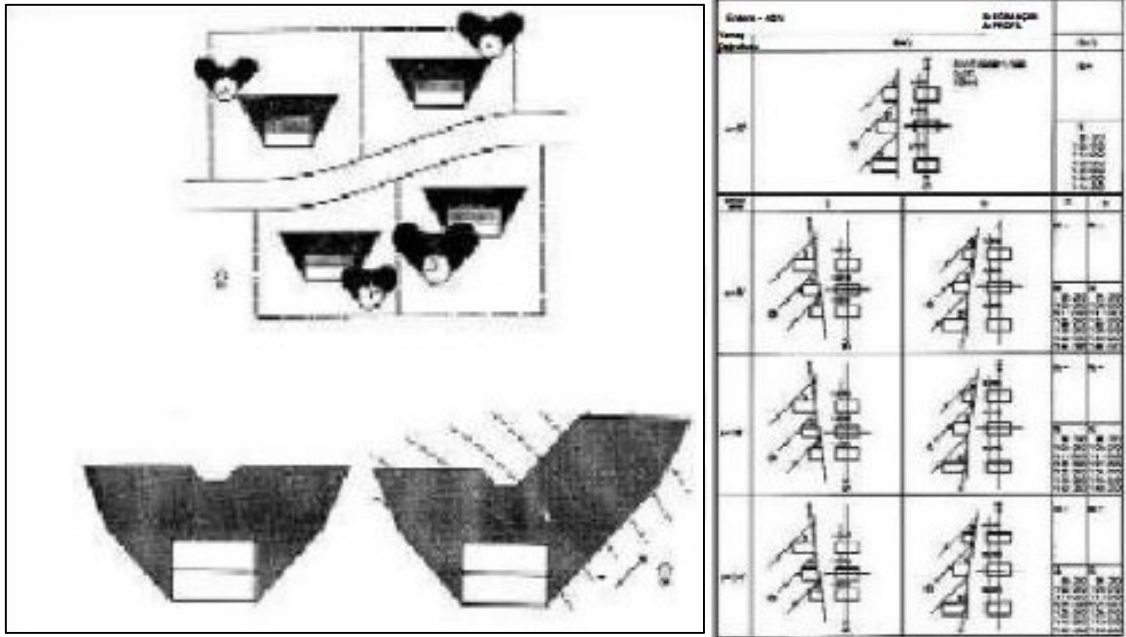
Sıcak Nemli iklim tipinde, en önemli durum yazın güneşin ısıtıcı etkisinden korunmaktır. Nemi yüzeyden uzaklaştırıp doğal havalandırma sağlanması için rüzgar alan tepe mevkiilere yerleşilmesi esastır.

Sıcak mevsimlerde soğuk rüzgarlardan yararlanmak önemlidir. İzmirde bu rüzgarlar batı yönünden gelir. Soğuk mevsimlerde ise kuzey ve kuzeydoğudan gelen soğuk rüzgarlardan korunmak gereklidir. [9]

3.2.2 Yapının Diğer Yapılara Göre Konumu

Binanın yapılı ve fiziksel çevresinde bulunan diğer komşu binalar ile bitki örtüsü gibi doğal engellerle arasındaki mesafeye göre gölgelenme durumu, güneş alma veya

rüzgar hareketlerindeki değişiklikler analiz edilmelidir. İklim tipine dayalı olarak sıcak nemliyse rüzgardan yararlanmak için aralıklı, sıcak kuruyrsa rüzgardan korunmak için aynı hizada, birbirinin rüzgarını kesen yerleşimler önerilebilir. Yapının konumlandırılış durumu, diğer yapıların doğrudan güneş ışınlamından yararlanma oranını, dolayısıyla toplam güneş enerjisinden kazancını etkileyen en önemli tasarım parametrelerinden birisidir. [26]



Şekil 3. 5 Yapının diğer yapılara göre konumu

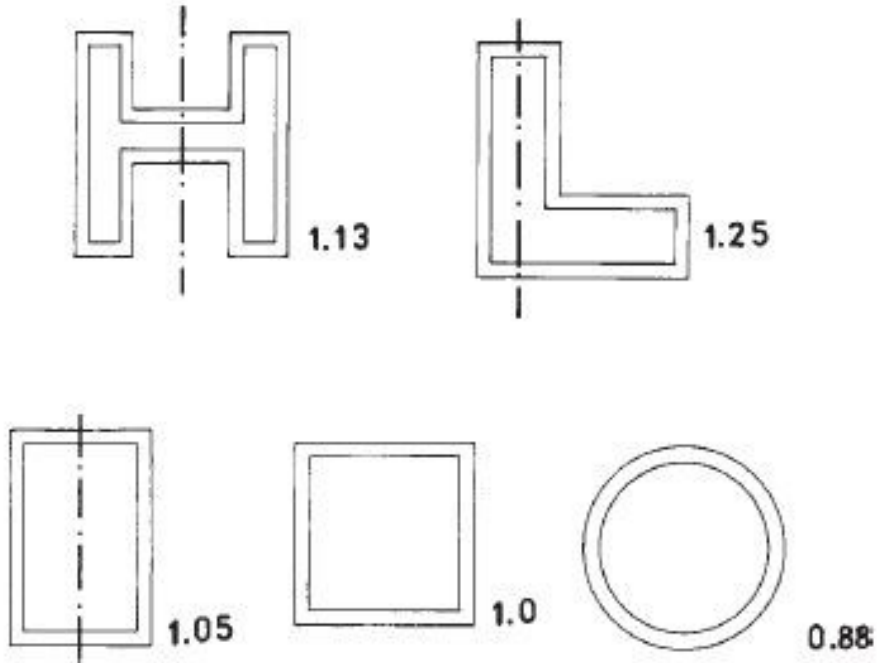
3.2.3 Yapının Yönü

Yapının yönü, bulunduğu iklim tipine bağlı olarak ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarına dayalı karar verilmesi gereken en önemli parametrelerden biridir. Eğer ısıtma ihtiyacı güneşten karşılanmak isteniyorsa güneye yönlendirilmeli ve doğu batı aksında yerleşim gerçekleştirilmelidir. Nemli ve sıcak bölgelerde hakim rüzgarın soğutucu etkisinden yararlanmak için yapı hakim rüzgarı alacak şekilde yönlendirilmelidir. Bu durumun tam tersi olarak yapı soğuk iklim bölgesinde ise hakim rüzgardan korunacak önlemler alınmalıdır, çevresel engeller bu konuda bir potansiyel olarak kullanılabilir.

Rüzgar ve güneş ışınlamı gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterdiğinden, yapı hacmini çevreleyen kabuk elemanlarının baktıkları yönler yapı kabuğuna gelen güneş ışınlam miktarını dolayısıyla ortalama ışınlamsal sıcaklığı etkiler. Bu durum kabuktan geçen ısı miktarını etkileyeceği için kabuk iç yüzey sıcaklığı ve buna bağlı olarak hacim içi sıcaklık da değişim gösterir. Hacim içi sıcaklık, kabuğun dış yüzeyindeki güneş ışınlamı yeğlinliği ve kabuktan geçen ısı miktarının bir fonksiyonu olduğundan iklimsel konforu belirleyen önemli yapma çevre değişkenlerindendir. [27]

3.2.4 Yapı Biçimi

Yapının sahip olduğu daha fazla yüzey alanından ısı kaybeder veya kazanır. Şekilde aynı plan için farklı çok ya da az duvar alanıyla oluşturulmuş farklı formları göstermektedir. İçeri ve dışarı ısı transferi için yüzey alanı oranı oldukça önemlidir. Isıyı ya da soğuşu korumak, ısı değişkeni olarak yapının etkenliğini azaltmak için yapı kompakt formda tasarlanmalıdır. [1]



Şekil 3. 6 Bina Formuna göre sahip oldukları yüzey alanı oranları[1]

Yapının bulunduğu konuma ve iklime bağlı olarak yapının şekli ve sahip olduğu yüzey alanı, ısıtma ve soğutma yüklerine etki eder. Buna göre sıcak ve nemli iklim tipinde

rüzgara geniş cephe bırakan formlar uygun olurken geleneksel mimariyi incelediğimizde avlulu, mevsimsel kütlelere sahip yapı örnekleri gözlenmektedir. Soğuk iklim bölgelerinde ısıyı koruyacak ve enerji kaybına neden olan yüzey alanlarının az olduğu kompakt formlar tercih edilmelidir.

Bunun dışında yapının fiziksel ömrü içinde toplumun değişen sosyal yapısı ve gündelik alışkanlıkları ya da bunların yer değiştirmesi farklı ihtiyaçları doğurmaktadır. Bu nedenle kullanıcı profiline bağlı düşünülen yapının işlevi dahil yapıların daha esnek ve dönüşebilen yapılar olarak tasarlanması, yapıların yaşayan birer mekanizma olarak varlıklarını sürdürebilmesi için önemlidir. Türkiye'nin konut stoğunu oluşturan apartmanların genelde aynı tip planda olması bulunduğu konum ve iklim tipine kullanıcı profiline göre değil de çoğu yerde aynı ya da benzer kopyasının yapılmasının aksine dönüşebilen yeni işlev ve isteklere adapte edilebilen esnek tasarımlar düşünülmelidir.

3.2.5 Yapı Fonksiyonu ve Kullanım Modelinin Belirlenmesi

Daha önce bahsedilen tüm bu fizibilite çalışmalarına dayalı ön projelendirme aşamasına geçmeden önce inşa edilecek yapının varoluş amacının tanımlanması ve kullanıcı profiline belirlenmesi gerekir. Buna bağlı olarak tasarımın kullanım sıklığı ne olacak, kimler tarafından kullanılacak, içerisinde ne tür faaliyetler yapılacak, mekan oluşturulması, organizasyonu ve kullanımına ilişkin ihtiyaç programı neler olacak, ne tür altyapıya gereksinim duyacak gibi sorular net bir şekilde cevaplandırılmalıdır. Ek olarak yapı içinde sağlanması istenen optimum iklimsel durumun tanımlanabilmesi için kullanıcıların yaş ve cinsiyetlerinin, eylem şiddetlerinin bilinmesi gereklidir.

Yapıları oluşturan mekanların büyüklükleri, yapı içindeki konumları ve birbirleri ile ilişkileri kullanıcı ihtiyacına, yapı işlevine ve çevresel faktörlere göre belirlenmelidir. Günümüzde üretilen standart konut örneklerinde, farklı kullanıcı tiplerine aynı planlar sunulmakta, gereğinden fazla alanlar konutta fazladan ısıtılacak ve soğutulacak alanlar yarattığı için enerji kullanımını arttırmaktadır.

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 bölgelendirilebilir. Farklı

ısı ihtiyacı olan mekanlarda istenmeyen ısı kayıplarını ve kazanımlarını önleyerek ısı konfor koşullarını sağlamak için farklı ısı ihtiyacı olan mekanları gruplamak gerekmektedir. (ÖZMEHMET,2005) [8]

Örneğin kullanıcıların daha fazla vakit geçirdiği yaşama mekanı gibi doğal aydınlatma ve ısıtmaya ihtiyaç duyulan hacimler güneyde konumlandırılırken, ısıtma ve aydınlatma ihtiyacı olmayan ıslak hacimler ile sık kullanılmayan depo, servis mekanları kuzeyde konumlandırılarak tampon bölge sağlanabilir.

3.2.6 Yapı Kabuğu

Yapı kabuğu iç mekan hacmini çevreleyen ve sınırlandıran yapı duvarları, döşeme ve çatıdan oluşmaktadır. Yapı kabukları, iç mekan konfor koşullarını belirleyen, yapının dış çevredeki öğelerle etkileşiminden sorumludur.

Yapının kullanım amacı, aktivite düzeyleri, içeride yer alan aydınlatma sistemi ve ekipmanlardan olan ısı kazançları, mahallerde istenilen ayar sıcaklık değerleri, aynı iklim bölgesinde olan yapılarda bile farklı cephe tasarımı ve malzeme seçimleri yapılmasını gerektirir. [28]

Enerji etkin yapı tasarımında yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak veya çevresel etkilerden korunmak için yapı kabuğunda uygulanan yöntemler mevcuttur.

3.2.6.1 Yapı Kabuğunda Güneşten Yararlanma ve Korunma Yöntemleri

Güneş enerjisinden pasif yöntemlerle yararlanma bilinen en basit ve eski yöntem olmakla beraber dolaylı ve doğrudan olmak üzere iki şekilde, tasarım aşamasında alınması ve planlanması gereken bir karardır. Pasif yöntemlerle kış aylarında güneş enerjisinden ısı elde etme yoluyla yararlanma toplama, depolama ve dağıtım prensibiyle gerçekleşmektedir.

3.2.6.1.1 Güneşten Doğrudan Yararlanma Yöntemleri

Güneş enerjisinden yararlanmanın en basit yöntemlerinden biri, güneş ışınlarını güneye yönlendirilerek geniş açıklıklardan yapı içine almaktır. Gün boyunca yapının döşeme ve duvarlarında depolanan güneş enerjisi gece saatlerinde ısıнын sıcaklıktan soğuğa taşınım

ve ışı nım yoluyla aktarılması prensibine baēlı olarak ortaya verilir. En etkili olanları güneye bakan geniş yüzeyli pencelerdir.

3.2.6.1.2 Güneşten Dolaylı Yararlanma Yöntemleri

Güneş Odaları: Güneş ışı nlarının cam yüzeylerinden içeri alındıktan sonra uzayan dalga boylarının dışarı ıkamamasıyla sera etkisi altındaki döşeme ve duvarlarda ısı nın depolanması prensibine dayanır. Güney cephesinde konumlandırılan güneş odalarının avantajı yapıya ek bir mekan saēlamasıdır. Ayrıca iç mekanlar ile dış ortam arasında tampon bölge oluşturarak yalıtımı saēlar ve ısı kayıplarını engeller. Kışın kapalı konumda bulundurulan güneş odası, ısıtma saēlarken yaz kullanımı için perde gibi elemanlarla gölgelenmesi ve açılabilen pencere ile havalandırması saēlanmaktadır.

Trombe Duvarı: Güneyde konumlandırılan cam yüzeylerden gelen güneş ışı nlarının cam cephe ile duvar arasındaki havayı ısıtması ile duvarın gün boyu depoladıēı ısı enerjisini gece arka mekana taşınım ve ışı nım yoluyla aktarmasıdır. Dezavantajı güney cephesinde konumlanan termal duvarın görsel řeffaflıēı saēlayamamasıdır. Duvara kapaklı boşluklar açılırsa ısı nan havanın mekana direk aktarılması saēlandıēından ısıtma daha çabuk olacaktır. Gündüz açık bırakılan kapaklar gece yalıtım için kapatılarak sadece duvardan taşınım yoluyla mekanın ısıtılması gerçekleştirilir. Masif bir duvar yerine su kolonlarının kullanıldıēı yöntemde suyun duvara göre daha hızlı ısınması nedeniyle iç mekan daha çabuk ısıtılabilirken ısı depolama süresi duvara göre daha azdır.

Saydam Yalıtımlı Duvarlar: Yapılarda enerji tüketimini azaltmada en etkin önlemlerden birisi de, yapı kabuēunun ısı l direncini arttırarak, ısı kaybını en aza indirgemektir. Enerji korunumlu, düşük enerjili yapı kabuēu kuruluşlarında gündeme gelen “saydam yalıtım” uygulaması ile ısı kayıpları en aza indirgenmekte, ayrıca güneş ışı nlarının masif duvara iletilmesi ile duvarın ısı l kütle olarak çalışması saēlanmaktadır. [29]

atı Havuzu: ısı depolayıcı ögenin çatıda konumlandırıldıēı durumdur. Gün boyunca çatı havuzu ısıyı depolar ve gece mekana iletir. Açılıp kapanabilen çatı kapakları sayesinde çatı gece kapatılarak ısı kayıplarının önüne geçilir. Aynı zamanda sıcak kuru iklim bölgelerinde çatı havuzundan pasif soēutma amacıyla faydalanılmaktadır. Buna göre, gündüz gölgelenen çatı havuzundan buharlaşmayla soēutma saēlanır.

Bu sistem kışın da boşa gitmeyecektir. Havuzun suyu boşaltılıp çatıdaki açıklıklar ve duvarlar kapatılarak, soğuk aylarda arada kalan hava boşluğu ısı yalıtımı sağlamaktadır. Bütün bir yıl enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. [30]

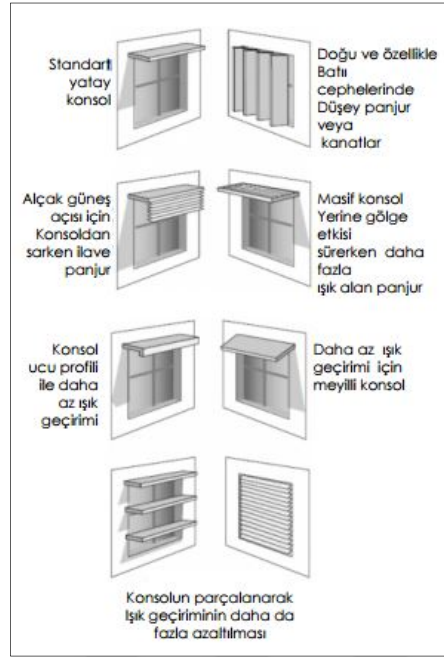
3.2.6.1.3 Yapı Kağıtında Gün Işığında Yararlanma Yöntemleri

Işık Rafları: Işık rafı pencereyi göz seviyesinin üstünden altta manzara alanında ve üstte gün ışığı alanında bölen genellikle yatay bir elemandır. Dışarıda, içeride veya her ikisinde de olabilir. Bu sayede hem kırıcı hem de raf olarak çalışabilirler. Işık rafı kamaşmayı önleyerek ışığın mekanın daha derinine girmesini sağlar, hem de raf olarak çalışabilirler. Işık rafları ve düşey kanatlar ancak yüksek yansıtıcı olduğunda toplam ışığın miktarının önemli ölçüde azaltmadan ışığı eşit yayarlar. Işık rafları düşey konumlandırıldığında düşey yansıtıcı (baffle) olarak adlandırılır. Tavan ve çatı aydınlık pencerelerinde gün ışığı daha iyi yaymak ve kamaşmayı önlemek için kullanılırlar. Tasarım kuralları ışık raflarıyla aynıdır. Düşey yansıtıcılar ışığı mekanda faydalı olacak şekilde yönlendirir. [31]

Işık Tüpleri / Kanalları: Işık ya da güneş tüplerinin çalışma prensibi derin planlı yapılarda gün ışığının bir yerden bir yere yansıtılarak aktarılmasına dayanmaktadır. Özellikle derin planlı çalışma işlevli ofis ve kamu binaları gibi yapılarda ışık tüpleri yapının güneş gören çatı kısmında konumlandırılır ve güneş ışınlarının tüp içerisinde yansıtılarak mekanın tavanından hacme yayılması sağlanır. Ayrıca ışık tüplerinin yarım küre şeklinde saydam olmasıyla kışın daha eğik gelen güneş ışınlarının kanal içerisinde daha fazla yansıtılarak aktarılması hedeflenir. Tüplerin yarım daire olması yanında kullanılan malzemelerin gök durumuna göre özelleşmesi veya optik alternatiflerin kullanması düşünülebilir.

3.2.6.2 Yapı Kabuğunda Güneşten Korunma Yöntemleri

Gölgeleme Elemanları ve Panjurlar: Yapı yüzeylerinin oluşturduğu cephelerden optimum yararlanabilmek veya dış çevre etmenleri ile mekanlar arasında bulunan yapı kabuğu yüzeylerini maruz kaldığı bu koşullardan koruyabilmek için güneş denetimi güneş açılarına göre yapılmalıdır. Buna bağlı olarak kullanılan panjurlar veya gölgeleme elemanlarının konumu güneş açısına göre konumlandırılmalı ve boyutlandırılmalıdır.



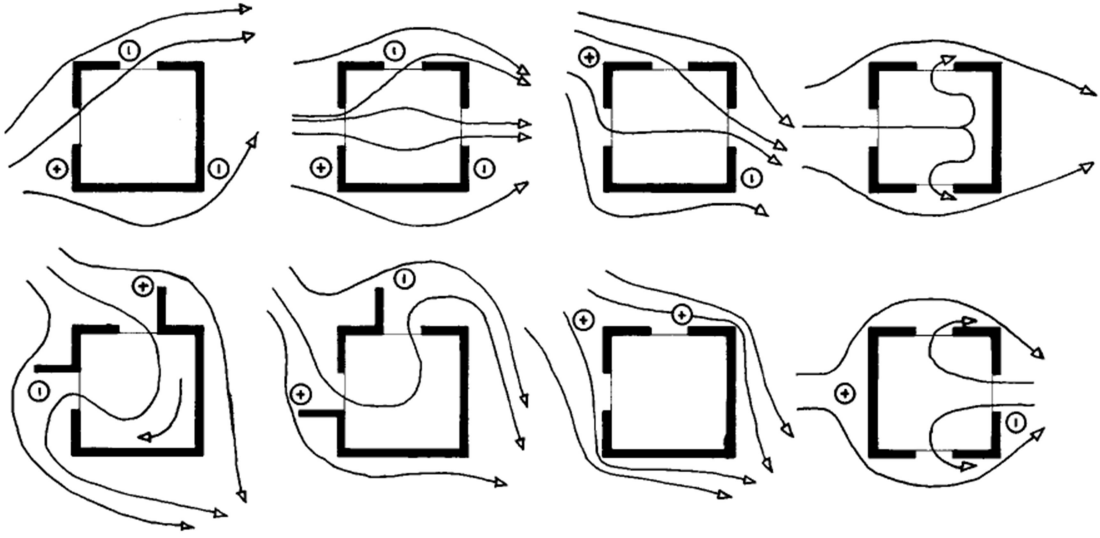
Şekil 3. 7 Güneş Denetleme Sistemleri [31]

En etkili güneş denetimi saydam cam üzerine dış gölgeleme araçları yerleştirilerek sağlanır. Güneş gölgeleme, pencere geçişiyle doğrudan ve sıcak yüzey iletimi ve ışınmadan ötürü dolaylı olarak meydana gelen büyük miktardaki ısı kazanımlarını keser. Gölgeleme hem ışığın edilgin geçişini katların daha derin kısımlarına ulaşmasını sağlamak hem de parlamayı azaltmak için kullanılmalıdır. Böylece aydınlatma yükü azalır ve yapının içi ve dışı arasında iyi bir estetik ilişki kurulur. [7]

3.2.6.3 Yapı Kabuğunda Rüzgardan Yararlanma Yöntemleri

- Doğal havalandırmadan yararlanmak için yapı kabuğunda tasarlanan açıklıklara rüzgar hareketleri düşünülerek karar verilmelidir.
- Hakim rüzgar yönüne açıklıklar tasarlanmalıdır.
- Pencere boyutu büyüdükçe hava akımı artacaktır.
- Rüzgarın mekan içindeki çıkış yönü çapraz konumlandırılmalıdır, aksi takdirde hava yön değiştirmeden devam edeceği için mekanın tümü havalandırılmaz.
- Isınan havanın yükselmesi prensibine göre yapı içindeki düşey elemanlardan (merdiven gibi) yararlanılabilir. Yeterli hava akımı sağlanmadığı durumlarda döşemelerde yazın açılabilen kışın kapatılabilen fan kullanılabilir.

- Pencere önüne rüzgar kırıcı elemanlar tasarlanarak basınç bölgesi oluşturulup rüzgarın içeri alınması sağlanabilir.



Şekil 3. 8 Kabuktaki Açıklıkların Rüzgar ve İç Havalandırma Koşullarına Etkisi [1]

Rüzgar Kuleleri: İlk örneklerine İran'da rastlanan rüzgar kuleleri, yapının rüzgar alamadığı durumlarda, yapı üst seviyesinden rüzgarı kule açıklıklarından yakalamak için tasarlanmıştır. Yükselen sıcak havanın yerini kuleden alan soğuk havanın, kule içindeki alçak basınç bölgelerinin emiş gücüyle içeri alınıp yer değiştirmesi ilkesine dayanır.

Fanlar: Hava akımının yeterli olmadığı ya da yapının yeterli açıklığa sahip olmadığı durumlar için geliştirilmiştir. Cephede tavanda ve döşemede uygulama örnekleri mevcuttur.

Baca Havalandırması: Yapı yükseldikçe, baca etkisiyle kendini havalandırma potansiyeli artar. Edilgen baca havalandırması, içerideki havanın , basınç farklılığı yaratan hareket ettirici güçlerle beraber dışarı atılmasına izin veren baca borularının kullanıldığı doğal bir havalandırma sistemidir. [5]

Çift Cidar Cephe: Cam yüzeyler arasında güneşin etkisiyle ısınan havanın yükselerek içeri alınan soğuk havayla dışarı atılması ilkesine dayanır.

3.2.7 Malzeme Kullanımı

Yapıda kullanılan malzemelerin kalınlığı, ısı direnci yapı kabuğunun termofiziksel özelliklerini oluşturur. Bu durum iç konfor koşullarını doğrudan etkilediği gibi yapılı

çevremizi de etkiler. Yapının gömülü enerjisi aynı zamanda kendisini oluşturan malzemelerin enerjisiyle doğru orantılıdır. Bu nedenle enerji etkin sürdürülebilir yapı tasarımında malzeme seçimi büyük önem arz etmektedir.

Aysin Sev Sürdürülebilir Mimarlık kitabında, malzemelerin seçim sürecinde kalite, performans, estetik ve maliyet unsurlarının yanısıra sürdürülebilirlik kriterlerini karşılaması gerektiğini belirtmiş ve malzeme seçimini üç başlık altında değerlendirmiştir: [32]

- Kaynak Etkinliği
- Mekan Hava Kalitesine Etkisi
- Karşılabilirlik ve Estetik

Buna göre seçilecek malzemeler:

- Olabildiğince doğal haliyle kullanılabilen, üretiminde ve tedarikinde az enerji tüketen,
- Yerel malzeme olması fire oranını düşürecek tedariki sırasındaki harcanan enerjiyi azaltacaktır, ürün paketlemesi doğa dostu olan,
- İçerisinde petrol bazlı olmayan geri dönüştürülmüş ürün bulunan, geri dönüştürülebilir ve tekrar kullanılabilen, aksi takdirde doğada atık konumunda olacaktır,
- Kullanımı, montaj ve sökümü kolay, bakımı ucuz olan, kolay onarılabilen,
- İnsan sağlığına olumsuz etkisi olmayan,
- Neme dayanıklı, zararlı biyolojik organizmaların yetişmesine ortam hazırlayacak yapıda olmaması, iç konfor koşullarını sağlayan yüksek performanslı malzemeler seçilmelidir.

Ayrıca kullanılacak malzemeler ekonomik olmalıdır, mali açıdan elde edilemeyen ürünler sürdürülebilir değildir. Kullanıcı memnuniyetini sağlayan, performans, estetik ve fiyat değerlendirmesinde en uygun ürünler tercih edilmeli ve bu seçimler yapı ön tasarım aşamasında yapılmalıdır.

DÜŞÜK ENERJİLİ KONUT TASARIMI İÇİN BİR YAKLAŞIM

4.1 Çevreye Ait Veriler

4.1.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi

Yapı inşa edilecek arazinin enerji etkin yapı tasarımının felsefesine uygun olarak çevreye en az zarar vereceği düşünülen yerler olması beklenir. Buna göre daha önce inşaat alanı olarak kullanılmış yerler ile terk edilmiş araziler, mevcut yapının ve bitki örtüsünün bulunmadığı alanların seçimi yıkım için enerji harcanmaması açısından uygundur. Mevcut kent dokusu içerisinde kalan boş alanların seçimi yeni arsa arayışı ile doğal alanların tahrip edilmesini önleyecektir. Şehir içi ulaşım ağına yakın olması ile toplu taşıma ve bisiklet yollarının kullanımı sağlanabilir. Tasarım alanının potansiyel enerji kaynaklarının bulunduğu bir bölgede veya yakınında olması, düşük enerjili konut tasarımı için açıkça en önemli faktördür.

4.1.2 İklim Verilerinin Elde Edilmesi

Bu adımda, iklim bölgesinin sıcaklık, nem, rüzgar hızı, toplam yağış oranı gibi iklimsel verileri, günlük, aylık ve yıllık olarak sınıflandırılıp meteoroloji ölçüm merkezinden elde edilmelidir. Yapının çevresiyle uyumlu, iklimle dengeli tasarlanabilmesi için yapının konumu, yönlendiriliş durumu ve mekansal örgütlenmesi bu veriler doğrultusunda etüd edilmeli ve karar verilmelidir.

4.1.3 Arazinin Topografik Yapısı ve Bitki Örtüsü

Tasarım analizlerinin yapılabilmesi için arsanın topografik yapısı da iklim verileri kadar önemlidir. Arazinin topografik yapısını oluşturan eğimi, yüksekliği ve zemin özellikleri, yapının konumunu ve yönünü etkileyeceğinden göz önüne alınmalıdır. Uygulamada kullanılacak olan veriler bölgenin bağlı olduğu belediyelerden hali hazır çizimler istenerek elde edilebilir. Ancak elde edilen veriler dijital ortama aktarılmadan önce yerinde kontrol edilmelidir.

4.1.4 Mevcut Yapılı Çevre ve İmar Durumu

Yüksek yoğunluklu yapılaşmanın bulunduğu kent dokusu ile yapılaşmanın az olduğu kırsal alanlarda yapılacak tasarım uygulamaları farklılaşmaktadır. Şehir dokusunun neden olduğu sıcaklık artışı gibi iklim üzerinde yarattığı etkiler tasarımı olumsuz yönde etkileyebilir. Ya da yüksek yapıların izin verildiği imar durumlarında yapılar birbirinin gölgesinde kalabilir, bu güneşlenme durumunu azaltırken, yüksek binalar fazla rüzgara maruz kalır ve yapay havalandırma sistemlerine ihtiyaç duyarlar. Bunun yanı sıra çevresindeki yapılar birbirinin rüzgar almasına engel olabilir.

Tasarımı yönlendiren iklim ve topografik bilgiler gibi coğrafik özelliklerinin yanında yasal kısıtlamalar ve yönetmelikler de tasarımı sınırlandıran ve etkileyen unsurlardır. Her yapı arsasının bağlı olduğu belediyelerce belirlenen imar durumu elde edilmelidir.

4.2 Yapıya İlişkin Veriler

4.2.1 Yapının Konumu ve Doğru Yönlendirilmesi

Yapı, bulunduğu iklim tipine bağlı olarak korunması ve yararlanması gereken unsurlar doğrultusunda termal kuşakta doğru bir biçimde konumlandırılmalıdır. Bu adımda arsanın güneşlenme durumu, hakim rüzgar yönü, eğim analizleri yapılmalıdır.

Yapı arsasının imar durumu sınırlarında eğim yönüne göre optimum yönelmesi sağlanmalıdır. Bu konuda Tokuç'un yüksek lisans tezinde bahsettiği üzere G. Bardet ,güneyin en iyi yön olduğu ancak 30 dereceye kadar güneybatı ve güneydoğuya yönelmenin tahammül edilebilir olduğunu belirtmiştir.

Vinaccia, güneş ışınlamından yapıların her birinin eşit yararlanabileceği bir yön arayışına girmiştir. Kuzeydoğu ve güneybatı doğrultusunda uzunlamasına yerleşmenin bu koşulu sağladığını keşfetmiştir. [9]

4.2.2 Uygun Yapı Biçiminin Belirlenmesi

Bu adımda yapının sahip olduğu hacim ile yüzey oranı önem kazanmaktadır. Değişen oranlarla beraber yapıların iklimsel etmenlerle ilişkisi değişiklik gösterir. Örneğin daha fazla yüzey alanı güneşlenecek daha fazla alan sağlarken, rüzgarın etkisine de bir o kadar açık olabilir; bu durum ısıtma ve soğutma yüklerine etki eder. Burada yapıyı oluşturan dış kabuğun bir araya gelme şekli ile çatı biçimi, yapı yüksekliği, cephe formu etüd edilmelidir. Amaç, yapının ısıtma ve soğutma yüklerini arttıracak enerji kayıplarını önlemektir.

4.2.3 Mekansal Organizasyonun Oluşturulması

Yapının işlevine, kullanım süresine ve kullanıcı profiline göre ihtiyaç programı oluşturulmalı, buna bağlı sahip olduğu alanı iyi değerlendiren, akılcı çözümler geliştirilmelidir. Binada yer alan farklı hacimler farklı ihtiyaçları doğurmaktadır. Mekansal örgütlenme için hacimler ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarına ya da aydınlık düzeyi ihtiyaçlarına göre gruplandırılmalı, yapı içerisinde farklı yönlerde konumlandırılmalıdır.

4.2.4 Yapı Kabuğu Kesitinin Belirlenmesi

Yapıda kullanılan malzemeler yapı kabuğunun termofiziksel özelliklerini oluşturur. Bu adımda yapı kabuğunun saydam ve opak bileşenlerinin oranlarına ve yerleşimine karar verilmelidir. Güneşten ısı kazanımı isteniyorsa, güneyde geniş cam yüzeyler kullanılabilir. İç mekanların doğal aydınlatma ve doğal havalandırılması için pencereler hakim rüzgar yönüne göre konumlandırılmalı ve büyüklüklerine karar verilmelidir. Yapı kabuğunun enerji performansını belirleyen unsurlar öncelikle ısı direnci ve saydamlık oranı olup, yönetmeliklerden kontrol edilmelidir. Bu durumda yapı kabuğuna ait aşağıdaki özellikler önem kazanır: [33]

- Toplam Isı Geçirme Katsayısı (U Değeri):

Yapı kabuğunda kullanılan malzemelerin termofiziksel özellikleri ve kalınlıkları yapı kabuğunun ısı direncini belirler. Toplam ısı geçirme katsayısı gerekli yönetmeliklere göre karar verilmelidir.

Türkiye ısı yalıtım standartlarının belirtildiği TS 825'te yer alan 'Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri' bazında yapı kabuğu kesiti oluşturulabilir. TS 825'te yer alan illere göre derece gün bölgelerinde İzmir ili sıcak nemli 1. Derece iklim bölgesinde yer alır.

Çizelge 4. 1 İklim Bölgelerine göre tavsiye edilen yapı kabuğu U değerleri [34]

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_i (W/m ² K)	U_p^* (W/m ² K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Yapı kabuğu kesiti oluşturulurken, güncel geçerli yönetmeliklere dayandırılarak maksimum U sınır üst değeri belirlenir. Yapı kabuğu ısı geçirme katsayısı bu değeri aşmamalıdır. Ancak, enerji hesapları ve maliyet karşılaştırmalarına bağlı olarak iyileştirme yapılması düşünülebilir, bu amaçla farklı alternatifler oluşturulmalıdır.

- Saydamlık Oranı:

Yapıdaki cam alanların tüm cephe alanına oranı olarak ifade edilir. Saydam alanlar ile duvar alanlarının ısı geçirme katsayısı ve performansları farklı olduğu için saydamlık oranı, yapı kabuğunun ısı direncini etkiler. Yapı kabuğu saydamlık oranının minimum %20 olması önerilir.

- Opak ve Saydam Alanların Genlik Küçültme Faktörü ve Zaman Gecikmesi:

Yapı kabuğunda kullanılan malzemelerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü iç mekan konfor değerlerinin sağlanması için gereken sürede etkili olduğu gibi yine yapı kabuğu ısı performansını etkiler.

- Güneş Işınımına Karşı Yutuculuk, Geçirgenlik, Yansıtıcılık Oranları

Özellikle dış cephe malzemesinin açık ve koyu renkli olması, kullanılan malzemenin dokusu, güneş ışınımına karşı yansıtıcılık-yutuculuk oranını etkiler. Bu durum, yapının güneş ışınımından dolayı kazanç ve kayıplarını etkiler.

Farklı Yapı Kabuğu Alternatiflerinin Belirlenmesi:

1. Saydam alanlarda kullanılan cam ve doğrama türleri piyasada kısıtlı olduğundan öncelikle bu alanlarda kullanılacak malzemelere karar verilmelidir. Buna göre optik ve fiziksel özellikleri belirlenmeli, saydamlık oranı ve yönlenme ile konumu kontrol edilmelidir.
2. Opak bileşenin aynı U değerini sağlayacak farklı ana gövde elemanları piyasada en çok bulunan malzemelerden seçilebilir. Burada seçilecek malzemelerin dayanıklılığı, tedariki ve serbest uçucu organik bileşik değeri gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, yapı kabuğunun maliyet açısından etkinliğini denetlemek için önerilen alternatiflerin U değeri yanında metrekare fiyatı da verilmelidir.

4.2.5 İç Konfor Koşullarının Belirlenmesi

Yapılar, insanların temel ve çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için dış ortam koşullarının kontrol edip dengeleyerek, insanların aktivitelerini gerçekleştireceği iç mekanlar yaratmaktadır. Konfor düzeyi, yapı kullanıcılarının öznel değerlendirmesinin ortalaması ile belirlenebilir. Mekan içindeki konfor fiziksel olarak ısısal, görsel ve akustik açıdan değerlendirilmektedir.

Isısal konfor koşulları için sınır değerler Ashrae tarafından yazın 23-27 derece kışın 19-26 C⁰ olarak belirtilmiştir. Konfor koşullarının değerlendirilmesinde ;

- Yapının kullanım süresi,
- Yapının işlevi- mekanlarda yapılacak aktivitelerin bilinmesi,
- Yapıda kaç kişinin yaşadığı,
- Metabolizma etkinliği, Kullanıcı metabolik özellikleri, yaşı ve cinsiyeti
- Giysi Değerleri,
- Yapının gece ve gündüz kullanım süreleri,

- Gereken aydınlatma düzeyleri,
- Yapı kabuğuna bağlı iç yüzey sıcaklığına,
- Hava hareketlerine,
- Nem ve hava sıcaklığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Görsel konfor, iç mekanın işlevine uygun doğal ve yapay aydınlatmanın kullanıcılar tarafından hoşnutsuzluk yaratmaması ile sağlanabilir. Mekan içindeki aydınlatma doğal gün ışığına yakın olmalı, nesneleri belli edecek gölge ve yeterli kontrast yaratmalı, gözde kamaşmaya neden olmamalıdır. Bu durum, iç mekanda kullanılan malzemelerin yansıtma oranlarına dolayısıyla yüzey özelliklerine ve yapı kabuğundaki saydam alanların özelliklerine bağlıdır.

4.3 Yapının Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Hesaplanması

Örnek yapının, tasarım aslına uygun olarak enerji simülasyon programında modellenmesi ile gerçek çevresel ve fiziksel, iklimsel koşullar altında enerji harcamasının hesaplanmasıdır. Bu tez çalışmasında, örnek yapının enerji ihtiyacı Energy Plus hesaplama motoru kullanan Design Builder simülasyon programı aracılığıyla yapılacaktır.

Yapının enerji yüklerinin hesaplanmasında programda izlenecek 3 adım vardır:

1. Yapının Modellenmesi: Yapı geometrisi, programda bulunan yeni yapı ekleme, yüzey ekleme gibi modelleme araçları kullanılarak üç boyutlu hale getirilir. Yapıya ait, balkon döşemesi, saçak, kalkan duvar gibi dış yapı elemanları, 'dış blok', 'yapı bileşen bloğu' gibi çizim araçlarıyla oluşturulur. Programda modellenen yapı, bölücü yapı elemanları ile ayrılarak iç mekan hacimleri oluşturulur. Bu hacimler program tarafından ayrı 'zone'lar olarak tanımlanır. Program içindeki ölçeksel hiyerarşik düzen, zon, kat, bina ve arsa, coğrafik konum olarak devam eder.
2. Yapının Strüktürel ve Kullanım Özelliklerinin Belirlenmesi: Yapının biçimsel olarak modellenmesinin ardından iç mekan koşulları ile yapı elemanlarının seçimi, işletimi gibi bilgiler aşağıdaki sekmeler ve kategorilere göre düzenlenir:

- Etkinlik Sekmesi: Yapının işlevi, içinde yapılacak aktiviteler, kullanıcı yoğunluğu (m^2 başına düşen insan sayısı), metabolik özellikleri, giysilerin yalıtım değeri, yapının kullanım süresi, tatil günleri, sıcak su tüketimi, iç mekan sıcaklık sınır değeri, yapı içindeki elektrikli alet kullanımı seçilebilir.
 - Strüktür Sekmesi: Yapı kabuğunu oluşturan çatı, duvar, döşeme bileşenlerin malzemeleri, katlanılma durumu, kalınlığı ve buna bağlı U değeri, yapı kabuğu metrekare fiyatı belirlenebilir.
 - Açıklıklar Sekmesi: Saydam alanların boyutları ile yüzey özellikleri, doğrama kalınlığı ve malzemesi, kullanılan güneş denetleme yöntemleri ile bölücü elemanların özellikleri, kapı gövde malzemesi tanımlanabilir.
 - Aydınlatma Sekmesi: Her mekanda istenen düzeyde lüks değerleri tanımlanabilir, otomasyona bağlı kapatılacağı saatler seçilebilir. Ayrıca aydınlatmada kullanılan armatür tipi seçilebilir.
 - HVAC Sekmesi : Yapının genel mekanik havalandırma sistemi tanımlanabileceği gibi, mekanlarda ısıtma ve soğutma sistemlerinin kullanılıp kullanılmayacağına karar verilir. Isıtma ve soğutma için sınır değerler ile geri ısıtma-soğutma değerleri girilebilir.
 - Üretim Sekmesi: Bu seçenekte, fotovoltaik paneller, rüzgar tribünleri gibi yapıya entegre edilmesi istenen aktif sistemlerin denetimi sağlanmaktadır.
3. Enerji Simülasyon Çıktılarının Seçimi: Bu adım, modellenen, strüktürel ve iç mekan konfor özellikleri belirlenen yapıya ait enerji ihtiyacının belirlenmesi için yapı simülasyonun oluşturulduğu kısımdır.

Simülasyon sekmesi, yapının enerji harcamasının hesaplanacağı zaman periyodunun tanımlanması, hesaplamalara dahil edilecek veya hesaplamalarda hariç tutulacak enerji kaynaklarının seçimi ile alakalıdır.

Isıtma ve Soğutma Tasarımı sekmelerinde ise yapıya ait mekanlara göre ısıtma ve soğutma değerleri grafik ve tablo halinde elde edilebilmektedir.

Görselleştirme Sekmesi, yapıda kullanılan malzemeler ile yapının dış görünüşünün aktarıldığı kısımdır.

Ayrıca bu adımda, yapının karbon salınımı ile toplam maliyeti değerlendirilebilir.

İzlenen bu adımlar doğrultusunda yapıya ait ulaşılan sonuçlar, daha önce belirtilen düşük enerjili yapı standartlarına göre değerlendirilecektir. Buna göre yapının CEPHEUS sonuçlarına göre, kWh/m² cinsinden ısıtma ihtiyacının 30-70 kWh/m² aralığında olması, Dr. Wolfgang'ın çalışması referans alındığında ise yıllık toplam enerjisinin 120 kWh /m² değerinden düşük olması esas alınacaktır.

4.4 Yaklaşık Yapım Maliyetinin Hesaplanması

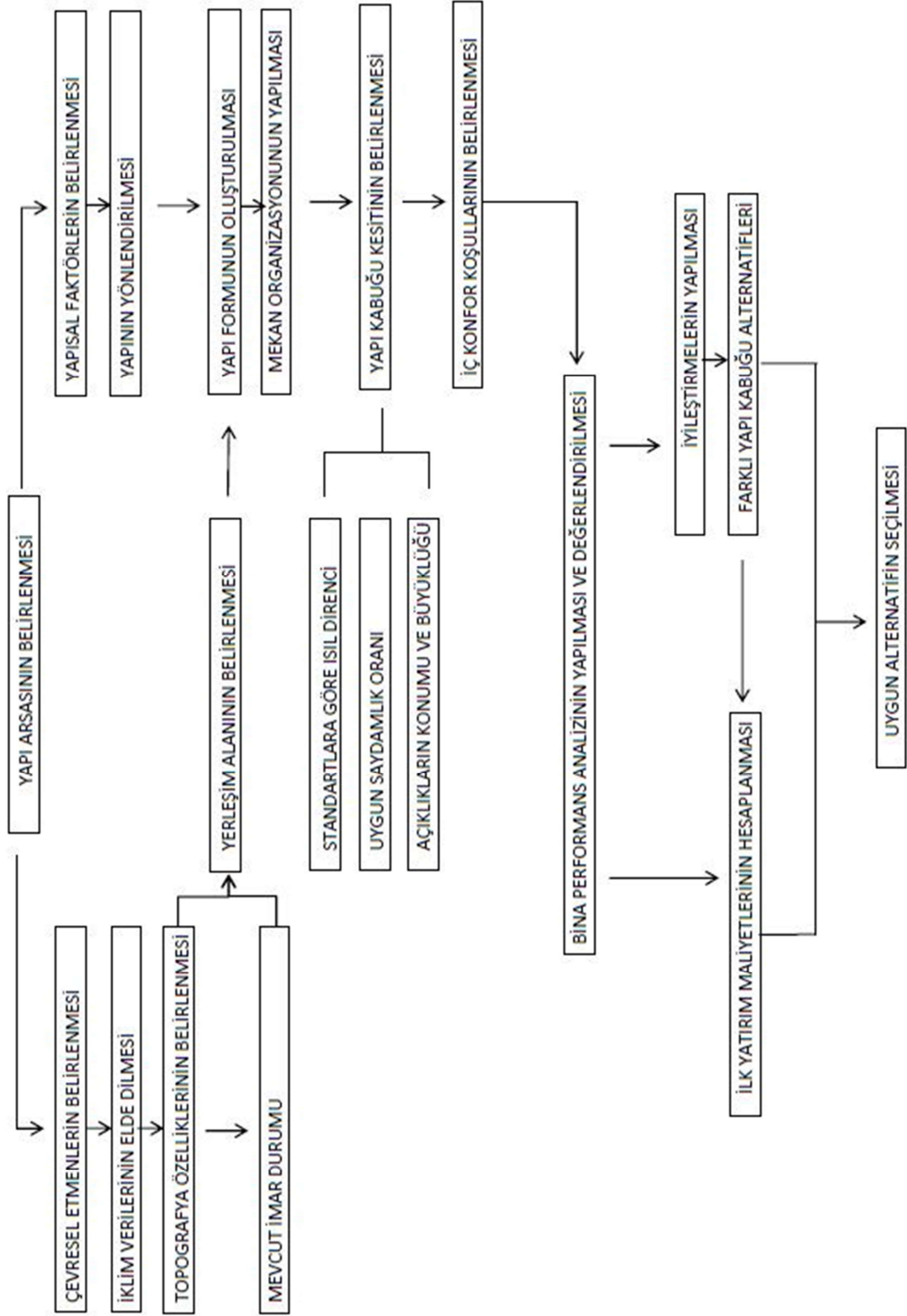
Yapının tasarım sürecinden kullanım sürecine kadar olan maliyeti, tasarım ve revizyon bedelleri, arsa düzenlenmesi ile malzeme tutarları, nakliye, işçilik, elektrik ve mekanik sistemler, belediye harçları, ruhsat bedellerinden oluşmaktadır. Yaklaşık yapım maliyetinin hesaplanması için, yapıda kullanılacak malzemelere önceden karar verilmiş, tedariki ve stoklanması gibi aşamalar düşünülmüş olmalıdır. Bunun yanı sıra şantiye süreç planlaması ve farklı ekiplerin koordinasyonu da maliyeti etkileyen unsurlardandır.

Bu tez çalışmasında, maliyet hesaplanmasının amacı aktif sistemler kullanmadan enerji etkin tasarım kararlarıyla düşük enerjili bir yapının ne kadar mal olacağını göstermek ve yerel girişimcilere teşvik sağlamaktır.

4.5 Hesaplama Sonuçlarının Karşılaştırılması

Belirlenen yaklaşım basamaklarının uygulandığı örnek yapı için hesaplanan maliyet ve enerji giderlerinin karşılaştırılarak doğru yapı kabuğu alternatifine karar verilmelidir. Doğru alternatif için, enerji/maliyet bağıntısı sonucu, enerji başına harcanan yatırım maliyeti düşük olması gerekir. Ancak, bu çalışmada olduğu gibi düşük metrekarelerdeki yapılar için maliyet ve enerji farkı az olabilir. Yapının enerji ihtiyacını düşürmek için yapılan iyileştirme harcamalarının, geri dönüş süresi fazla olabilir. Bu nedenle, en düşük performansı gösteren seçenek referans alınarak, diğer alternatiflerde yatırım maliyeti farkına karşın yaptığı enerji tasarrufunun parasal değerine göre amortisman süresine de bakılacaktır.

Özet olarak, yaklaşım yönteminde izlenecek adımlar aşağıdaki diyagrama aktarılmıştır.



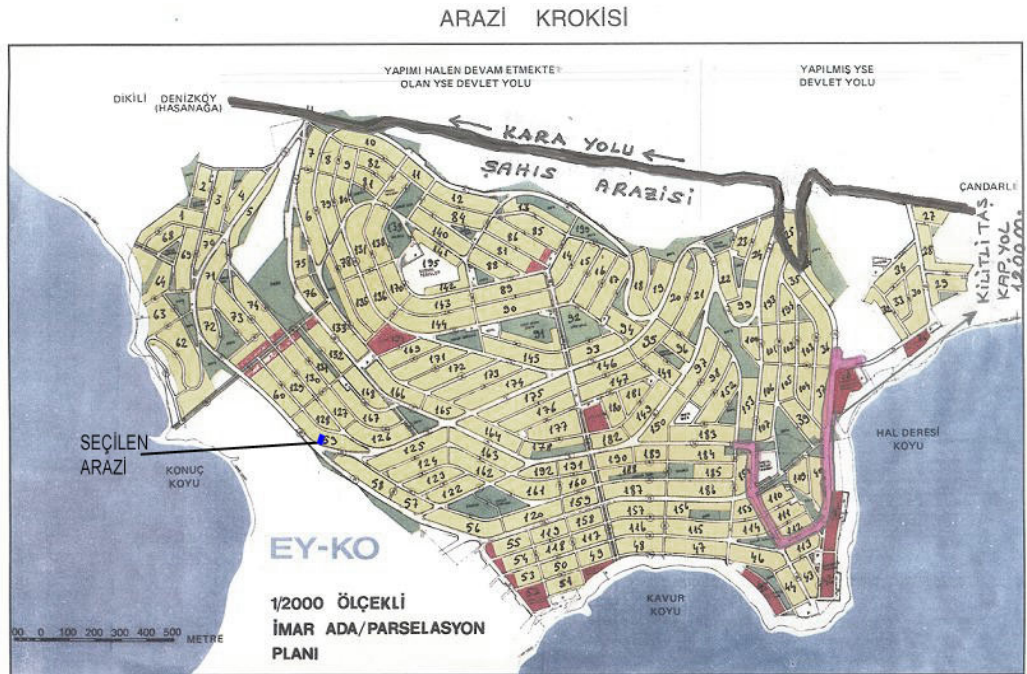
Şekil 4. 1 Yaklaşım Yöntemi Basamaklarının Uygulama Diyagramı

DÜŞÜK ENERJİLİ KONUT TASARIMINA YÖNELİK YAKLAŞIMIN UYGULAMA ÖRNEĞİ

5.1 Çevreye Ait Veriler

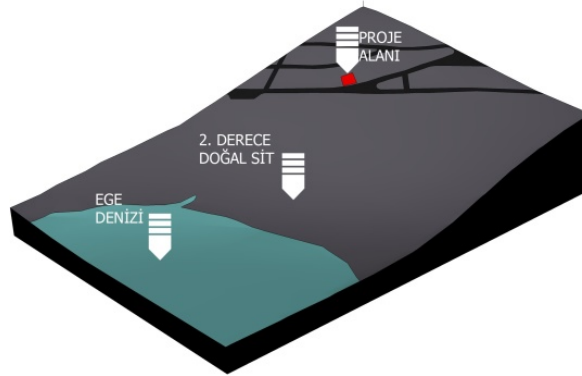
5.1.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi

Bu tez çalışmasında yapı arsası olarak Dikili ilçesi Çandarlı mevki Denizköy Mahallesi'nde yer alan Eyko Yapı Kooperatifi bünyesinde 59 Ada 26 Parsel seçilmiştir.



Şekil 5. 1 Eyko Arazisi Kroki görünümü [35]

Yapı arsası ile 2.derece doğal sit alanı olarak kabul edilen bölüm ana yolla birbirinden ayrılmaktadır. Araziye ulaşım arka ve yan taraflarındaki komşu parseller nedeniyle ancak ön taraftaki ana yoldan sağlanmaktadır.



Şekil 5. 2 Arazi Konumu

5.1.2 İklim Verilerinin Elde Edilmesi

Tasarım alanının bulunduğu Çandarlı İlçesinin bağlı olduğu Dikili Meteoroloji Ölçüm Merkezinden iklimsel veriler elde edilmiş ve tasarımda göz önüne alınmıştır. Buna göre, Çandarlı 'da aylık sıcaklık ortalaması yaz aylarında 26 C dereceyken kış aylarında bu değer 10,6 C dereceye düşmektedir. Ortalama rüzgar hızı 2,3 m/sn olarak gözlemlenmektedir. İklim tipine ait güneşlenme süresi, sıcaklık, rüzgar, nem gibi faktörler ekte sunulmuştur. [EK.1]

Yapının yıllık enerji ihtiyacının hesaplanacağı Design Builder enerji simülasyon programında iklim bölgesi veritabanında mevcut olup seçimi kaydedilmiştir.

5.1.3 Arazinin Topografik Yapısı ve Bitki Örtüsü

Yapı arsası ortalama 23 metre uzunluğunda, 18 metre genişliğinde olup, en alt noktası ile üst noktası arasında toplam 7 metrelik kot farkına sahiptir. Buna göre, yapı yerleşimi düşünülürken arazinin kot farkından maksimum ölçüde yararlanılması hedeflenmiştir. Bu durumda, yapı içinde de kot farkı yaratılarak, yaşama mekanı ile giriş kısmı arasında merdiven çözümü ile hafriyat azaltılmıştır. Zeminin oturduğu kot ile arazi arasında otopark çözümü geliştirilmiştir.

İzmir'in genel olarak fundalık, fıstıkçam, karaçam ve makinin bulunduğu bitki örtüsü arazide maki çalılığı olarak kendini göstermektedir. Arsada yetişmiş çok yıllık odunsu bitki bulunmaması yapının yer seçimi ve formuyla ilgili kararlar üzerinde kısıtlayıcı etkiyi ortadan kaldırmıştır.

5.1.4 Mevcut Yapılı Çevre ve İmar Durumu

Arazi henüz tüm gerekli altyapıların tamamlanmaması nedeniyle düşük yoğunluklu yerleşime sahip olup, parselizasyon yoluyla sahiplendirilmiş arsalardan oluşmaktadır.

Tasarımda yasal yükümlülöklere bağılı sınırlandırıcı bir etken olan imar durumu bu tasarım arazisi için Dikili Belediyesi'nden elde edilmiştir. [EK.2] Buna göre;

Arsa Alanı :447 m²

KAKS: 0,15

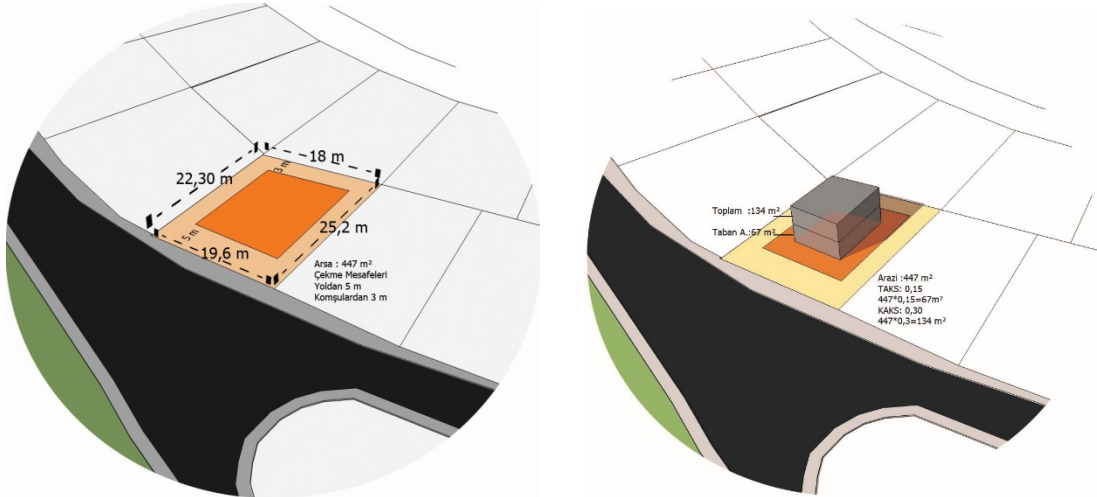
Oturum alanı: $447 \times 0,15 = 67,05 \text{ m}^2$

TAKS: 0,30

Toplam İnşaat Alanı: $447 \times 0,30 = 134,10 \text{ m}^2$

olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca şekilde görüldüğü gibi arsanın çekme mesafesi ana yoldan 5 metre, komşu arazilerden ise 3 metredir.



Şekil 5. 3 Arsa çekme mesafeleri ve Taks Kaks gösterimi

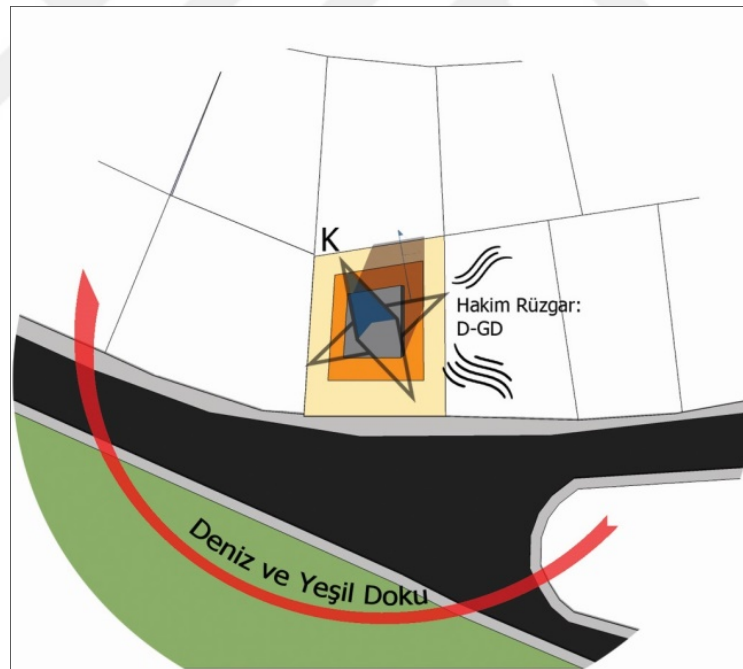
Tasarım alanının çevresinde hali hazırda yapılacak yapıya engel ya da set teşkil edecek bir yapı bulunmamakla birlikte daha önce bahsedilen doğal sit alanına komşu olması ve bu alanın ileride de inşaya açık olmaması güney cephesinin tamamen açık konuma

getirmektedir. Buna ek olarak oldukça eğimli olan çandarlı kıyılarının neden olduğu kot farkı ve imar kurallarının 2 kat yüksekliği ile yapıları sınırlandırması ve çekme mesafelerinin varlığı ile gölgelenme durumunun ihmal edilebilir düzeyde olduğu kabul edilmiştir.

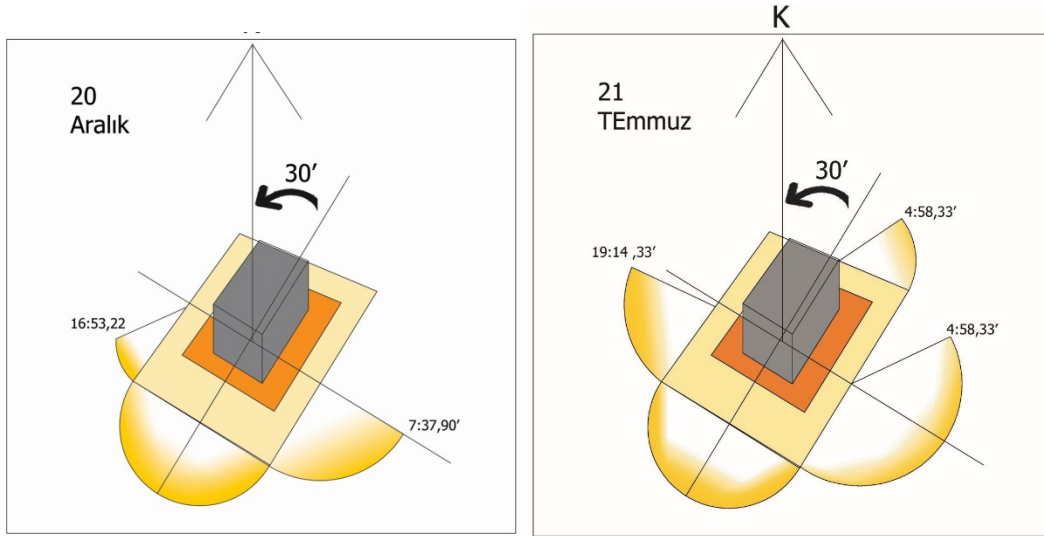
5.2 Yapıya İlişkin Veriler

5.2.1 Yapının Konumu ve Doğru Yönlendirilmesi

Uygulama örneği olan yapı arsası, düşük yoğunluklu bir yerleşim ölçeğinde sıcak - nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Yapının arazi üzerindeki konumu termal kuşağa, eğimine ve arsanın baktığı yöne göre oluşturulmuştur. Uygun yönleme için yapı cephelerinin güneşlenme analizleri yapılmıştır. İç mekanlara ve yapı kabuğu yüzeylerinin güneşlenme durumuna göre en uygun konum belirlenmiştir. Manzara ve deniz yönü ile hakim rüzgar da göz önüne alınmıştır.

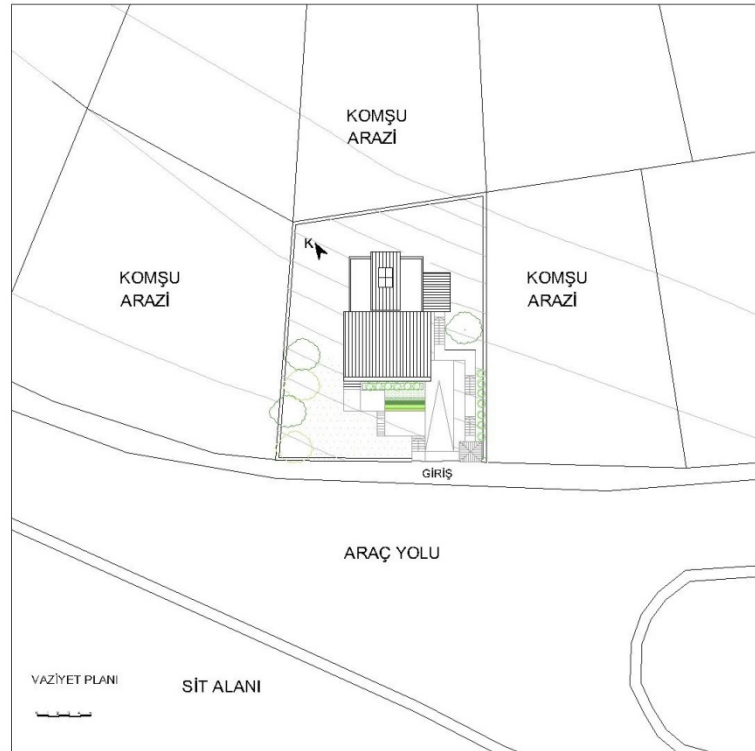


Şekil 5. 4 Hakim Rüzgar ve Manzara Yönü



Şekil 5. 5 20 Aralık ve 21 Temmuz Arazi güneşlenme süreleri

Yapı tamamen güneye yönlendirildiğinde imar sınırları içerisinde, araziyle uyumlu bir kütle elde edilememektedir. Eğimin doğrultusu nedeniyle iç mekan organizasyonunun etkilenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle; arazi çeperlerine uyumlu tasarımda kabul edilebilir yönlenme sınırları içerisinde ana cephe 30° güneybatıya yönlendirilecek biçimde aşağıdaki gibi konumlandırılmıştır.



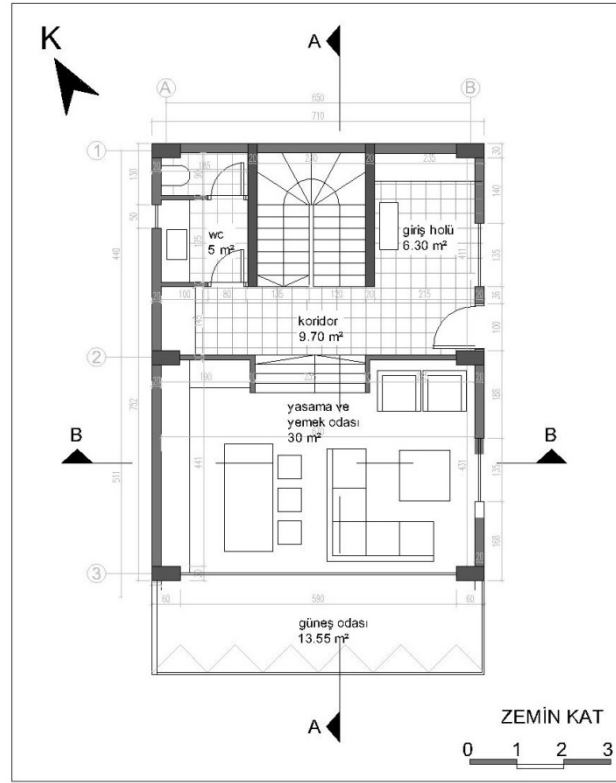
Şekil 5. 6 Vaziyet Planı

5.2.2 Uygun Yapı Biçiminin Belirlenmesi

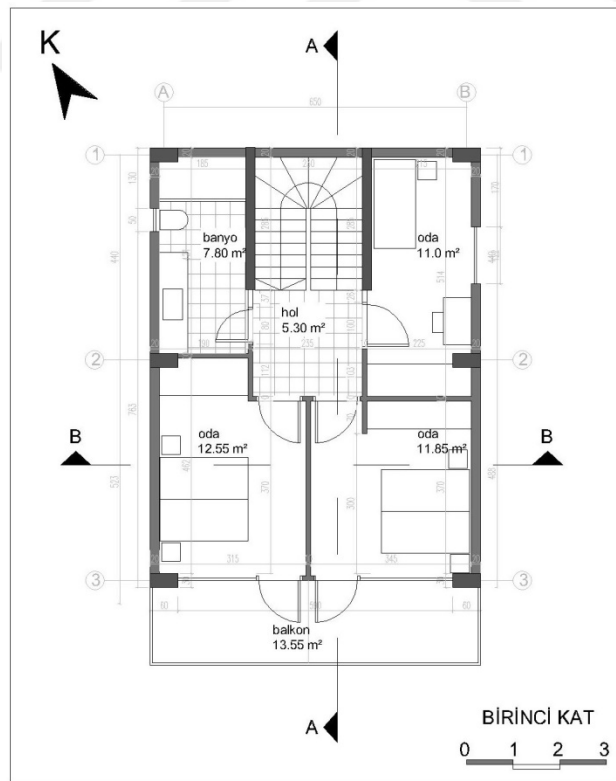
Yapı, dış yüzey alanının küçültülerek ısı kazançlarının azaltılması için iki katlı kompakt dikdörtgen formunda tasarlanmıştır. Yapının boyutları kuzeydoğu güneybatı yönünde 9.50 metre uzunluğunda 7.10 metre genişliğindedir. Yapıda, zemin katta yaşama ve yemek mekanı ile giriş, merdiven ve ıslak hacmin bulunduğu mahaller arasında kot farkı yaratılarak yapının zemine minimum etkiyle oturtulması amaçlanmıştır. Yapı zemin katta giriş kısmında 3 metre, yaşama mekanında kot farkı nedeniyle 4 metre yüksekliğe sahiptir.

5.2.3 Mekansal Organizasyonun Oluşturulması

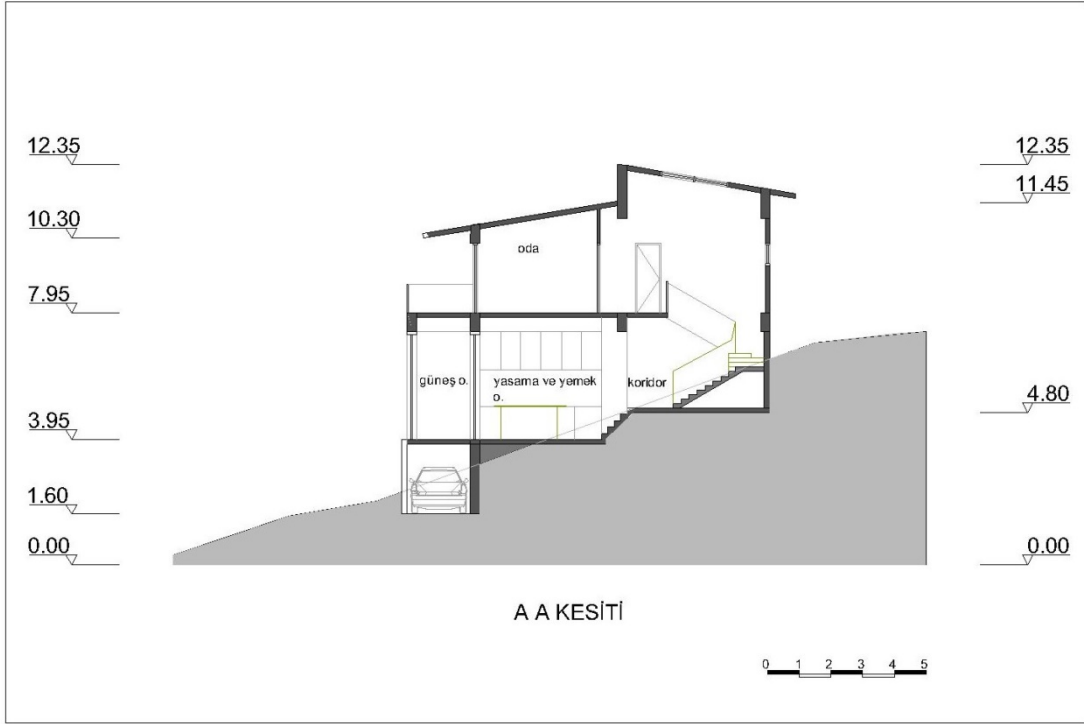
Yapıda ısıtmaya ihtiyaç duyulmayan ıslak hacim ile sirkülasyon alanı merdiven kuzeyde konumlandırılarak tampon oluşturulması sağlanmış, güneşten maksimum yararlanabilmek için kullanıcıların daha fazla vakit geçirdiği ve ısıtmaya ihtiyaç duyulan yaşama, yemek mahalleri ile üst katta yatak odaları güney- güneybatı yönüne yönlendirilmiştir. Merdiven kovanının, yapı kütesinin orta aksında konumlandırılarak baca etkisiyle doğal havalandırmaya katkıda bulunması istenmiştir. Kış aylarında evin ısıtmasına katkıda bulunacak güneş odası evin ön cephesi güney-güneybatıda konumlandırılmıştır. Yaz sürecinde bu mekanın açılabilen sistemi sayesinde teras olarak kullanılması düşünülmüştür. Batı tarafındaki sabit duvar ve üst katın balkon döşemesi yaz aylarında saydam yüzeylerin gölgelenmesini sağlamaktadır. Tasarlanan plan tipleri ve kesitler aşağıda verilmiştir. [EK.3]



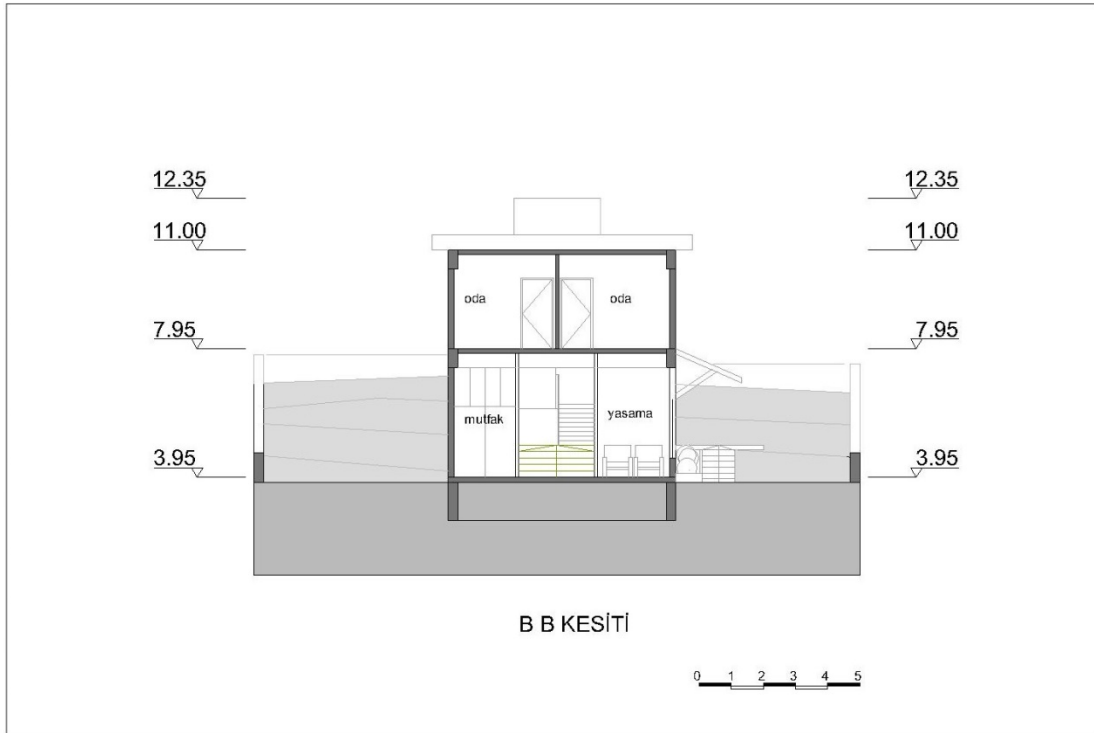
Şekil 5. 7 Zemin Kat Planı



Şekil 5. 8 Birinci Kat Planı



Şekil 5. 9 A-A Kesiti

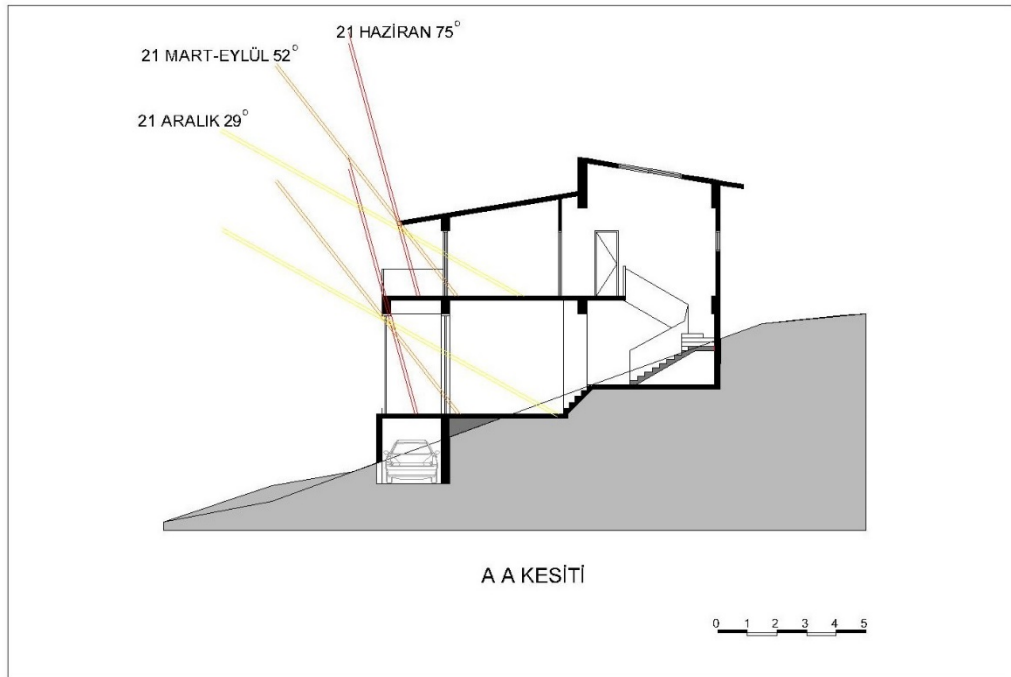


Şekil 5. 10 B-B Kesiti

5.2.4 Yapı Kabuğu Kesitinin Belirlenmesi

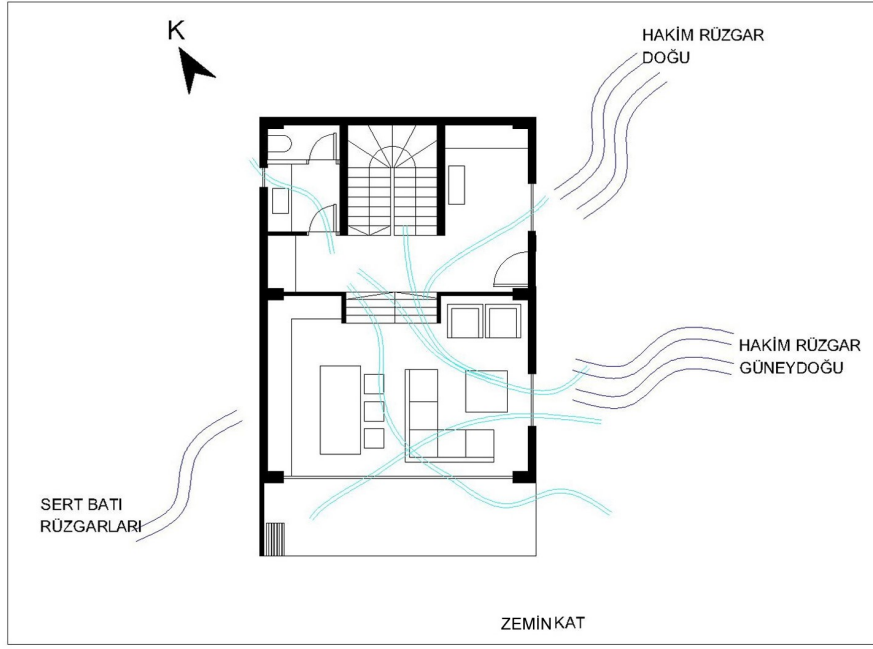
Bu adımda yapıkabuğunu oluşturan döşeme, duvar ve çatı kesitine karar verilirken çatının şekli, cephede yer alan açıklıklar ile doluluk boşluk oranı etüd edilmiştir.

Yaşam alanlarının güneşten maksimum derecede yararlanması ve doğal aydınlatma ile ısıtma sağlanması amacıyla ön cephede geniş açıklıklara yer verilmiştir. Kışın kapalı, yazın açık teras olarak kullanılacak güneş odası ile dolaylı pasif bir yöntemle güneşten yararlanılması düşünülmüştür. Yazın, üst katta çatı saçağının, alt katta ise balkon döşemesinin güneş kiran olarak çalışmasıyla mekanlara gölgeleme sağlanmıştır.

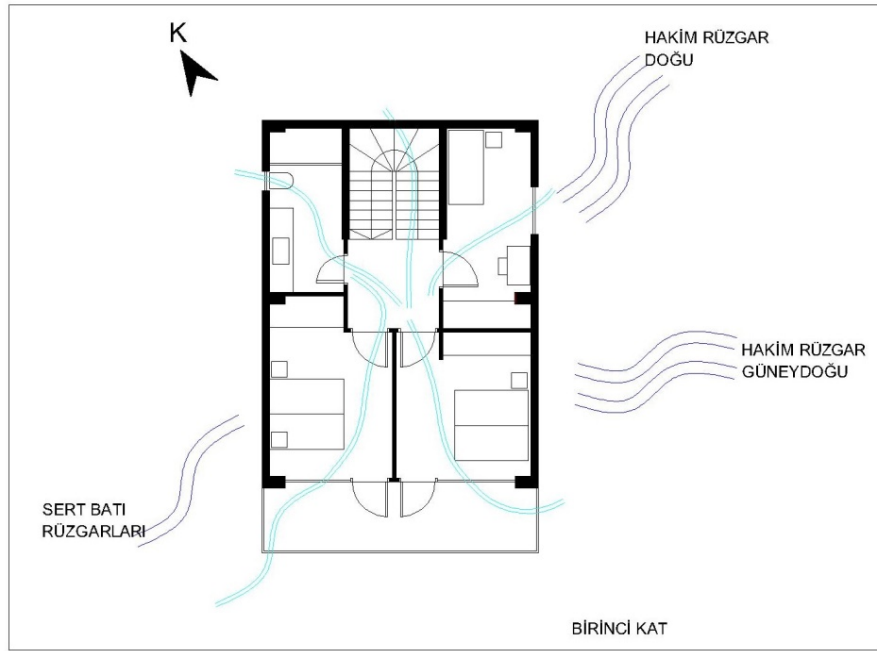


Şekil 5. 11 Yapı Kabuğunda Güneş Denetimi

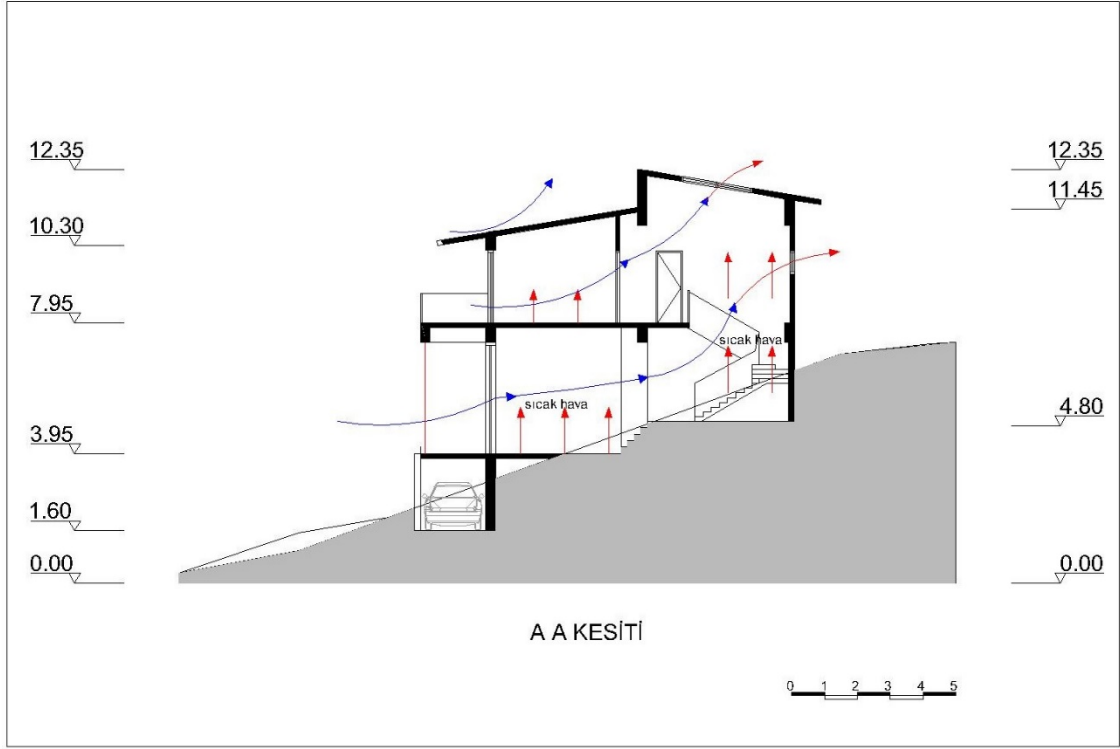
Yapı kabuğunda rüzgarın nemli yerleşimlerde istenen serintletici etkisinden yararlanarak mekanlar içinde doğal havalandırmanın sağlanması amaçlanmıştır. Buna göre yapı kabuğunda yapılan açıklıklar hakim rüzgar yönünde ve mekan içerisinde çapraz havalandırmaya olanak verecek şekilde konumlandırılmıştır. Merdiven kovanının emici baca etkisiyle mekan içerisinde ısınarak yükselen havanın rüzgarla mekan dışına atılması yöntemiyle doğal havalandırma sağlanmıştır.



Şekil 5. 12 Zemin kat mekanların doğal havalandırma prensibi



Şekil 5. 13 1. Kat mekanların doğal havalandırma prensibi



Şekil 5. 14 Yapı Kabuğunda Rüzgardan Faydalanma, Doğal Havalandırma

Yapı kabuğunun enerji performansını etkileyen unsurlar bu tez çalışmasında aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Toplam Isı Geçirme Katsayısı (U değeri) : Uygulama örneğinde yapı kabuğu U değeri 1. İklim Bölgesine dahil olan İzmir ili için TS 825 'te verilen; duvar alanlarında $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ sınır değerin altında tutulmuş, iyileştirmeler yapılmıştır.
- Saydamlık Oranı: Yapıya ait cephelerin saydamlık oranı aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5. 1 Yapının cephelere göre saydamlık oranı

Cephelere Göre Saydamlık Oranı (%)				
KD Cephesi	GD Cephesi	GB Cephesi	KB Cephesi	Toplam
3,22	19,59	75,59	1,88	22,48

- Opak ve Saydam Alanların Yutuculuk Değeri: Duvar alanları çimento esaslı dış cephe sıva kaplaması olup açık renkli kabul edilmiştir.

Yapı Kabuğu Kombinasyonlarının Geliştirilmesi:

Farklı yapı kabuğu alternatiflerinin geliştirilmesi ve karşılaştırılması sonucu en uygun alternatifin seçilmesi amaçlanmıştır. Buna göre;

1. Saydam Alanların Seçimi: Oluşturulacak yapı kabuğu seçenekleri saydam alanlarda günümüzde en sık kullanılan standart hale gelmiş çift cam ile low-e kaplamalı çift cam olarak aşağıdaki çizelgede özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5. 2 Yapı kabuğu saydam alan seçimleri

Pencere Tipi	Cam Tipi	Kalınlık d	U (w/m ² K)	Br. Fiyat TL/m ²
Ahşap doğramalı çift cam pencere	Clear	4+16+4 mm (hava boşluklu)	2.71	78.13
Ahşap doğramalı çift cam pencere	Low-e	4+16+4 mm (hava boşluklu)	1.825	86.65

2. Opak Alanların Seçimi: Ana gövde malzeme seçiminde, piyasada yaygın olarak kullanılması, yapı arsasına tedarikinin kolay olması göz önüne alınarak yatay delikli tuğla, W sınıfı düşey delikli tuğla ile gaz beton blokları kullanılmıştır.

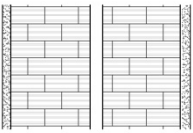
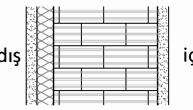
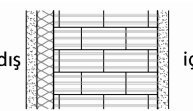
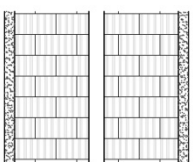
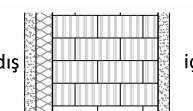
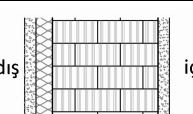
Çizelge 5. 3 Yapı Kabuğu Alternatifi Malzeme Listesi

Opak Alanlarda;	Yalıtım Alanlarında;	Saydam Alanlarda;
• Yatay Delikli Tuğla • Düşek Delikli Tuğla • Gaz Beton	• Hava boşluğu • XPS yalıtım Levhaları	• Çift Cam • Low-e Çift Cam

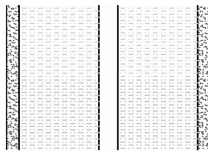
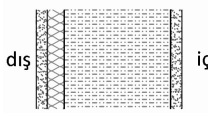
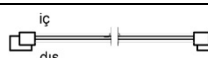
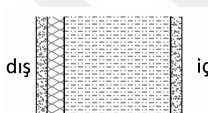
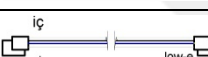
Yapı kabuğu kesitinin U değeri olarak TS 825'te belirtilen değer, 0,7 W/m²K üst sınır kabul edilmiştir. Bu değer giderek iyileştirilmesi esas olup, çizelgede metrekare fiyatı belirtilerek maliyet etkinliği de kıyaslanmıştır. Buna göre öncelikle yalıtım malzemesi kullanılmadan çift duvar yapı elemanı ile üst sınır değer sağlanmıştır. Daha sonra yalıtım malzemesi ve kalınlığı sabit tutularak, ana gövde elemanlarının farklılaşmasıyla alternatifler geliştirilmiştir.

Üç farklı ana gövde elemanının kullanıldığı yapı kabuğu seçenekleri, yalıtımsız hava boşluklu çift duvar ile yalıtımlı çift cam ve yalıtımlı low e kaplamalı çift cam kombinasyonları ile toplam 9 farklı alternatif oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 4 Yapı Kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri

YAPI KABUĞU ALTERNATİFLERİ								
Kesit	Bileşen	Mazeme	d (m)	kg/m³	W/mk	U (W/m²K)	br. Fiyat (TL)	tutar (TL)
ALTERNATİF 01 (A.01)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.663	26.19	114.77
		Yatay Delikli Tuğla	0.19	700	0.36		35.74	
		Hava boşluğu	0.03					
		Yatay Delikli Tuğla	0.19	700	0.36		35.74	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm düz cam			2.71	78.13	78.13
ALTERNATİF 02 (A.02)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.571	26.19	120.81
		Extrüde Polistren Yalıtım	0.03	30	0.03		41.78	
		Yatay Delikli Tuğla	0.19	700	0.36		35.74	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm düz cam			2.71	78.13	78.13
ALTERNATİF 03 (A.03)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.571	26.19	120.81
		Extrüde Polistren Yalıtım	0.03	30	0.03		41.78	
		Yatay Delikli Tuğla	0.19	700	0.36		35.74	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm low-e cam			1.83	86.65	86.65
ALTERNATİF 04 (A.04)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.545	26.19	115.41
		W snf düşey delikli tuğla	0.145	700	0.21		36.06	
		Hava boşluğu	0.03					
		W snf düşey delikli tuğla	0.145	700	0.21		36.06	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm düz cam			2,71	78.13	78.13
ALTERNATİF 05 (A.05)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.47	26.19	126.87
		Extrüde Polistren Yalıtım	0.03	30	0.03		41.78	
		W snf düşey delikli tuğla	0.19	700	0.21		41.8	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm düz cam			2,71	78.13	78.13
ALTERNATİF 06 (A.06)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.47	26.19	126.87
		Extrüde Polistren Yalıtım	0.03	30	0.03		41.78	
		W snf düşey delikli tuğla	0.19	700	0.21		41.8	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm low-e cam			1,825	86.65	86.65

Çizelge 5. 4 Yapı Kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri (devamı)

ALTERNATİF 07 (A.07)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.421	26.19	118.39
		Gaz Beton Blokları	0.125	400	0.13		37.55	
		Hava boşluğu	0.03					
		Gaz Beton Blokları	0.125	400	0.13		37.55	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm düz cam			2.71	78.13	78.13
ALTERNATİF 08 (A.08)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.372	26.19	136.07
		Extrüde Polistren Yalıtım	0.03	30	0.03		41.78	
		Gaz Beton Blokları	0.19	400	0.13		51	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm düz cam			2.71	78.13	78.13
ALTERNATİF 09 (A.09)								
	Duvar	Çimento Esaslı Dış Sıva	0.02	1800	1.4	0.372	26.19	136.07
		Extrüde Polistren Yalıtım	0.03	30	0.03		41.78	
		Gaz Beton Blokları	0.19	400	0.13		51	
		Alçı Sıva	0.02	2000	0.51		17.1	
	Saydam	Ahşap doğramalı çift cam	4+16 (hava)+4 mm low-e cam			1.825	86.65	86.65

5.2.5 İç Konfor Koşullarının Belirlenmesi

İç mekanlarda oluşan konfor durumunu etkileyen metabolizma hızı, aktivite, insan yoğunluğu gibi parametreler Design Builder programında çizelgede belirtildiği değerler üzerinden tanımlanmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen aktiviteye göre küçük elektrikli ev aletlerinin çalıştırılıp çalıştırılmayacağı seçilmiş, mekan için gerekli minimum aydınlatma değerleri lüks olarak girilmiştir.

Çizelge 5. 5 Simülasyon programında yapılan seçimler

Etkinlik Sekmesi	
Yapının İşlevi	Konut
İklimlendirilen Net Alan	103,51 m ²
Kullanıcı Yoğunluğu	0.03/m ²
Metabolizma Hızı	0.9
Giyisi Değerleri	Yazlık : 0.50 clo Kışlık : 1.00 clo
Kullanım Süresi	00.00-24.00 saat
Tatil Günleri Sayısı	14 gün
Aydınlatma Değeri	300 lüks

Çizelge 5. 5 Simülasyon programındayapılan seçimler (devamı)

HVAC Sekmesi	
Mekanik Havalandırma	Kapalı-Doğal Havalandırma
Isıtma:	Açık
Yakıt Tipi	Doğal Gaz
Isıtma Değerleri	20 C° 12 C° geri ısıtma sınır değeri
Sıcak Su Kullanım Limiti	0.85 CoP
Su Isıtma Değeri	65 C °
Soğutma	Açık (WC'lerde kapalı)
Yakıt Tipi	Elektrik (kW)
Soğutma Değerleri	26 C° 28 C° geri soğutma sınır değeri

5.3 Yapının Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Hesaplanması

Örnek uygulamanın enerji ihtiyaçlarının belirlenmesi için Design Builder programında aşağıdaki adımlar uygulanmıştır.

1. Yapının Modellenmesi: Yapının ön cephesinde güneşten ısıtma için yararlanmak amacıyla bir güneş odası tasarlanmıştır. Kış aylarında kapalı durumda evin ısıtma yüklerine katkıda bulunurken yazın açık bir şekilde teras olarak kullanılacaktır. Bu nedenle yapının güneş odalı ve güneş odası açık durumda iki ayrı modeli oluşturulmuştur. [EK.4]
2. Yapıya ait Strüktürel ve İç Mekan Konfor Özelliklerinin Tanımlanması: Yapının bulunduğu konum İzmir, Dikili olarak programda seçilirken, otomatik olarak rakımı, enlem ve boylamı ile iklimsel verileri program tarafından atanmıştır. Uygulamanın strüktürel özellikleri belirlenen yapı kabuğu alternatifleri doğrultusunda tanımlanmıştır. İç mekan konfor koşulları önceki bölümde verilen çizelgedeki gibi kaydedilmiştir.
3. Simülasyon Çıktıları: Programda yapıya ait ısıtma ve soğutma yükleri ile yıllık toplam enerji ihtiyacı yapı kabuğu alternatiflerine göre aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5. 6 Yapı kabuğu alternatiflerine göre enerji analizi

Yapı Kabuğu Alternatifleri	Isıtma (kWh/m ²)	Soğutma (kWh/m ²)	Total (kWh/m ²)
Alternatif 01 (A.01)	56.41	42.96	128.52
Alternatif 02 (A.02)	54.82	27.15	110.28
Alternatif 03 (A.03)	56.79	22.31	107.4
Alternatif 04 (A.04)	55.04	29.29	113.12
Alternatif 05 (A.05)	52.14	27.11	107.55
Alternatif 06 (A.06)	53.36	22.21	103.87
Alternatif 07 (A.07)	51.26	29.29	109.31
Alternatif 08 (A.08)	49.67	27.76	105.72
Alternatif 09 (A.09)	51.53	22.63	102.46

5.4 Yaklaşık Yapım Maliyetinin Hesaplanması

Yapılan malzeme seçimleri ve metraj çalışmalarının sonunda yapının, çevre düzenlemesi, resmi kuruluşlarca istenilen harçlar, ruhsat gibi giderler ile proje bedelleri hariç tutularak bir maliyeti çıkarılmıştır. Fiyatlandırma, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının inşaat için birim fiyat listesinden yapılmıştır. [36] Metrajların artıp azalabileceği gibi, birim fiyatların özel piyasalarda değişiklik göstereceği unutulmamalıdır.

Çizelge 5. 7 Yapı kabuğu alternatiflerinin yaklaşık yapım maliyeti

YAPI KABUĞU ALTERNATİFLERİ	Maliyet (TL)
Alternatif 01 (A.01)	104987.54
Alternatif 02 (A.02)	106292.66
Alternatif 03 (A.03)	106869.04
Alternatif 04 (A.04)	105125.83
Alternatif 05 (A.05)	107602.11
Alternatif 06 (A.06)	108178.49
Alternatif 07 (A.07)	105769.75
Alternatif 07 (A.08)	109590.04
Alternatif 07 (A.09)	110166.42

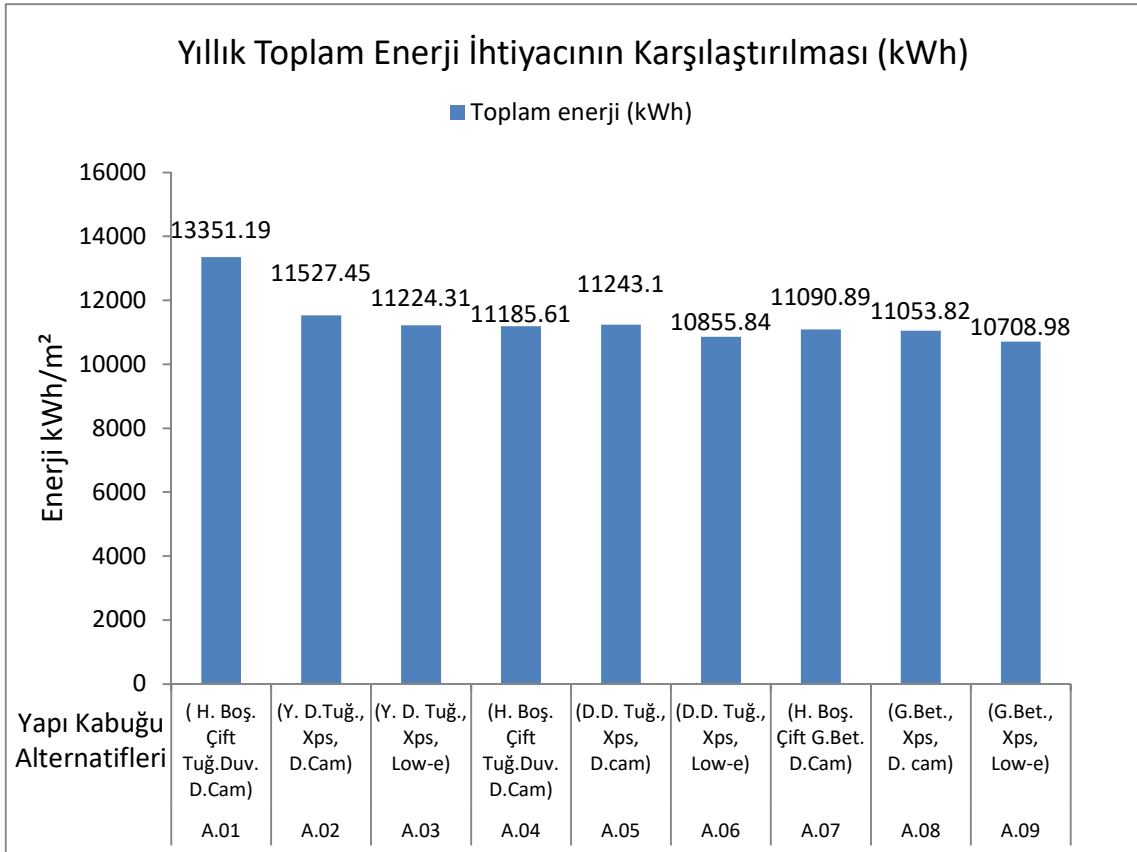
5.5 Hesaplama Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu aşamada örnek yapının, belirtilen yaklaşım doğrultusunda oluşturulan alternatiflere göre ısıtma ve soğutma ihtiyaçları ile enerji – maliyet hesaplamaları karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5. 8 Yapı kabuğu alternatiflerinin U değeri, enerji ve maliyet tablosu

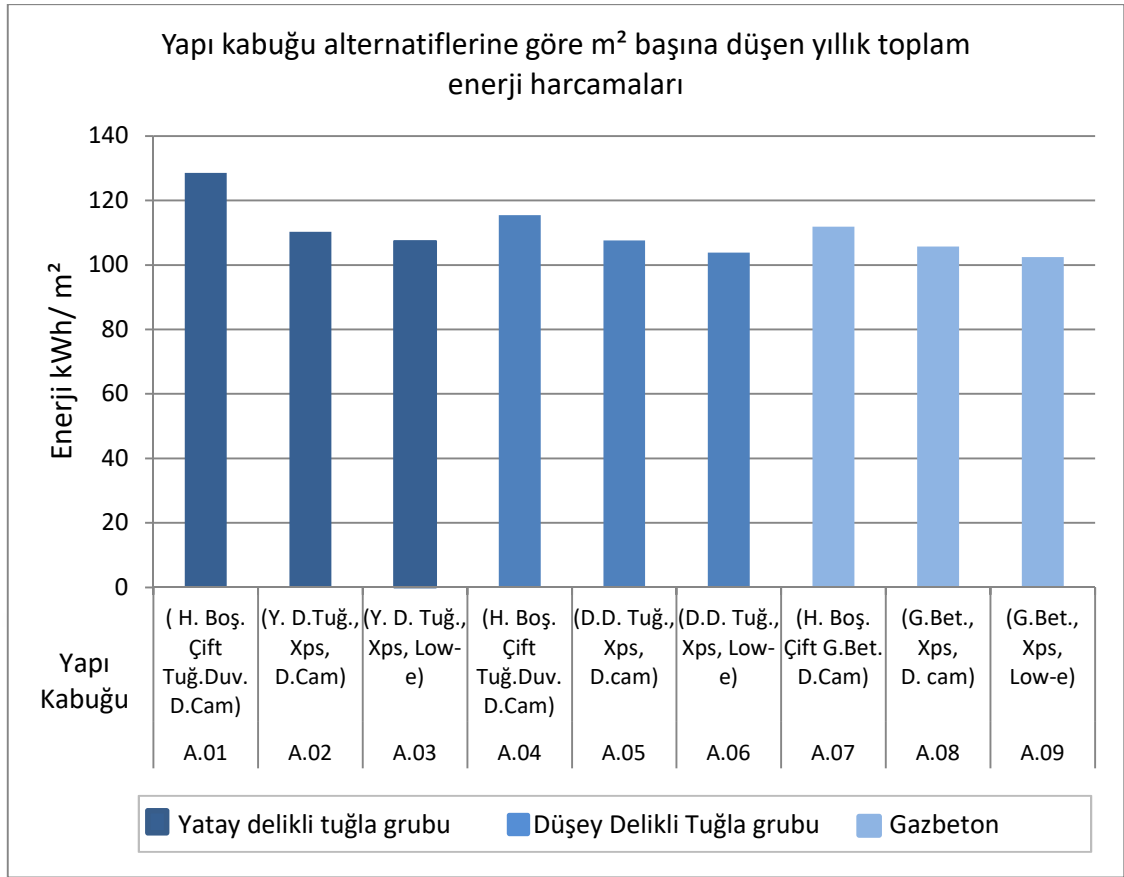
Yapı kabukları	U değeri (opak/saydam) (W/m ² K)	Isıtma (kWh/m ²)	Soğutma (kWh/m ²)	Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Toplamı (kWh/m ²)	total enerji (kWh)	Toplam Maliyet (TL)
A.01	0.663 / 2.71	56.41	42.96	99.37	13351.19	104987.54
A.02	0.571 / 2.71	54.82	27.15	81.97	11527.45	106292.66
A.03	0.571 / 1.825	56.79	22.31	79.1	11224.31	106869.04
A.04	0.545 / 2.72	54.88	31.74	86.62	11185.61	105125.83
A.05	0.47 / 2.71	52.14	27.11	79.25	11243.1	107602.11
A.06	0.47 / 1.825	53.36	22.21	75.57	10855.84	108178.49
A.07	0.421 / 2.71	51.26	29.29	80.55	11090.89	105769.75
A.08	0.372 / 2.71	49.67	27.76	77.43	11053.82	109590.04
A.09	0.372 / 1.825	51.53	22.63	74.16	10708.98	110166.42

Hava boşluklu çift tuğla duvar kullanılan A.01, toplam enerji harcaması en yüksek olan fakat en düşük yapım maliyetli alternatiftir. A.09 en az enerji gereksinimi olan fakat maliyeti en yüksek alternatiftir. A.06 enerji harcaması açısından A.09 ile en yakın performansı gösteren ve daha düşük maliyetli seçenektir. Tabloda bir başka göze çarpan çıkarım ise, birbirine yakın performans gösteren A.03 ile A.05 maliyet açısından da birbirine yakinken, A.07 ile A.08 arasında A.07 daha düşük maliyetli olup daha cazip görünmektedir. Ancak, değerler arasındaki farkın az olması nedeniyle enerji/maliyet bağıntısı kullanılarak yapı kabuğu kombinasyonları ileride değerlendirilecektir.



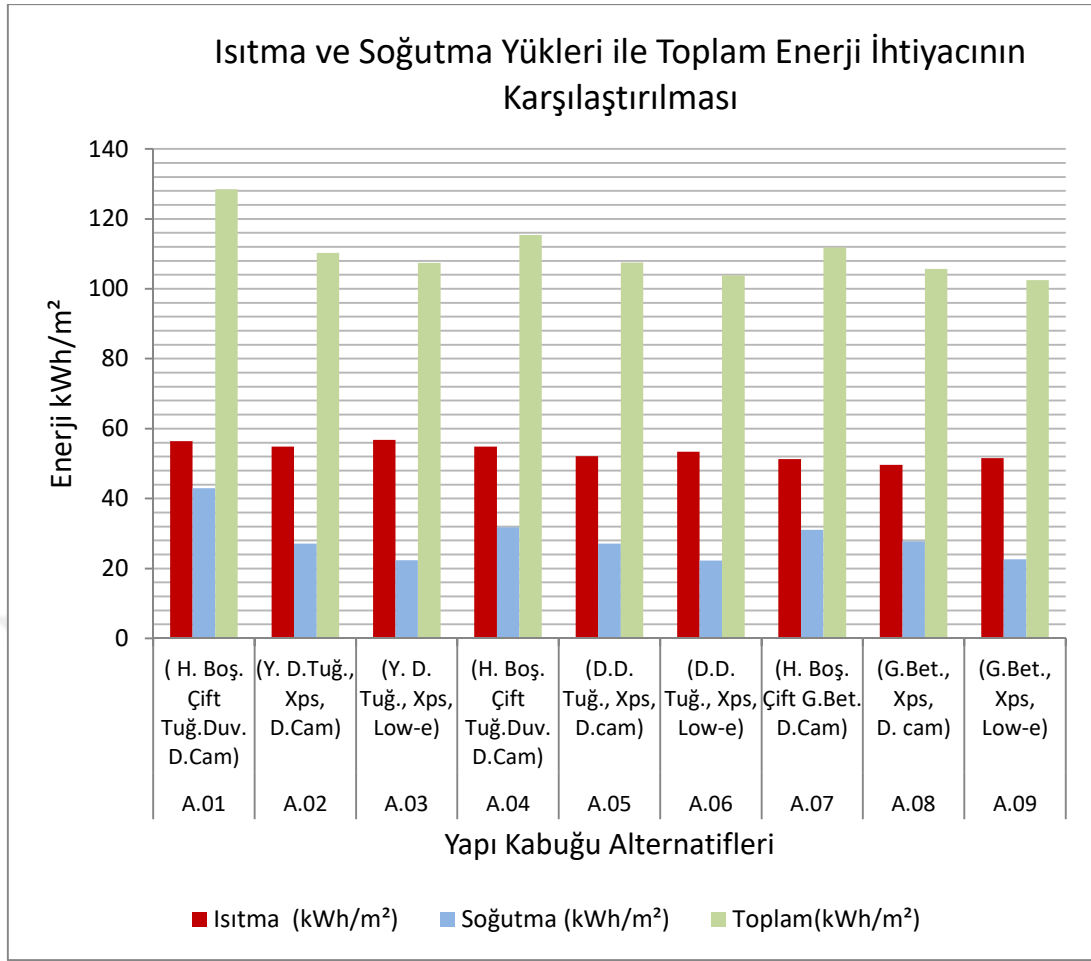
Şekil 5. 15 Yıllık toplam enerji ihtiyacının karşılaştırılması

Yıllık toplam enerji yükü grafik üzerinden irdelendiğinde, düz çift cam kullanılan A.01, A.04, A.07 ile A.02, A.05, A.08 seçeneklerinde opak alanların U değerinin iyileştirilmesiyle (düşük u değerli malzeme kullanımı veya duvar kesitinde yalıtım uygulaması ile) toplam enerji harcaması azalır. Bir diğer çıkarım ise, yapı kabuğu alternatiflerinin low-e kaplamalı cam kullanıldığında, düz çift cam kullanılan alternatiflerine göre toplam enerjisinin düşmesidir. Yapı kabuğunda yapılan iyileştirmeler kendi içinde kıyaslandığında ise yatay delikli tuğla kullanılan A.01- A.02- A.03 için duvarlarda yalıtım yapılması, diğer alternatiflerde ise low-e kaplamalı cam kullanarak yapılan iyileştirmeler daha fazla enerji korunumu sağlamıştır. Isıtma ve soğutma yüklerinde ayrı verimliliğe sahip olan yapı kabuğu alternatiflerinde, gaz beton ile low-e kaplamalı çift cam kullanılan A.09, yapının toplam enerji ihtiyacının en düşük, A.06 ise en düşük enerjili ikinci seçenektir. Yalıtım malzemesi kullanılmayan, çift duvar ve düz çift cam kullanılan A.01 ise enerji ihtiyacının en yüksek olduğu seçenektir.



Şekil 5. 16 Yapı kabuğu alternatiflerine göre metrekare başına düşen yıllık toplam enerji

Yapının alınan sınır değerlere göre değerlendirilebilmesi için, enerji ihtiyacının ısıtılan ve ısıtılmayan toplam alanına oranı karşılaştırılmıştır. Aynı malzeme kullanılan alternatiflerin hava boşluklu çift duvar ile yalıtımlı ve low-e kaplamalı cam kullanılan durumlarına göre renk gruplandırması yapılmıştır. Her grubun kendi içindeki iyileştirmelerden sonra daha iyi bir performans gösterdiği ortaya çıkmıştır.

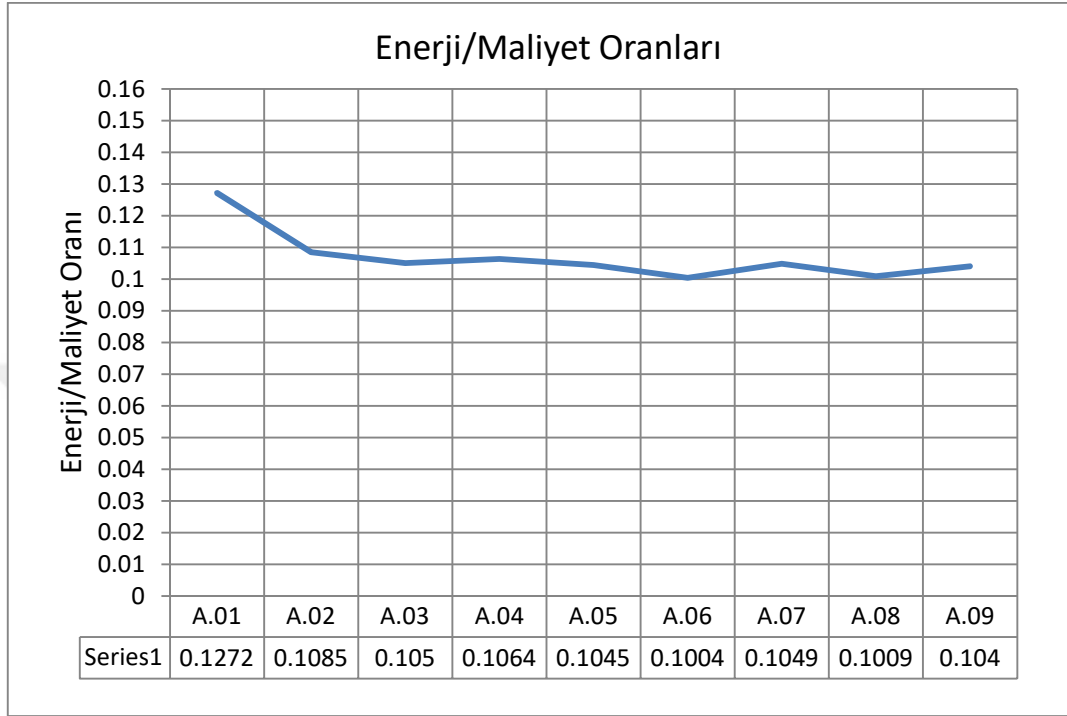


Şekil 5. 17 Isıtma ve soğutma yükleri ile toplam enerji ihtiyacının karşılaştırılması

Grafiğe göre ısıtma yükleri, yalıtımsız hava boşluklu, yalıtımlı, low-e kaplamalı çift cam kullanılan alternatiflerde, ana gövde elemanının değişmesiyle, A.01, A.04, A.07 ile A.02, A.05, A.08 ve A.03, A.06, A.09 olarak sıralı şekilde düşüş göstermiştir. Ana gövde elemanı aynı olan alternatiflerde XPS yalıtımın kullanıldığı alternatifler hava boşluklu alternatiflere göre ısıtma enerjisi daha düşüktür. Aynı durum soğutma yükleri için de gözlemlenmektedir; aynı gövde elemanı kullanılan A.01-A.02-A.03 ile A.04-A.05-A.06 ve A.07-A.08-A.09 alternatiflerinde soğutma yükleri XPS ve low-e kaplamalı cam kullanılan durumlarda azalmaktadır. Buna göre, XPS yalıtımlı gazbeton kullanılan A.08 ısıtma enerjisi için en verimli seçenek görünse de, soğutma yükleri için, yalıtımlı düşey delikli tuğla ile saydam alanlarda low-e kaplamalı çift cam kullanılan A.06 en verimli alternatiftir.

Yapı kabuğu alternatifleri, alan ısıtma enerji ihtiyacına göre değerlendirildiğinde düşük enerjili yapılar için alınan üst sınır değer olan 70 kWh/m²'nin altındadır. Metrekare

başına düşen yıllık enerji harcaması A.01 hariç diğer tüm yapı kabuğu alternatifleri için çalışmada düşük enerjili binalar için 120 kWh/m² alınan sınır değerin altında olup, düşük enerjili bina olarak değerlendirilebilir. Bu durumda, yapı kabuğu alternatiflerinin seçiminde enerji/maliyet oranı dikkate alınacaktır.



Şekil 5. 18 Yapı kabuğu verimlilik oranları

Grafikte, low-e kaplamalı çift cam kullanılan alternatifler, maliyet artışı çok düşük olup, toplam enerji harcamasındaki düşüş nedeniyle daha verimli olmaktadır. Enerji/maliyet oranlarında 0.1004 ile en düşük orana sahip A.06 yapılan yapım maliyetine karşın enerji ihtiyacı en az olan, en verimli alternatiftir. Ancak, düşük metrekarelerdeki yapılar için, enerji ihtiyacını azaltmaya yönelik yapılan yatırımlar ile enerji tasarrufları az miktarlarda olduğu için maliyetlerinin amorti süreleri değişiklik gösterebilmektedir. Bu durumda, en düşük maliyetli ve en yüksek enerji ihtiyacı olan A.01 alternatifine göre, yapılan yatırımların geri dönüş süreleri incelenmiştir.

Çizelge 5. 9 A.01'e göre yapı kabuğu alternatiflerinin farkı

A.01'e göre değerlendirilen alternatifler	Maliyet Farkı (TL)	Yıllık enerji farkı (kWh)	Yıllık enerji harcaması Farkı (TL)	Geri dönüş Süresi (Yıl)
A.01-A.02	1305.12	1823.74	638.309	2.04
A.01-A.03	1881.50	2126.88	744.408	2.53
A.01-A.04	138.29	2165.58	757.953	0.18
A.01-A.05	2614.57	2108.09	737.8315	3.54
A.01-A.06	3190.95	2495.35	873.3725	3.65
A.01-A.07	782.21	2260.3	791.105	0.99
A.01-A.08	4602.50	2297.37	804.0795	5.72
A.01-A.09	5178.88	2642.21	924.7735	5.60

A.01 ' e göre diğer alternatifler değerlendirildiğinde A.02, 2 yılda, A.03 2,5 yılda, A.04 ile A.07 hemen, A.05 ile A.06 ortalama 3,5 yılda, A.08 ile A.09 ise yaklaşık 6 yılda maliyet fazlasını amorti edebilir. Enerji/maliyet açısından en verimli seçenek olan A.06'nın, en düşük verimli A.01'e göre yapılan yatırım fazlasının geri dönüş süresi incelenmiştir. Buna göre A.06 ile A.01 arasında maliyet farkı $108178,5 - 104987,5 = 3190,95$ TL'dir. Enerji harcamaları arasındaki fark ise yıllık $13351,19 - 10855,8 = 2495,35$ kWh olup, kWh başına EMO tarafından belirlenen birim fiyat 0,35 TL alındığında, $2495,35 \times 0,35 = 873,37$ TL'dir. Yıllık enerji harcamasındaki düşüşü sağlayabilmek için yapılan yatırım farkı kendini ancak $3190,95 / 873,37 = 3,65$ yani 4 yılda amorti edebilmektedir.

Sonuç olarak, A.01 'e göre enerji tasarrufu yapan seçenekler çok az bir yatırım maliyeti farkıyla elde edilebilir. A.01 referans olarak alındığında enerji/ maliyet verimi en yüksek olan A.06'nın maliyet farkı geri dönüş süresi 4 yıldır. Bu süre, yapıların ortalama 30-40 yıl olan ömrü düşünüldüğünde oldukça kabul edilebilir bir düzeydedir. Tüm bu kıyaslamalar ve kontroller neticesinde , yapı kabuğu için A.06 kombinasyonunun uygulanması ön görülmüştür.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Dünyada her geçen yıl enerji tüketimi artmakta buna karşın çözümler aranmaktadır. Yapıların, özellikle konutların büyük pay sahibi olduğu enerji harcamasının kısıtlanması için tasarım kararlarında, kaynak ve malzeme seçimlerinde önlemler alınmalıdır. Günümüzde, yapılardan kaynaklanan çevre sorunları ve enerji taleplerine karşın sürdürülebilir yaklaşımlar oluşmuştur.

Bu çalışmanın amacı, tasarım parametrelerinin doğru uygulanması ve gerekli önlemlerin alınarak, uygun malzeme seçimi ile yönetmelikler doğrultusunda, düşük enerjili bina sınır değerleri içerisinde bir yapı elde etmek ve maliyetlerini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, tasarımcılara ve yatırımcılara teşvik ve kaynak oluşturmak istenmiştir.

Uygulamanın yer aldığı İzmir bölgesi fiziksel ve coğrafi özellikleriyle açıklanmış, yenilenebilir enerji kaynakları açısından değerlendirilmiş ve yeterli potansiyele sahip olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, Dikili bölgesi iklimsel özellikleri açıklanmış, bu datalar tasarıma aktarılmıştır. Bunun yanı sıra, enerjinin mimaride kullanımı irdelenmiş, pasif tasarım yöntemlerine yer verilmiştir. Yapı tasarım parametrelerinin, yapının bulunduğu fiziksel ve yapısal çevre koşullarında, iklimsel özelliklere göre, yasal sınırlandırmalar göz önüne alınarak, uygulamaya doğru ve özgün bir şekilde uyarlanması için yaklaşım yöntemi oluşturulmuştur.

Uygulama örneğinin tasarım aşamasında tüm bu verilerin ve parametrelerin optimizasyonunun sağlanması önemsenmiştir. Tasarlanan yapıda, farklı yapı kabuğu alternatifleri denenerek iyileştirmeler yapılmış, enerji/maliyet açısından

değerlendirilmiş, yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi kontrol edilmiştir. Sonuçlar, daha önce yapılan çalışmalara göre tanımlanan değerler doğrultusunda değerlendirilmiş ve buna göre çıkarım yapılmıştır.

Yaklaşım yöntemlerinin uygulandığı örnek yapıda, enerji harcamalarının düşürülmesi için TS 825'te belirtilen yapı kabuğu U değerleri üst sınır olarak alınmıştır. Bu değerlerin, farklı kombinasyonlar oluşturarak iyileştirilmesiyle 9 farklı yapı kabuğu alternatifi denenmiştir. Elde edilen alternatifler arasında, ısıtma ve soğutma yükleri, yıllık toplam enerjileri, maliyet ve verimlilikleri üzerinden karşılaştırma yapılmıştır.

Tez çalışmasında ele alınan örnek yapı kabuğu alternatifleri kapsamında, XPS yalıtımlı gazbeton kullanılan A.09 alternatifinin yıllık enerji harcaması 10708,98 kWh, metrekare başına düşen enerji ihtiyacı ise 102,46 kWh/m² olup en düşük enerji ihtiyacı olan alternatiftir. Buna karşılık, yapı kabuğu kesiti olarak öngörülen; XPS yalıtımlı düşey delikli tuğla ile saydam alanlarında low-e kaplamalı çift cam kullanılan, A.06, yıllık enerji ihtiyacı en düşük alternatif olmasa da, enerji / maliyet verimliliği en yüksek olan alternatiftir. Buna göre, yapının yıllık enerji ihtiyacı 10708,98 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu değer, % 33,76'sını ısıtma yükleri, % 21,48'ini soğutma yükleri oluşturmaktadır. Yapının ısıtma ve soğutma yükleri toplamı yıllık 5996,82 kWh'tır. Buna göre, yapının toplam enerji ihtiyacının % 55,24'lük kısmı ısıtma ve soğutma enerjisi için harcanmaktadır. Bunun dışında, aydınlatma enerjisi % 16,41, su ısıtma enerjisi % 17,50 orana sahiptir. Isıtılan ve ısıtılmayan alan başına harcanan yıllık toplam enerji ise 103.87 kWh/m²'dir. Yapının metrekare başına, ısıtma enerjisi 53,36 kWh/m² olup % 51,37'lik, soğutma enerjisi ise 22,21 kWh/m² olup % 21,38'lik kısmını oluşturmaktadır. [EK.5]

Çizelge 6.1 Enerji Kullanım Yüzdeleri

Son Kullanım	Toplam Enerji (kWh)	Yüzdesi [%]
Aydınlatma	1780.98	16.41
Isıtma	3664.89	33.76
Soğutma	2331.93	21.48
Havalandırma	0	0.00
Sıcak Su Servisi	1900.15	17.50
Ekipmanlar	1177.89	10.85
Toplam	10855.84	100

Yapılan metraj ve keşif çalışmasının sonucunda, İzmir ilinde düşük enerjili yapı olarak tasarlanan örnek uygulamanın yaklaşık yapım maliyeti, A.06 alternatifi için 108178,49 TL'dir. Bu bedele belediye harçları ve arsa değeri dahil değildir. Toplam 144 m² inşaat alanına, 104,98 m² kapalı alana sahip yapının metrekare başına maliyeti 103,27 TL'dir. Yatırım bedelinin yaklaşık 12.000 TL'sini kaba inşaat giderleri oluşturmaktadır. Toplam maliyetin % 8'ini oluşturan yalıtım için 9.027,82 TL, % 5,41'ini oluşturan low-e kaplamalı çift camlar için düz camdan 576,378 TL farkla, toplam 5861,82 TL harcanmıştır. Tasarlanan güneş odası ise yaklaşık 4.000 TL'ye mal olmuştur ve yatırım maliyetinin ancak % 3 'ünü oluşturmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında yapılan iyileştirmeler ve pasif tasarım yöntemleri için yapılan harcamalar bu örnek yapının maliyetinin % 16'lık bir kısmını oluşturmaktadır. [EK.6]

Bu sonuçlara göre, pasif tasarım yöntemlerinin ilk yatırım maliyetleri ve geri dönüş süreleri aktif sistemlere göre kabul edilebilir düzeydedir. Ayrıca, enerji/maliyet bağıntısı ile değerlendirilen yapı kabuğu seçimi, üçüncü bölümde bahsedilen çalışmada aktarıldığı gibi, sıfır enerjili yüksek maliyetli yapılar yerine düşük enerjili, yatırım maliyeti az olan yapıların daha verimli olacağını gösterir niteliktedir. Öyle ki, sonuçlara bakıldığında minimum enerjili fakat en yüksek maliyetli yapı kabuğu değil, daha az yatırım maliyeti bulunan, verimliliği yüksek yapı kabuğu alternatifi optimum seçenek olarak belirlenmiştir.

Tüm yapı kabuğu alternatifleri ısıtma yükleri açısından değerlendirildiğinde, çalışmada referans alınan 70 kWh/m² sınırının altındadır. Ancak, İzmir gibi sıcak nemli iklim bölgesinde bulunan yapının soğutma yüklerinin de önemli olduğu düşünülmüştür. Bu nedenle yapıların yıllık toplam enerji ihtiyacı üzerinden değerlendirme yapılmıştır. A.01 hariç, diğer tüm yapı kabuğu kesitleri, yıllık toplam enerji ihtiyacı bakımından, Fiest'in tanımına göre, Dutil, Rousse ve Quesada'nın da çalışmalarında belirttiği, kullanım enerjisi yıllık 120 kWh/m² olan düşük enerjili bina sınırları içerisinde. A.01, ısıtma yükleri açısından uygunluk gösterse de, opak ve saydam alanlarının U değeri TS 825'te belirtilen sınır değerinin altında olmasına rağmen yıllık toplam enerji ihtiyacı düşük enerjili yapı standardına dahil değildir.

Özetle, pasif tasarım yöntemlerinin kullanıldığı, yaklaşım yönteminin örnek yapı için uygulama sürecinde diğer çalışmalardan farklı olarak, varsayımlar yapılmamış yapı

arsasının gerçek imar durumu, yn, eğimi gibi var olan iklimsel ve topografik özellikleri olduğu gibi tasarıma aktarılmıştır. Yapıya ait hesaplamalar sonucunda da ısıtma enerjisi 70 kWh/m²'nin, toplam enerjisi ise 120 kWh/m²'nin altında olan düşük enerjili konut yapısı elde edilmiştir.

Yapı enerji performansının daha da iyileştirilmesi mümkündür. Yapıdaki iyileştirmeler için ve ısıtma enerjisi 15 kWh/m²'den düşük olan Pasif Ev standardında yapı veya sıfır enerjili bina elde edebilmek amacıyla aktif sistemlerin kullanımı araştırılabilir. Ancak, bu yatırımların yapı maliyetlerini nasıl etkileyeceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumda yapı leğinin önem kazandığı, farklı ölçeklerdeki yapılar için durumun değişebileceği ve her yapının kendi tasarım arsası özelinde değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Roaf, S., Fuentes, M. ve Thomas, S. (2007). Eco House: A Design Guide, Architectural Press, Elsevier, Third Edition.
- [2] Schnieders, J. ve Hermelink, A., (2006). "CEPHEUS Results: Measurements and Occupants Satisfaction Provide Evidence for Passive House Being an Option for Sustainable Building", Energy Policy, 34.
- [3] Dr. Wolfgang Feist, (1997). "Life Cycle Energy Analysis: Comparison of Low Energy House, Passive House, Self-Sufficient House" Passive House Institut, Darmstadt.
- [4] Dutil, Y., Rousse, D. ve Quesada, G., (2011). "Sustainable Buildings: An Ever Evolving Target", Sustainability, ISSN 2071-1050.
- [5] Yeang, K., (2012). Eko Tasarım Rehberi, YEM yayınları 193, İstanbul.
- [6] Tönük, S., (2001). Bina Tasarımında Ekoloji, YTÜ yayınları, İstanbul.
- [7] Wall, M. ve Hastings, R., (2009). Sustainable Solar Housing Strategies and Solutions, Earthscan, Sterling,VA, London.
- [8] Serin, E., (2011). Ekolojik konut Tasarım Kriterlerinin Araştırılması ve İzmir İli İçin Bir Tasarım Modeli Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [9] Tokuç, A., (2005). İzmir'de Enerji Etkin Konut Yapıları İçin Tasarım Kriterleri, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [10] Demirel, B., (2012). Türkiye'nin Ilımlı ve Sıcak İklim Bölgesinde Pasif Ev Değerlendirmesine Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [11] Ulusoy, S., (2012). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [12] Ovalı, P. K., (2009). Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematığının Oluşturulması 'Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi', Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

- [13] İzmir İli Coğrafyası, İzmir Büyük Şehir Belediyesi, <http://www.izmir.gov.tr/izmirhakkinda>, 23 Temmuz 2015.
- [14] İzmir İlinin İklim Durumu, http://izmir.mgm.gov.tr/FILES/iklim/izmir_iklim.pdf, 25 Mayıs 2015.
- [15] Dikili İklim Verileri, Dikili Belediyesi, http://www.dikili.gov.tr/default_B0.aspx?content=1006, 2 Mayıs 2015.
- [16] İzmir Enerji Potansiyeli, İzmir Ticaret Odası, <http://www.izto.org.tr/tr/izmir-enerji>, 12 Haziran 2015.
- [17] <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/35.aspx>, 13 Mart 2016.
- [18] İzmir'in Ekonomik Yapısı, İzmir Belediyesi, <https://www.izmir.bel.tr/Izmir%E2%80%99inEkonomikYapisi/126/179/tr>, 1 Temmuz 2015.
- [19] İzmir Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası, <http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/IZMIR-REPA.pdf>, 30 Haziran 2015.
- [20] Boztepe, M., "İzmir ve Çevresinde Potansiyel Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanımı", Ege Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Bölümü, İzmir. http://www.emo.org.tr/ekler/722c22ab5a4ad39_ek.pdf, 30 Haziran 2015.
- [21] Dörter, C. H., (1994). Konutlarda Isınma Enerjisi Korunumu Amaçlı Mimari Tasarıma Yön Verici İlkelerin ve Çözümlerin Belirlenmesinde Bir Yaklaşım Araştırması, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] Koca, Ö., (2006). Sıcak Kuru ve Sıcak Nemli İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Yerleşme ve Bina Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [23] Kadiroğlu, E., (2011). Türkiye'de Enerji Etkin Yapı Üretimi için Tasarım Kriterleri, Yüksek Lisans Tezi, KATÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [24] Baydoğan, M. Ç. ve Şener, S. M., (2014). Tip İmar Yönetmeliğine Uygun Vaziyet Planlarının Yapay Arı Kolonisi Yöntemiyle En iyilenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(2):133-140, Kayseri.
- [25] Kutlu, R., (2010). "Enerjisini Etkin Kullanan Bir Bina Yapıyoruz", İKÜ Sanat ve Tasarım Fakültesi, Eko Yapı Dergisi, No:193, İstanbul.
- [26] Yılmaz, Z., (2000). "Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji", VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İstanbul, 387-398.
- [27] Ünsal, B., (2012). Bir Toki Konut Örneğinde Isıtma ve Soğutma Enerji Enerji Yüklerinin Farklı İklim Bölgelerine Bağlı Olarak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [28] Yılmaz, Z., (2014). "Çift Cidar Cephe Her Zaman Enerji Verimli midir? İstanbul'da Yeşil Sertifikalı ve Çift Cidar Cepheli Bir Bina Örneği", Yeşil Bina Dergisi , Sayı 27. <http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=31847#.VvPdfvmLTIU>, 6 Mart 2016.
- [29] Yeşildal G. ve Oral K.G., (2004). "Mimarlıkta Saydam Yalıtım Uygulamaları", , 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, İstanbul, ISBN: 975-395-787-4, 308-318.

- [30] Karuffa, S.N. ve Adil Y., (2012). Upgrading the building envelope to reduce cooling loads, Energy and Buildings, 55.
- [31] Ofluoğlu, S., Güneş Kırıcıları ve Rafları, MSGÜ, İstanbul.
- [32] Sev, A., (2009). Sürdürülebilir Mimarlık, YEM Yayınları, 155, İstanbul.
- [33] Karagözlü, B., (2006). Konutlarda Enerji Giderlerinin Azaltılmasına Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [34] TS 825, (2008). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TSE, Ankara.
- [35] Eyko Yapı Kooperatifi Arsa Görünümü, www.ey-ko.com, 15 Nisan 2015.
- [36] ÇŞB, (2016). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İnşaat Rayiç Birim Fiyat Listesi, <https://www.csb.gov.tr/birimfiyat/>, 2 Ağustos 2016.



DİKİLİ İKLİM VERİLERİ

Çizelge Ek-A.1 Dikili İklim Verileri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

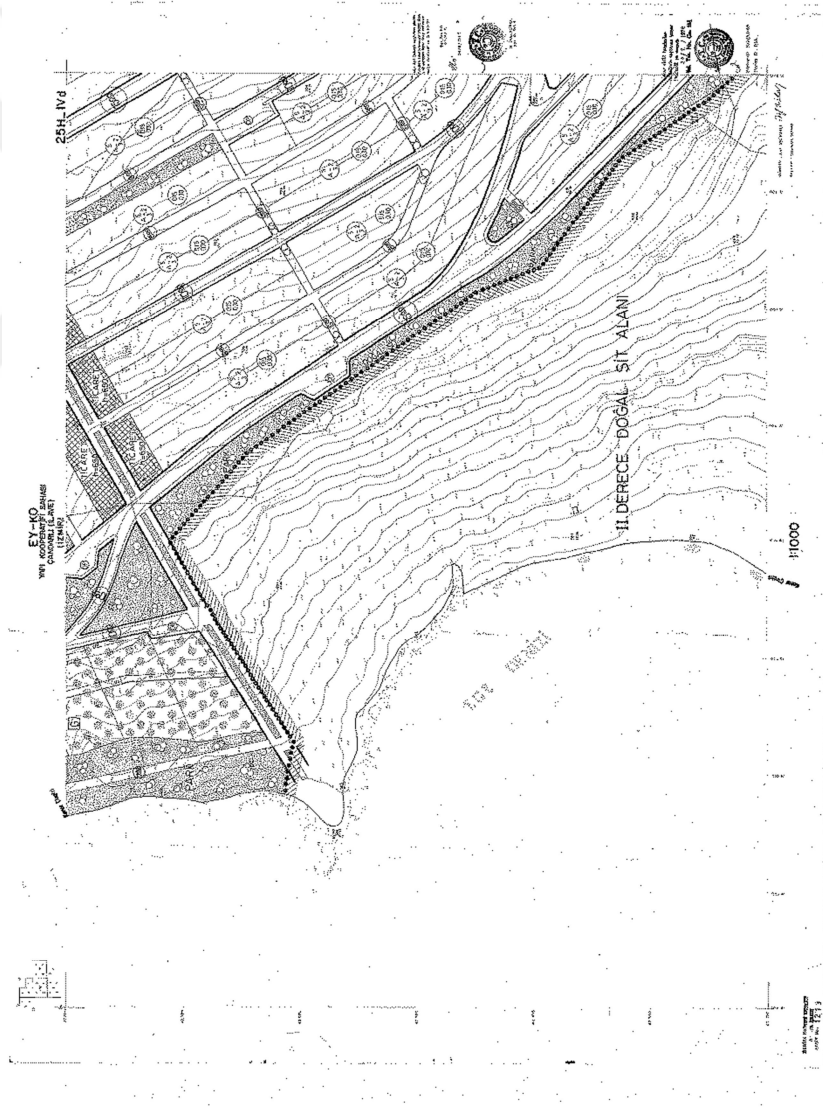
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												
İSTASYON ADI/NO: DİKİLİ / 17180												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2005	8.8	8.1	10.4	15.1	20.5	23.2	26.9	26.7	22.5	16.5	12.0	10.8
2006	6.2	8.7	11.4	15.7	19.4	24.7	26.4	27.6	22.3	17.9	11.4	8.7
2007	9.8	9.4	12.1	14.3	20.6	26.0	27.9	27.6	23.0	18.1	12.1	7.8
2008	6.1	8.1	14.0	16.0	19.3	25.1	26.3	26.7		18.0	14.6	
2009	8.6	9.1	10.6	14.4	19.8	24.5	27.3	25.3	21.6	19.3	13.7	11.9
2010	9.0	11.4	11.6	15.4	20.5	24.3	27.1	28.3	23.1	17.0	17.4	11.7
2011	8.0	8.5	10.2	12.6	18.4	23.7	27.0	25.8	23.4	15.2	10.0	10.2
2012	5.7	6.6	10.1	16.0	19.3	25.7	28.6	27.1	22.7	20.0	15.3	9.5
2013	8.9	10.6	13.1	16.0	21.1	24.5	26.9	26.9	22.3	16.0	14.0	7.7
2014	11.2	10.6	12.2	15.5	19.8	23.6	26.4	27.1	22.9	18.0	13.6	11.7
2015	8.4											
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m_sec)												
2005	2.6	2.9	2.8	2.4	2.3	2.6	2.4	2.2	1.9	2.0	2.2	2.5
2006	2.6	2.4	2.5	2.3	2.3	2.5	2.2	2.2	2.3	1.9	2.2	1.8
2007		2.6		2.8	2.7				2.9			2.7
2008	2.7	2.4	3.1	2.6	2.8	2.7	2.9	2.4	2.7	2.6	2.7	2.6
2009	2.8	2.9	3.0	2.6	2.4	2.8	2.8	2.3	2.4	2.4	2.3	2.9

2010	3.5	3.3	3.2	2.5	2.5	2.8	2.8	2.6	2.5	2.4	2.5	3.0
2011	2.5	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.8	2.4	2.6	2.6	2.6
2012	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	2.5	2.4	2.5	2.3	2.4	2.4	3.0
2013	2.7		1.5	2.4	2.7	2.8	2.3	2.3	2.5	2.5	2.6	2.8
2014	2.7	2.7	2.6		2.7	2.9	2.9	2.8	2.7	2.3	2.3	2.6
2015	2.7											
Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)												
2005	67.0	67.5	66.1	70.3	67.5	68.2	67.2	51.5	57.2	71.3	72.3	69.8
2006	66.2	69.8	71.8	63.9	60.3	56.9	54.7	59.0	67.0	73.3	69.5	67.8
2007	64.7	70.8	72.4	57.5	60.4	55.3	47.7	54.3	55.4	72.0	73.6	73.9
2008	66.0	63.2	68.2		60.1	54.1	52.4			66.0	72.2	
2009	74.7		69.8	70.6	60.7	57.0	55.5			67.2	71.9	73.2
2010	70.2	74.0	68.1	64.3	64.0		60.1	62.0		72.0		72.6
2011	72.2	69.3	67.4	70.0	68.7	61.6	57.6	53.7	59.4	66.7	63.9	70.5
2012	71.5	68.0	63.8	69.2	71.9	57.9	52.2	49.5	66.5	69.1	71.5	75.9
2013	73.7	74.7	66.9	64.4	66.3	59.6	48.8	54.9	59.3	68.5	75.7	64.3
2014	77.1	75.5	68.1	71.2	68.8	65.6	62.6	65.3	66.4	71.7	73.7	80.5
2015	72.2											
Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)												
2005	125	140.2	188.0	261.0	283.0	363.7	366.1	344.6	201.7	207.7	121.0	119.2
2006	171.8	127.3	155.8	201.1	353.8	347.4	392.2	371.5	277.9	192.5	192.4	190.4
2007	201.8	133.5	231.9	305.7	289.9	353.6	402.5	365.2	315.0	210.4	130.0	168.4
2008	184.5	185.7	197.1	172.8	345.4	382.6	412.7	371.2	263.2	262.0	162.6	123.3
2009	131.2	107.3	186.7	224.9	352.1	381.2	399.8	381.0	274.8	225.7	189.4	82.1
2010	112.7	96.4	210.2	255.8	327.8	320.8	388.6	362.4	304.5	190.5	158.7	99.1
2011	147.3	167.1	210.5	193.2	296.2	366.4	406.7	381.9	318.1	234.4	222.2	132.8
2012	124.0	120.0	232.2	251.8	300.4	398.9	405.4	394.2	321.6	228.6	165.3	85.0
2013	112.8	118.6	181.1	258.4	298.8	372.0	411.4	389.7	322.4	248.8	140.4	100.7
2014	99.1	156.2	187.7	252.6	311.4	326.9		387.3		190.2		66.7
2015	101.0	117.6										
Aylık Toplam Yağış (mm)												
-9999: Yağış Yoktur. // Boşluk: Yağış Ölçümü Yapılmamıştır.												
2005	90.6	192.4	45.2	44.0	19.1	7.7	- 9999	- 9999	9.2	26.4	168.5	80.3
2006	26.9	53.7	115.6	14.3	1.4	10.2	0.2	- 9999	46.4	53.0	12.9	7.4
2007	43.0	38.9	36.2	20.2	6.0	65.1	- 9999	- 9999	0.8	89.6	130.0	132.4
2008	31.6	12.8	43.6	36.4	1.0	0.0	- 9999	13.6	24.6	3.6	45.8	63.8
2009	164.7	213.0	151.8	121.7	20.1	12.8	- 9999	- 9999	30.2	18.0	138.9	139.6
2010	81.6	238.4	25.7	47.3	17.9	37.4	- 9999	- 9999	23.8	184.1	32.3	113.5

2011	47.1	66.9	18.4	82.3	46.7	16.5	- 9999	- 9999	11.8	125.4	0.0	95.4
2012	144.2	76.2	27.4	109.6	122.7	8.8	- 9999	- 9999	0.0	43.3	42.0	203.4
2013	163.2	169.4	66.2	59.6	30.2	2.4	9.8	- 9999	15.0	113.4	153.0	6.6
2014	80.0	15.0	64.0	95.8	7.4	26.1	4.0	- 9999	14.2	25.8	25.4	163.0
2015	118.5											

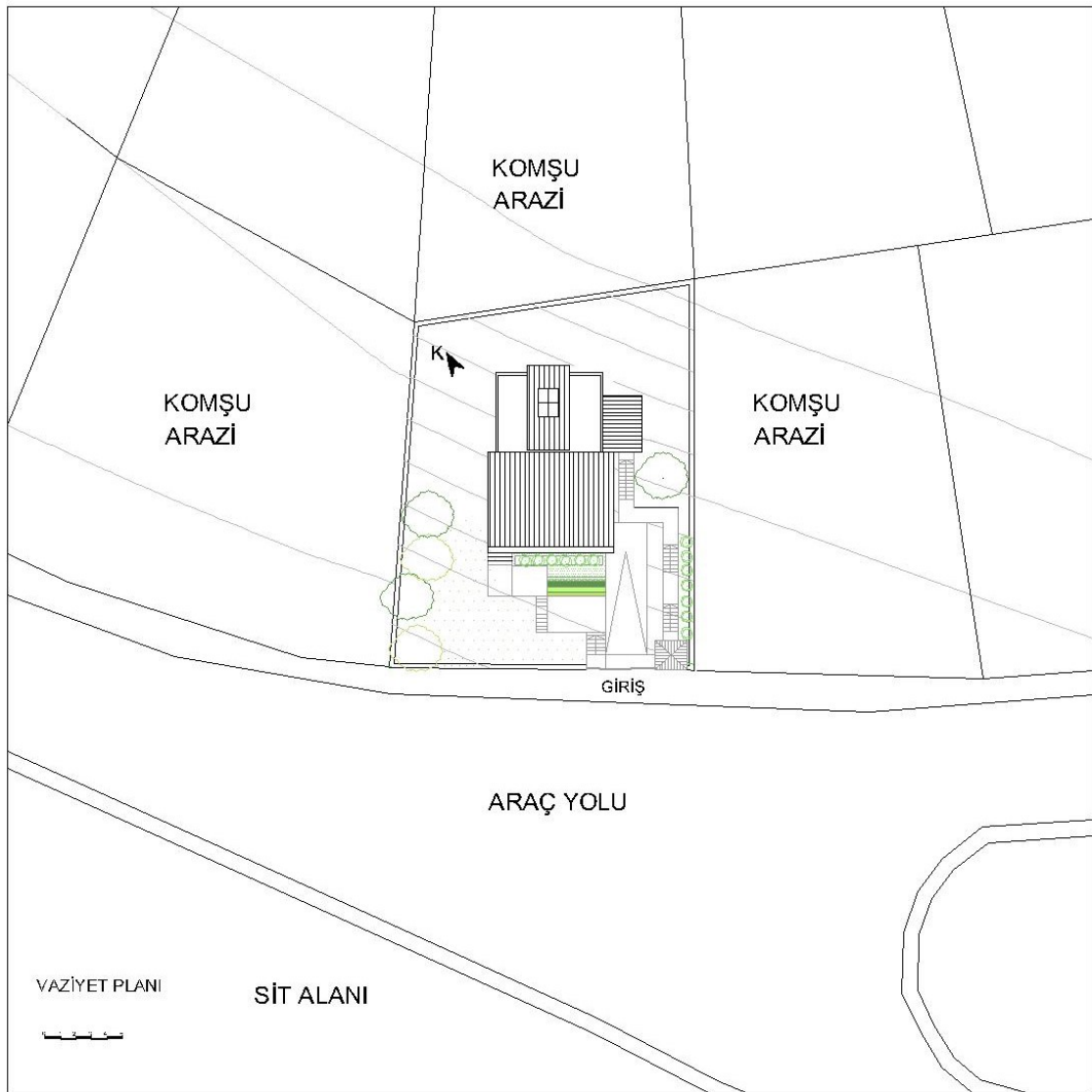


YAPI ARSASI İMAR DURUMU

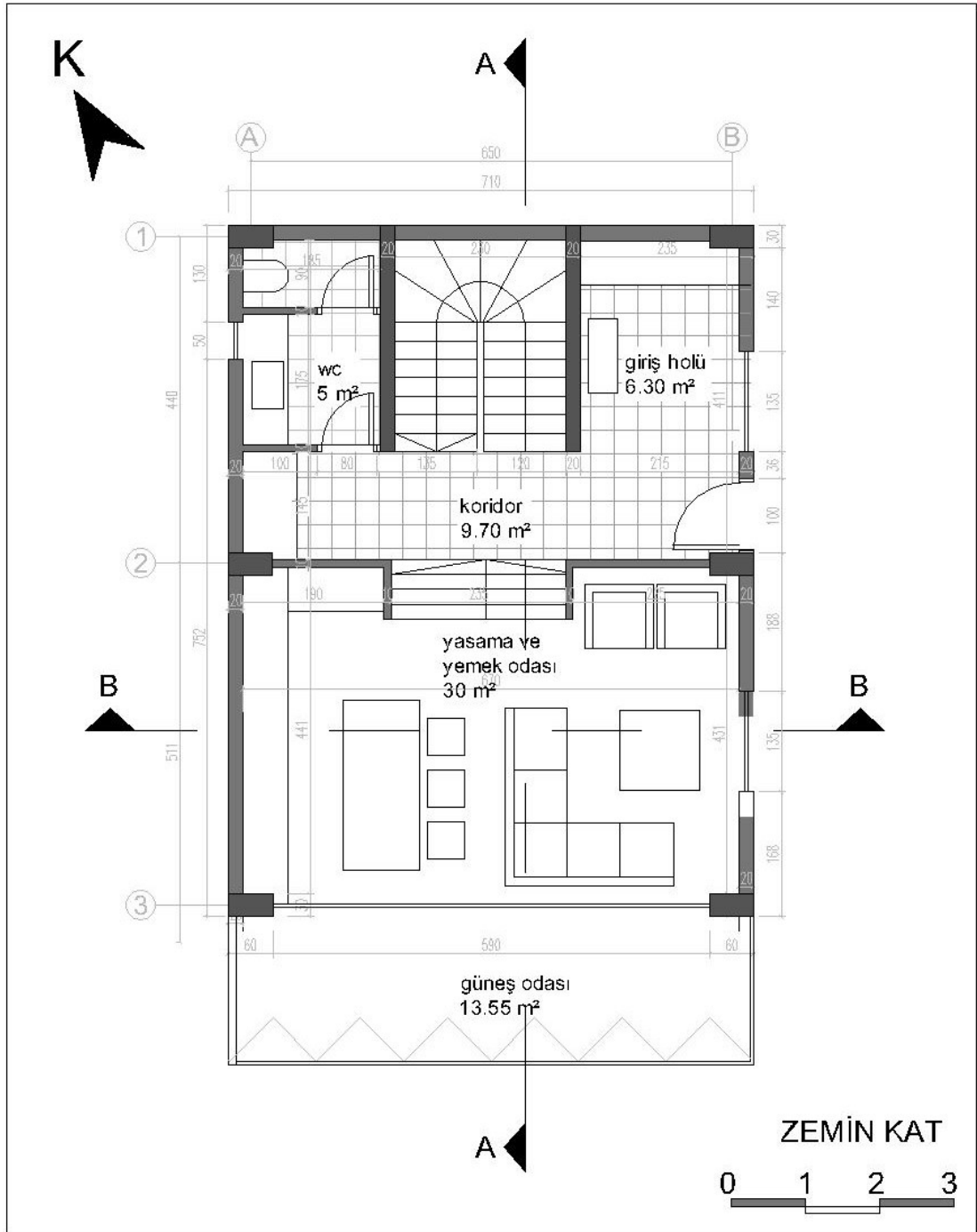


Şekil EK-B.1 Yapi arsası imar durumu planı

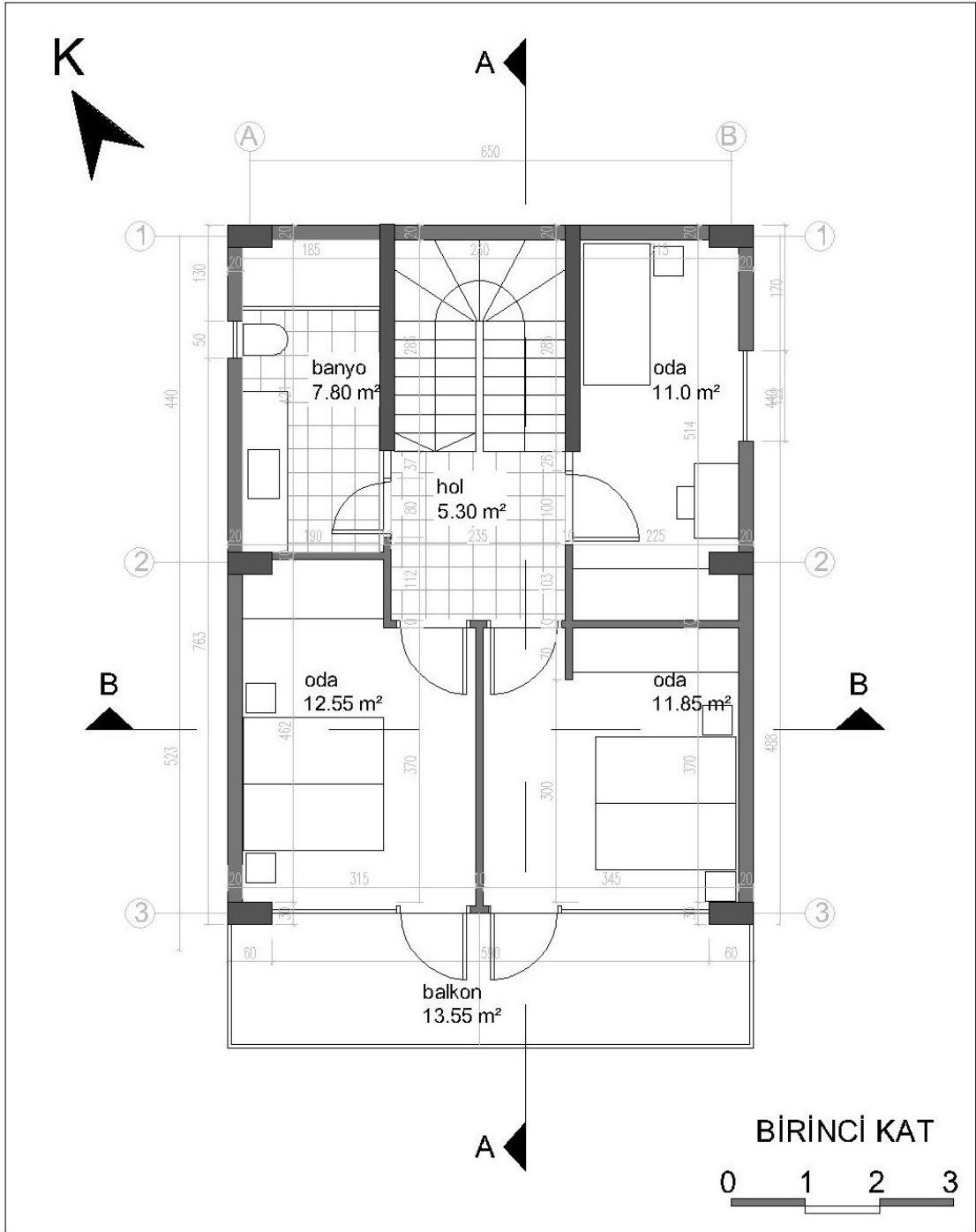
PLAN VE KESİTLER



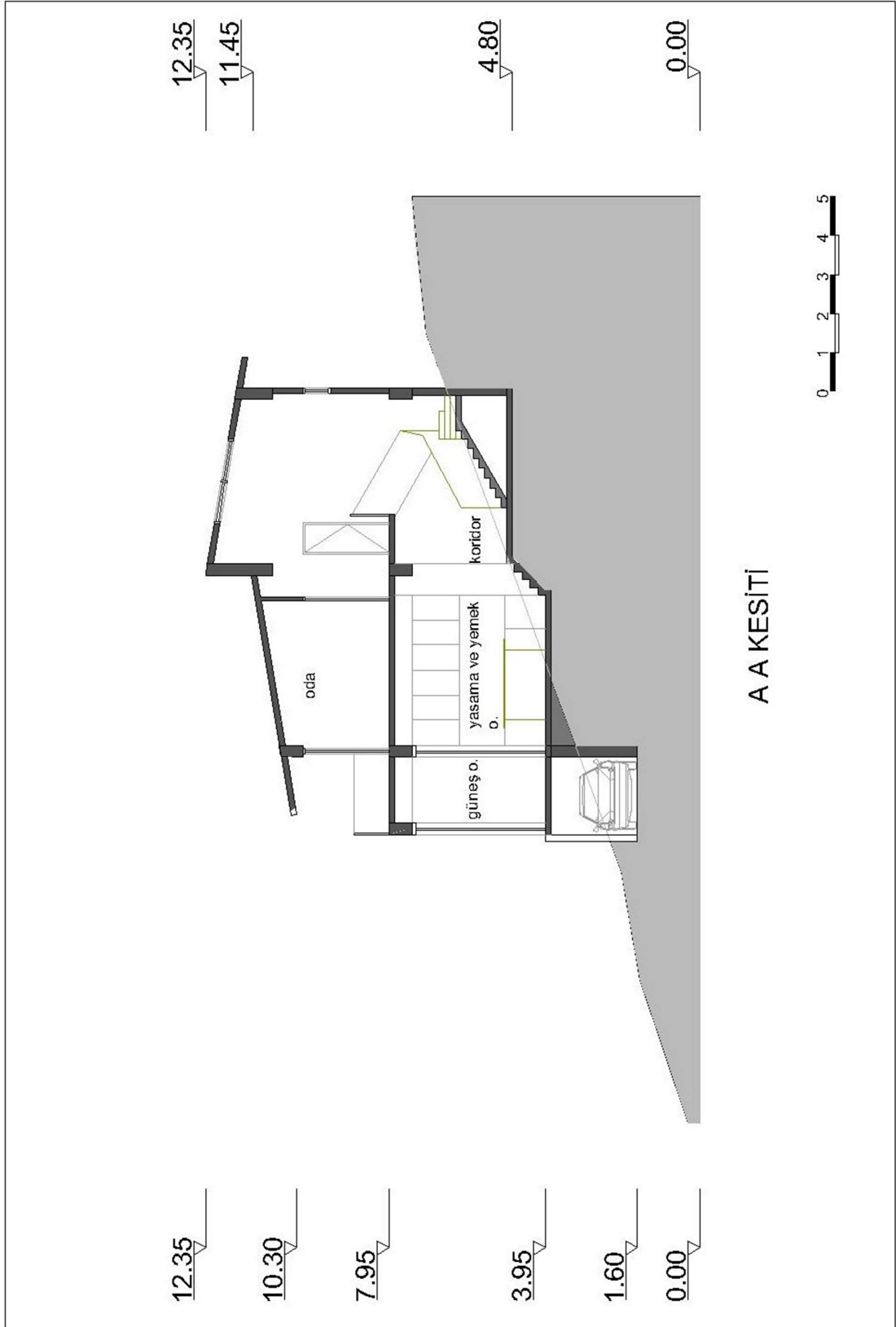
Şekil EK-C.1 Vaziyet Planı



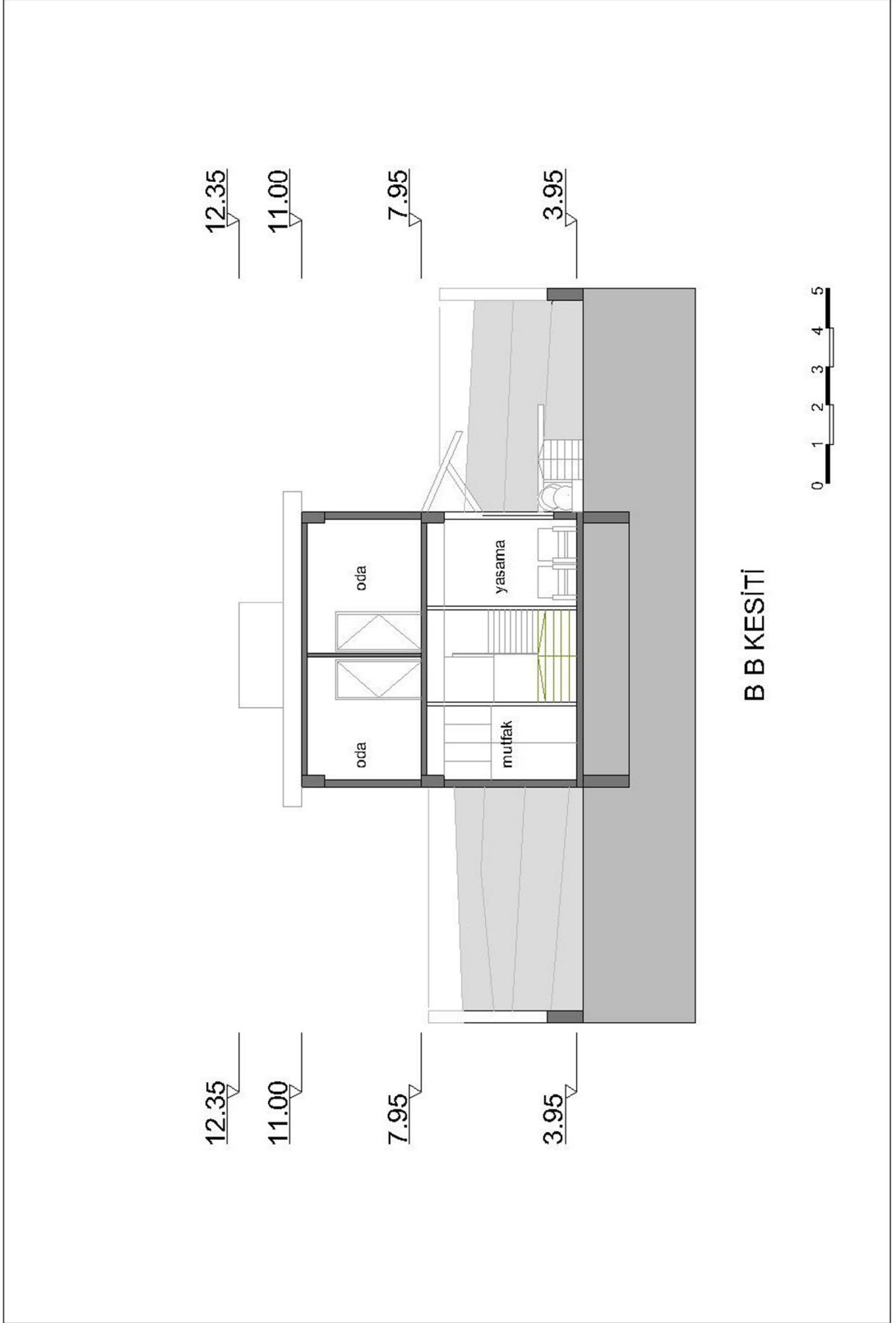
Şekil EK-C.2 Zemin kat planı



Şekil Ek-C.3 Birinci kat planı



Şekil EK-C.4 A-A Kesiti

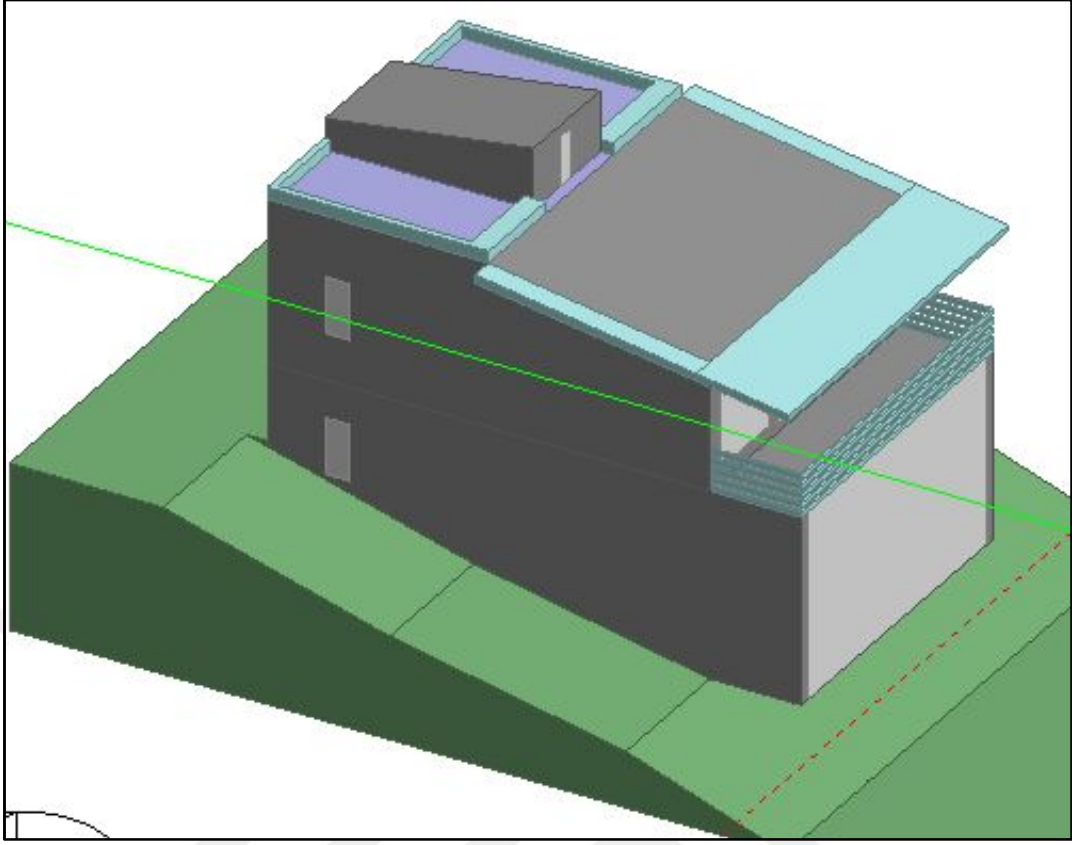


Şekil EK-C.5 B-B Kesiti

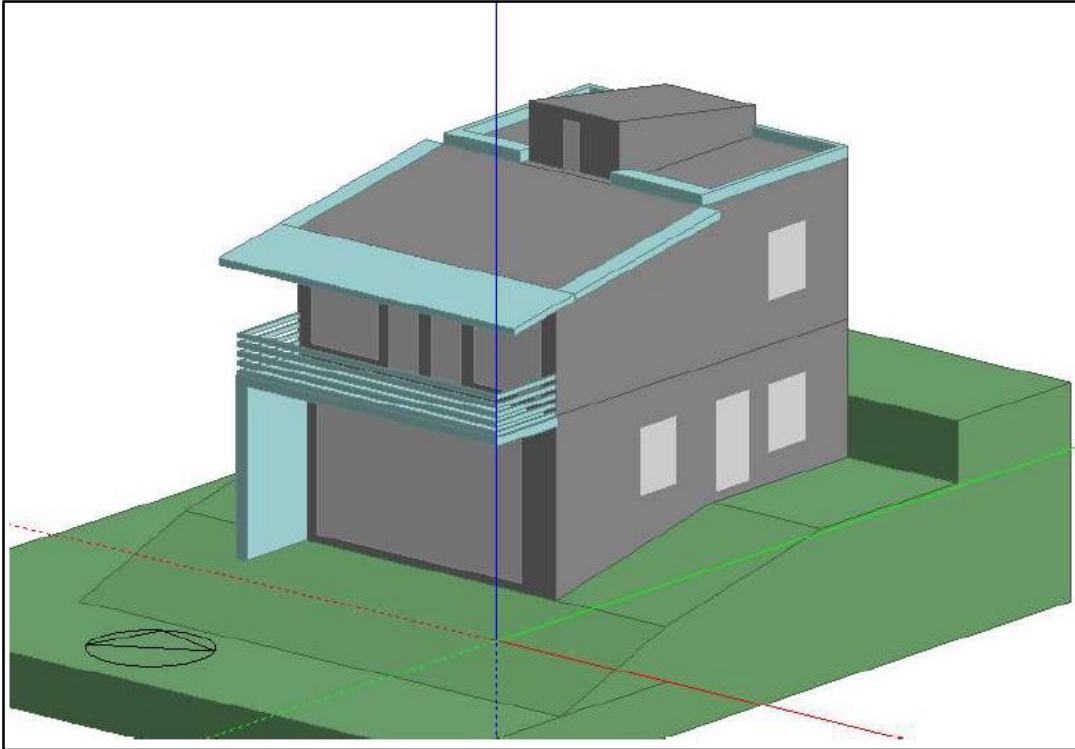
YAPININ MODELLENMESİ



Şekil EK-D. 1 Yapı modeli görseli



Şekil EK-D. 2 Yapının simülasyon programında güneş odası kapalı durumu



Şekil EK-D. 3 Yapının simülasyon programında güneş odası açık durumu

A.06 ENERJİ HESAPLAMA ÇIKTILARI

Çizelge EK-E. 1 Design Builder Enerji Simülasyon Programı Verileri

Program Versiyon:EnergyPlus, Version 8.3.0
ÇEVRE: UNTITLED (01-01:31-12) ** IZMIR - TUR IWECC Data
RAPOR: Annual Building Utility Performance Summary
Hesaplama Alanı: Tüm tesis için
Zaman: 2016-08-18 17:37:41
Değerler 8760.00 saat sonucu elde edilmiştir

Çizelge EK-E. 2 Bölgeye ait yerleşim verileri

	IZMIR - TUR IWECC Data WMO
İklim Dosyası	
Enlem [derece]	38.5
Boylam [derece]	27.02
Yükseklik [m]	5
Zaman Dilimi	2
Kuzeyle yaptığı açı [derece]	30
Rotation for Appendix G [deg]	0

Çizelge EK-E. 3 Yapı kabuğu Verileri

YAPI KABUĞU					
Pencere-Duvar Oranı	Toplam	Kuzey (315-45°)	Doğu (45- 135°)	Güney (135 to 225°)	Batı (225- 315°)
Brit duvar alanı [m ²]	216.08	43.44	64.73	44.05	63.87
Zemin altı duvar alanı [m ²]	198.74	30.72	63.19	44.05	60.78
Açıklık-pencere alanı [m ²]	48.57	1.4	12.68	33.29	1.2
Duvar-pencere oranı [%]	22.48	3.22	19.59	75.59	1.88

Çizelge EK-E. 4 A.06 Yapının dönemlere göre ve yıllık toplam enerji giderleri

ISITMA İSTENDİĞİ DÖNEM	Toplam Enerji [kWh]	Yapı Alanı Enerjisi [kWh/m ²]	İklimlendirilen Alan Enerjisi [kWh/m ²]
Toplam Enerjisi	5894.55	56.61	57.42
Net Enerjisi	5894.55	56.61	57.42
Toplam Kaynak Enerji	20627.04	198.09	200.93
Net Kaynak Enerjisi	20627.04	198.09	200.93

SOĞUTMA İSTENDİĞİ DÖNEM	Toplam Enerji [kWh]	Yapı Alanı Enerjisi [kWh/m ²]	İklimlendirilen Alan Enerjisi [kWh/m ²]
Toplam Enerjisi	4961.29	47.26	47.93
Net Enerjisi	4961.29	47.26	47.93
Toplam Kaynak Enerji	11313.76	107.77	109.31
Net Kaynak Enerjisi	11313.76	107.77	109.31

YILLIK TOPLAM	Toplam Enerji [kWh]	Yapı Alanı Enerjisi [kWh/m ²]	İklimlendirilen Alan Enerjisi [kWh/m ²]
Toplam Enerjisi	10855.84	103.87	105.35
Net Enerjisi	10855.84	103.87	105.35
Toplam Kaynak Enerji	31940.80	299.69	413.28
Net Kaynak Enerjisi	31940.80	299.69	413.28

Çizelge EK-E.5 A.06 Dönemlere göre ve yıllık toplam Isıtma Soğutma Yükleri

Utility Use Per Total Floor Area						
ISITMA İSTENDİĞİ DÖNEM	Elektrik [kWh/m ²]	Doğal Gaz [kWh/m ²]	Ek Yakıtlar [kWh/m ²]	Alan Soğutma [kWh/m ²]	Alan Isıtma [kWh/m ²]	Su [m ³ /m ²]
Aydınlatma	8.51	0	0	0	0	0
HVAC	0	0	0	0.06	42.44	0.14
Diğer	5.6	0	0	0	0	0
Toplam	14.11	0	0	0.06	42.44	0.14

Çizelge EK-E. 5 A.06 Dönemlere göre ve yıllık toplam ısıtma soğutma yükleri (devamı)

Utility Use Per Total Floor Area						
SOĞUTMA İSTENDİĞİ DÖNEM	Elektrik [kWh/m ²]	Doğal Gaz [kWh/m ²]	Ek Yakıtlar [kWh/m ²]	Alan Soğutma [kWh/m ²]	Alan Isıtma [kWh/m ²]	Su [m ³ /m ²]
Aydınlatma	8.52	0	0	0	0	0
HVAC	0	0	0	22.15	10.92	0.14
Diğer	5.66	0	0	0	0	0
Toplam	14.19	0	0	22.15	10.92	0.14

Utility Use Per Total Floor Area						
YILLIK TOPLAM	Elektrik [kWh/m ²]	Doğal Gaz [kWh/m ²]	Ek Yakıtlar [kWh/m ²]	Alan Soğutma [kWh/m ²]	Alan Isıtma [kWh/m ²]	Su [m ³ /m ²]
Aydınlatma	17.03	0	0	0	0	0
HVAC	0	0	0	22.21	53.36	0.28
Diğer	11.26	0	0	0	0	0
Toplam	28.3	0	0	22.21	53.36	0.28

A.06 YAKLAŞIK YAPIM MALİYET TABLOSU

Çizelge EK-F. 1 A.06 yaklaşık yapım maliyeti

ALTERNATİF 06 (A.06)					
Poz No./mahal	İş	Ölçü	Birim	Fiyat	Tutar
A	KABA İNŞAAT İŞLERİ				11813.95
Y.15.001/1A	Kazı Yapılması(Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması (serbest kazı)	56.45	M ³	2.89	163.13
Y.15.140/15	Temel Yanı Geri Dolgu	13.39	M ³	6.68	89.46
özel fiyat	Sıkıştırılmış Toprak (20 cm)	20	M ³	40	800.00
Y.17.136	Blokaj (15cm)	12.15	M ³	56.58	687.45
özel fiyat	Grobeton 200	8.1	M ³	108.58	879.50
Y.16.050/04	Donatılı Betonarme				7478.67
Y.18.245/001	E.Çatı Döşemesi Su izolasyonu	52.5	m ²	10.69	561.23
Y.18.245/001	E.Merdiven Çatı Döşemesi Su izolasyonu	8	m ²	10.69	85.52
	T.Çatı Döşemesi Su izolasyonu	19	m ²	10.69	203.11
B	DÖŞEME KAPLAMA İŞLERİ				19123.52
Y.19.057/001	Xps Isı Yalıtım Levhası ile Zemine Oturan Döşemelerde Yalıtım Yapılması	184.7	m ²	9.49	1752.329
Y.19.058/001	XPS Isı Yalıtım Levhası ile yatayda ısı yalıtımı yapılması	246.9	m ²	9.10	2246.335
Y.27.581	2.5 cm kalınlığında 400 kg çimento dozlu şap yapılması	198.2	m ²	17.26	3420.07
Y.27.581	200 kg çimento dozlu tesviye tabakası yapılması	56.45		12.21	689.25
Y.21.261/01	KADRONLU AHŞAP DÖŞEME KAPLAMASI	65.4	M ²	78.03	5103.16
Y.26.005/302	SERAMİK DÖŞEME KAPLAMASI	68.65	M ²	32.13	2205.72
özel fiyat	Güneş Odası KayrakTaşı 3 cm Döşeme	14	m ²	60	840.00
Y.26.020/031A	Beyaz mermer levha ile merdiven basamağı kaplaması	4	MT	59.28	237.12

Y.26.015/252	Teras Çatı Parapet Duvarı Harpušta	2.1	m ²	140.11	294.23
Y.18.201/A02	Yan ve üst kenarından kenetlenen kiremit ile çatı örtüsü yapılması (grup 1)	60.5	M ²	19.3	1167.65
Y.18.201/A02	Eğimli Çatı	52.5	m ²	19.30	1013.25
Y.18.201/A02	Merdiven Kovası Eğimli Çatı	8	m ²	19.30	154.40
C	TAVAN KAPLAMA İŞLERİ				2070.96
27.530/1	Hazır makine sıvası ile tavanlara tek kat alçı sıva yapılması (15mm kalınlık)	139.9	M ²	14.8	2070.96
D	DUVAR KAPLAMA İŞLERİ				40441.43
Y.27.501/01	250/350 kg çimento dozlu kaba ve ince harçla sıva yapılması (dış cephe sıvası)	216.1	m ²	26.19	5659.14
Y.19.055/001	Xps Isı Yalıtım Levhası ile Duvarlarda Yalıtım Yapılması	216.1	m ²	41.78	9027.82
Y.18.001/F14	W sınıfı Düşey Delikli Tuğla	216.1	m ²	41.8	9032.144
18.138/A1	Tek prof.-60 cm aks aral.12,5 mm tek kat alçı duv.levh.tek iskel. t.yünü levha dolgulu bölme duvar	53.34	m ²	49.79	2655.65
Y.26.006/307	beyaz seramik duvar karoları duvar kaplaması yapılması	44.56	m ²	34.78	1549.80
27.530/2	Hazır makine sıvası ile duvarlara tek kat alçı sıva yapılması (20mm kalınlık)	265.7	m ²	17.1	4544.15
Y.28.645/A26	Ahşap doğramaya çıta ile 4+4 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı yalıtımlı çift camlı pencere ünitesi takılması	67.65	m ²	86.65	5861.873
	KAPI YAPILMASI	9	Adet	234.54	2110.86
E	DİĞER İŞLER				6413.62
Y.21.301/01	Düz merdiven küpeştesi yapılması ve yerine konulması	10	MT	49.16	491.60
özel fiyat	Merdiven Korkuluk Yapılması	10	MT	25.00	250.00
Y.26.015/252	Granit agregalı teçhizatlı terrazo karo ile (düz) denizlik, harpušta yapılması	6.7	m ²	140.11	938.74
22.080	Tip ahşap gömme dolap yapılması (2.50x1.80)=4.50 m2	8	m ²	206.35	1650.80
22.081	Tip ahşap mutfak tezgah altı dolabı (1.68x0.85)=1.43 m2	8	m ²	385.31	3082.48
F	ELEKTRİK VE MEKANİK PROJE				28315.00
özel fiyat	Sıhhi Su tesisatı *				10000.00
özel fiyat	Armatür ve Bataryalar				2635.00
özel fiyat	Zayıf Akım Tesisatı *				15000.00
742-243	Tip s1-1*20 w. flöresan armatür	20	AD	34.00	680.00
G	GENEL TOPLAM				108178.49

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Serpil Fatma BAHÇECİ
Doğum Tarihi ve Yeri : 01/01/1989 - Antalya
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : srplbhcc@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	YTÜ	2012
Lise	Sayısal	H.M.M. Bileydi Anadolu Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2015	Kapital Gayrimenkul Yatırımı Geliştirme A.Ş.	İnce İşler Şefi
2013	DCH Mimarlık	Junior Architect

YAYINLARI

Bildiri

1. Bahçeci, S. F., Prof. Dr. Gedik, G. Z., (2016). “Enerji Harcaması Düşük Konut Tasarımına Yönelik Bir Yaklaşım”, SBE’16 İstanbul Conferences 13-15 Ekim 2016, İstanbul.

