

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUT VE YERLEŞMELERİN ÖN TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNE
İLİŞKİN BİR MODEL ÖNERİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alican IŞIN

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUT VE YERLEŞMELERİN ÖN TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNE
İLİŞKİN BİR MODEL ÖNERİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Alican IŞIN
(502141501)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502141501 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Alican IŞIN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “KONUT VE YERLEŞMELERİN ÖN TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN BİR MODEL ÖNERİSİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 02 Mayıs 2016
Savunma Tarihi : 09 Haziran 2016





Aileme ve sevdiklerime,



ÖNSÖZ

Bu çalışmada; konut ve yerleşmelerin enerji etkinliği kapsamında, iklimsel veriler ve çevre verileri dikkate alınarak ön tasarım sürecinde izlenmesi gereken adımlar belirlenerek bir tasarım modeli geliştirilmiş ve bu model kullanılarak Çanakkale ilinin Geyikli beldesinde seçilen çalışma alanı için enerji etkin yerleşme ve konutların ön tasarım projesi hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın oluşmasında ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösterici olup desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Gül Koçlar Oral'a, yapıcı eleştiri ve katkıları için değerli jüri üyeleri Doç. Dr. Gülten Manioğlu ve Prof. Dr. Gülay Zorer Gedik'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca; her konuda göstermiş olduğu sabrı, anlayışı ve yardımseverliği için Doç. Dr. Yasin Çağatay Seçkin'e, tüm lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini esiremeyen Osman Özler'e, öğrenim hayatım boyunca bilgisi ve tecrübesiyle hep yanımda olan kuzenim Dr. Osman Bülent Tör'e, bu süreçte beni yalnız bırakmayan aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

Haziran 2016

Alican Işın
Mimar



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Sorun ve Önemi	2
1.2 Çalışmanın Amacı.....	4
1.3 Çalışmanın Hedefi ve Kapsamı.....	4
1.4 Çalışmanın Yöntemi.....	5
2. ENERJİ ETKİNLİĞİ VE MİMARİ TASARIM	7
2.1 Çevre ve Sürdürülebilirlik Kavramları.....	7
2.2 Sürdürülebilirlik ve Mimarlık İlişkisi	9
2.3 Binaların Çevre Sorunlarına Etkileri ve Binalarda Enerji Tüketimi.....	10
2.4 AB’de ve Türkiye’de Binaların Enerji Etkinliğine Yönelik Yasal Düzenlemeler	12
2.5 Enerji Etkin Mimari Tasarım Örnekleri.....	14
2.5.1 Gakuenodori evi	14
2.5.2 Bambu evi	16
2.5.3 Loblolly evi	17
2.5.4 Ulm pasif evleri.....	18
2.5.5 Laketown “Miwa no Mori”	19
2.5.6 Lilac projesi.....	21
2.5.7 Upton Rural ZED	22
2.5.8 Newport eko-köyü.....	22
3. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNİ GEREKLİ KILAN FAKTÖRLER.....	25
4. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	29
4.1 Çevreye İlişkin Faktörler	30
4.1.1 Topografya	30
4.1.2 Yakın çevre yapılaşması	30
4.2 İklimsel Faktörler	30
4.2.1 Güneş ışıınımı	30
4.2.2 Dış hava sıcaklığı	31
4.2.3 Dış hava nemliliği	31
4.2.4 Rüzgâr	32
4.3 Binaya ve Yerleşmeye İlişkin Faktörler.....	33

4.3.1 Bina yeri	33
4.3.2 Bina yönü	33
4.3.3 Bina formu.....	33
4.3.4 Bina kabuğu.....	34
4.3.5 Mekân organizasyonu	35
4.3.6 Doğal vantilasyon.....	36
5. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA AKTİF SİSTEMLERİN KULLANIMI	39
5.1 Güneş Kolektörleri	39
5.2 Fotovoltaik Sistemler	41
5.3 Rüzgâr Türbinleri	43
5.3.1 Kanat sayısına göre rüzgâr türbinleri	44
5.3.2 Rüzgârın geldiği yöne göre rüzgâr türbinleri	45
5.3.3 Rotorun eksenine göre rüzgâr türbinleri.....	45
5.4 Jeotermal Isı Pompaları.....	46
5.5 Biokütle Enerjisi.....	47
6. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN GELİŞTİRİLEN MODEL	49
6.1 Yerleşme Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi	50
6.1.1 İklimsel verilerin derlenmesi.....	50
6.1.2 Topografik verilerin derlenmesi.....	52
6.1.3 İklim tipinin belirlenmesi	52
6.1.4 Termal kuşağın belirlenmesi	53
6.1.5 Mevcut yapıları çevrenin değerlendirilmesi.....	53
6.1.6 Yerleşmeye uygun eğim analizlerinin belirlenmesi	55
6.1.7 Yerleşmeye uygun yön analizlerinin belirlenmesi	55
6.1.8 Mevsimsel su akış rotalarının belirlenmesi.....	55
6.1.9 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	57
6.1.10 Maksimum bina yoğunluğunun belirlenmesi.....	57
6.1.10.1 Geliştirilen bilgisayar programının tanıtılması	58
6.1.11 Güneş analizlerinin belirlenmesi.....	60
6.1.12 Rüzgâr analizlerinin belirlenmesi.....	60
6.1.13 Uygun yerleşme dokusunun belirlenmesi	61
6.2 Bina Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi..	61
6.2.1 Bina formunun belirlenmesi.....	62
6.2.2 Bina yönlendirmelerinin belirlenmesi	65
6.2.3 Mekân organizasyonu	65
6.2.4 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi	67
6.2.4.1 Saydırlık oranı.....	69
6.2.4.2 Kabuğun toplam ısı geçirme katsayısı	69
6.2.5 Binalar arası açık alanların tasarımı	70
6.2.5.1 Uygun yüzey örtücü malzemelerin belirlenmesi.....	70
6.2.5.2 Binalar arası açık alanlarda bitki kullanımı.....	71
6.2.6 Bina performans analizlerinin yapılması.....	73
7. KONUT VE YERLEŞMELERDE ENERJİ ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN GELİŞTİRİLEN MODELİN ÖRNEK ÜZERİNDE UYGULANMASI.....	75
7.1 Yerleşme Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi	76
7.1.1 İklimsel verilerin derlenmesi.....	76

7.1.2 Topografik verilerin derlenmesi.....	76
7.1.3 İklim Tipinin Belirlenmesi.....	77
7.1.4 Termal kuşağın belirlenmesi.....	78
7.1.5 Mevcut yapılı çevrenin değerlendirilmesi.....	78
7.1.6 Yerleşmeye uygun eğim analizlerinin yapılması.....	79
7.1.7 Yerleşmeye uygun yön analizlerinin yapılması.....	79
7.1.8 Mevsimsel su akış rotası analizleri.....	81
7.1.9 Analiz sonuçlarının kesıştırılması.....	81
7.1.10 Maksimum bina yoğunluğunun belirlenmesi.....	81
7.1.11 Güneş analizlerinin yapılması.....	83
7.1.12 Rüzgâr Analizlerinin Yapılması.....	84
7.1.13 Uygun yerleşme dokusunun belirlenmesi.....	85
7.2 Bina Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi .	86
7.2.1 Bina formlarının belirlenmesi.....	86
7.2.2 Bina yönlendirmelerinin belirlenmesi.....	89
7.2.3 Mekân organizasyonunun belirlenmesi.....	91
7.2.4 Bina kabuğunun termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi.....	91
7.2.4.1 Saydamlık oranının belirlenmesi.....	93
7.2.4.2 Kabuğun toplam ısı geçirme katsayısı.....	95
7.2.5 Binalar arası açık alanların tasarımı.....	97
7.2.6 Bina performans analizlerinin yapılması.....	99
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	107
KAYNAKLAR	109
EKLER.....	113
ÖZGEÇMİŞ.....	143



KISALTMALAR

NASA	: National Aeronautics and Space Administration
BM	: Birleşmiş Milletler
GFN	: Global Footprint Network
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AB	: Avrupa Birliği
BIM	: Building Information Model
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
WWF	: World Wildlife Fund
MCP	: Measure, Correlate and Predict
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
DEM	: Digital Elevation Model
GIS	: Geographic Information Systems
CASBEE	: Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency



SEMBOLLER

D	: Kalınlık
δ	: Yoğunluk
λ	: Isı İletim Katsayısı
c	: Özgül Isı
U	: Isı Geçirme Katsayısı
R	: Toplam Isıl Direnç
h	: Saat Açısı
D	: Deklinasyon Açısı
GS	: Güneş Saati
n	: Hesap Günü
y	: Yükseklik Açısı
e	: Enlem Açısı
A_g	: Güneşin Azimut Açısı
A_y	: Yüzeyin Azimut Açısı
P	: Profil Açısı
H	: Bina Yüksekliği
s	: Arazi Eğim Açısı
U_{ön}	: Güneyli Yamaçlarda Gölge Boyu Uzunluğu
U_{arka}	: Kuzeyli Yamaçlarda Gölge Boyu Uzunluğu



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Konut Binalarının Toplam Bina Sayısına Oranı (TÜİK).	11
Çizelge 4.1 : $R_{iç}$ ve $R_{dış}$ değerleri (TS 825).	35
Çizelge 4.2 : Pencere konum ve boyutlarının rüzgâr hareketine etkisi.	37
Çizelge 5.1 : Modern biokütle çevrim teknolojileri (Türe, 2001).	48
Çizelge 6.1 : Türkiye'nin 5 farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yön ve eğim analizi (Zeren L. v.d., 1990).	56
Çizelge 6.2 : Enlemlere göre minimum bina aralıkları.	60
Çizelge 6.3 : İklim tipine uygun bina form ve yönlendirilişi (Zeren L. v.d., 1990). ..	64
Çizelge 6.4 : İklim tipinin karakteristik özelliklerinin hakim olduğu yörelerde iklim tipine göre çatı form seçimleri (Özdemir, 2005).	65
Çizelge 6.5 : Konut yapısı mekânların uygun yönlendirme şeması (Aronin, 1992). ..	67
Çizelge 6.6 : İklim tipine göre uygun bina kabuk özellikleri.	68
Çizelge 6.7 : Farklı iklim bölgelerine göre binalar arası açık alanlarda kullanılması uygun olan yüzey örtücü malzemeler (Orhon, 1998).	70
Çizelge 6.8 : Çeşitli malzemelerin güneş ışıınımı yutuculuk katsayıları (Kılıç, Öztürk, 1983).	71
Çizelge 7.1 : Bina yönlendirmelerinin durumu.	90
Çizelge 7.2 : Bina tiplerinin mekân organizasyonları (kuzey sayfanın yukarısidir.). ..	92
Çizelge 7.3 : Tasarlanan binaların cephelerine göre saydamlık oranları.	95
Çizelge 7.4 : A tipi ısıtma soğutma kapalı durum verileri.	101
Çizelge 7.5 : B Tipi ısıtma soğutma kapalı veri çizelgesi.	102
Çizelge 7.6 : C Tipi ısıtma soğutma kapalı veri çizelgesi	102
Çizelge 7.7 : Isıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri.	103
Çizelge 7.8 : Elektrikli ev aletlerinin yükleri.	104
Çizelge 7.9 : Yerleşmenin toplam enerji ihtiyacı.	104



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Dünya kaynakları kullanımı araştırması sonucu (Url-1).....	3
Şekil 2.1 : Çevre kalkınma ve ekonomi üçgeni (Edwards, 2001)	8
Şekil 2.2 : Sektörel enerji harcamaları grafiği (Keskin, 2010).....	11
Şekil 2.3 : AB bünyesinde binaların enerji etkinliğine yönelik yapılan diğer yasal düzenlemeler (Öztürk, 2010).	13
Şekil 2.4 : Türkiye’de binaların enerji etkinliğine yönelik yapılan yasal düzenlemeler (Öztürk, 2010).	14
Şekil 2.5 : Gauenodori evinin dışardan görünüşü (Url-2).	15
Şekil 2.6 : Tampon bölge (Url-2).	15
Şekil 2.7 : CASBEE değerlendirme sonucu (Url-3).....	16
Şekil 2.8 : Bambu evinin güney yönünden görünüşü (Url-4).....	16
Şekil 2.9 : Bambu evine ait planlar (Url-5)	17
Şekil 2.10 : Loblolly evinin dışarıdan görünüşü (Url-6)	18
Şekil 2.11 : Binanın dışardan görüntüsü (Url-7)	18
Şekil 2.12 : Yerleşmenin görüntüsü (Url-7)	19
Şekil 2.13 : Laketown projesine ait görseller (Url-8).....	20
Şekil 2.14 : CASBEE değerlendirmesi sonucu (Url-9).	20
Şekil 2.15 : Lilac projesine ait görsel (Url-10).....	21
Şekil 2.16 : Upton Rural binasının dışarıdan görüntüsü (Url-11)	22
Şekil 2.17 : Newport eko-köyü ön tasarım projesine ait görüntü (Url-12).....	23
Şekil 3.1 : Bina tasarımının ve teknolojinin karbondioksit salınımına etkisi (Url-13)	27
Şekil 5.1 : Güneş Kolektörünün çalışma prensibi (Palz, Steemers, 1988).	39
Şekil 5.2 : Düzlemsel güneş kolektörünün yapı bileşenleri (Url-14)	40
Şekil 5.3 : Yoğunlaştırıcı güneş kolektörlerinin çalışma prensibi (Url-15).....	40
Şekil 5.4 : Fotovoltaik hücrede oluşan elektrik yükü	41
Şekil 5.5 : Fotovoltaik hücre, bu hücrelerin seri bağlanması sonucu elde edilen modül (panel), ve modüllerin birbirine paralel veya seri bağlanmasıyla oluşturulan fotovoltaik dizi	42
Şekil 5.6 : Monokristal hücre (Url-16)	42
Şekil 5.7 : Polikristal hücre (Url-17)	43
Şekil 5.8 : İnce Film Kaplaması (Url-18)	43
Şekil 5.9 : Kanat Sayısına göre türbinler (Durdyev, 2010)	44
Şekil 5.10 : Rüzgâr altı (a) ve rüzgâr üstü (b) türbinlerin şematik anlatımı (Url-19)	45
Şekil 5.11 : Düşey (a) ve yatay (b) eksenli rüzgâr türbini örnekleri (Url-20), (Url-21)	46
Şekil 5.12 : yatay (a) tip ısı pompaları ve düşey (b) tip ısı pompaları (İlken, 2000).	47
Şekil 6.1 : Uygun yerleşme tasarımı süreci	51
Şekil 6.2 : Türkiye’nin 5 iklim tipine göre yerleşmelerin termal kuşak ile kurması gereken ilişkisi (Berköz v.d., 1995)	54

Şekil 6.3 : Grasshopper algoritması.....	59
Şekil 6.4 : Örnek hesap çıktıları.....	59
Şekil 6.5 : Enerji etkin bina tasarım süreci	62
Şekil 6.6 : Aynı hacme sahip ilgili geometrik şekillerin yüzey alanlarının karşılaştırılması (Daniels, 1979)	63
Şekil 6.7 : Talep edilen toplam ısı yükü yüzdelilerinin karşılaştırması (Krusche v.d., 1982)	63
Şekil 6.8 : Bina kütlelerinden rüzgâr kaynaklı ısı kayıplarının karşılaştırılması (Anon, 1979)	66
Şekil 7.1 : Çalışma alanına ait hava fotoğrafı.....	75
Şekil 7.2 : Derlenen iklim verileri	77
Şekil 7.3 : Termal kuşağın belirlenmesi	78
Şekil 7.4 : Çevredeki mevcut bina dokusu	79
Şekil 7.5 : Eğim analizleri.....	80
Şekil 7.6 : Yön analizleri	80
Şekil 7.7 : Dere oluşumu risk analizi.....	81
Şekil 7.8 : Analiz Sonuçlarının Kesişimi.....	82
Şekil 7.9 : Grasshopper çıktısı	82
Şekil 7.10 : Gölge konisi ile birlikte maksimum bina yoğunluğu	83
Şekil 7.11 : Güneş analizleri ile belirlenen yıllık ortalama güneş ışınlamı şiddeti	84
Şekil 7.12 : Çevre binaların çalışma alanındaki rüzgâr şiddeti ve dağılımına etkisi .	85
Şekil 7.13 : Analizler sonucu oluşturulan yerleşme dokusu.....	86
Şekil 7.14 : A tipi formu	87
Şekil 7.15 : A tipi konuta ait görsel	87
Şekil 7.16 : B tipi form gelişimi	88
Şekil 7.17 : B tipi konuta ait görsel	88
Şekil 7.18 : C tipi form gelişimi	88
Şekil 7.19 : C tipi konuta ait görsel	89
Şekil 7.20 : Kış (a) ve yaz mevsimi (b) rüzgâr perdesinin mevsimlik hareketleri	89
Şekil 7.21 : Bina konum ve yönlendirmeleri	91
Şekil 7.22 : Cephe saydamlık oranının ısıtma – soğutma yüklerine etkisi çalışma sonuçlarının derlemesi.....	93
Şekil 7.23 : Dış duvar detay çizimi (plan)	96
Şekil 7.24 : Eğimli çatı detay çizimi (kesit).....	96
Şekil 7.25 : Yeşil çatı detay çizimi (kesit).....	97
Şekil 7.26 : Zemin döşemesi detay çizimi (kesit).....	98
Şekil 7.27 : A tipi konutlara ait kesitler; kış(a), yaz(b).....	99
Şekil 7.28 : B tipi konutlara ait kesitler; kış(a), yaz(b).....	99
Şekil 7.29 : C tipi konutlara ait kesitler; kış-dış(a), yaz-dış(b), kış-iç(a), yaz(b)	99
Şekil 7.30 : Yerleşmede yenilenebilir kaynakların kullanım şeması.....	105

KONUT VE YERLEŞMELERİN ÖN TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN BİR MODEL ÖNERİSİ

ÖZET

Bu çalışmada konut ve yerleşmelerin enerji etkin tasarlanmasında yol gösterici ilkelerin belirlenmesi ele alınmaktadır. Enerji etkin konut ve yerleşmelerin iklimsel veriler ve çevre verileri dikkate alınarak ön tasarım sürecinde izlenmesi gereken adımlar belirlenmiş ve bu adımlar örnek bir çalışma için girdi olarak kullanılarak, Çanakkale'nin Geyikli beldesinde enerji etkin yerleşim birimi ön tasarım projesi hazırlanmıştır.

Çalışma sekiz bölüm ve eklerden oluşmaktadır.

Giriş bölümü olan birinci bölümde; iklim değişikliği ile enerji kullanımının ilişkisi, enerji kullanımının çevreye ve insan yaşamı için ortaya çıkardığı sorunlar ve sorunların önemi vurgulanmakta, çalışmanın amacı, hedefi, kapsamı ve yöntemi açıklanmaktadır.

İkinci bölümde; çevre ve sürdürülebilirlik gibi enerji etkinliğinin temelini oluşturan kavramlara değinilerek, enerji etkinliğinin mimari tasarımla olan ilişkisi tarif edilmektedir. Konuyu daha iyi ifade edebilmek için; binaların çevre sorunlarına etkileri, literatürde geçen çeşitli kaynaklardan derlenerek Avrupa Birliği ve Türkiye'de binaların enerji etkinliğine yönelik yasal düzenlemeler tanıtılmaktadır.

Üçüncü bölümde; enerji etkin konut ve yerleşme tasarımının gerekliliği tartışılmakta, gerekli kılan faktörler maddeler halinde sıralanmaktadır.

Dördüncü bölümde, konutların ve yerleşme tasarımının enerji etkinliğini etkileyen faktörler sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmada yer alan faktörlerin enerji etkinliğini ne yönde etkilediği de kısaca açıklanmaktadır.

Beşinci bölümde; binaların enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil yakıt kullanımını azaltan ve atmosfere salınan karbondioksit miktarını azaltan aktif sistemler tanıtılmaktadır.

Altıncı bölümde; yerleşme ölçeğinde ve bina ölçeğinde enerji etkinliğinin artırılması için izinden gidilecek ilkeler ve geliştirilen bir yöntem olarak, ön tasarım aşamasına ilişkin bir model önerisi yer almaktadır.

Yedinci bölümde; geliştirilen model önerisinin Çanakkale, Geyikli örneği üzerinde uygulanması ve adımların nasıl izlendiği açıklanmaktadır.

Sekizinci bölümde çalışmanın sonucu ve gelecek çalışmalara ne yönde katkı sağlayacağı yer almaktadır.

Ekler bölümünde ise;

- Binaların birbirine göre konumlarının, hakim rüzgâra göre konumlandırılışlarının, yerleşme içerisinde rüzgâr hızı ve türbülans yoğunluğuna etkisinin incelendiği grafikler
- Pencere konum ve boyutlarının iç mekânda doğal havalandırmaya etkisi
- Türkiye’de illerin; enlemlerine, yönlerine ve arazi eğimine göre binaların güneş ışıınımı kazancının engellenmediği minimum binalar arası mesafeleri içeren tablolar
- Cephe yönlerine göre saydamlık oranının binaların güneş ışıınımı kazancı, ısıtma yükleri ve soğutma yüklerine etkilerinin tablo ve grafikleri
- Tasarlanan yerleşme ve konutlara ait teknik çizimler
- Projeye ait çeşitli görüntüler yer almaktadır.



A MODEL PROPOSAL FOR CONCEPT DESIGN OF RESIDENTIAL BUILDINGS AND SETTLEMENTS CONSIDERING ENERGY EFFICIENCY

SUMMARY

Today's world suffers from climate change, which is caused by excessive emissions of greenhouse gasses. Carbon dioxide is an important heat-trapping greenhouse gas, which is released through human activities such as deforestation and burning fossil fuels.

Buildings are responsible for a large proportion of carbon dioxide emissions due to energy use. It is estimated that currently, buildings contribute as much as one third of total carbon dioxide emissions, primarily through the use of non renewable energy sources during their operational phase. However the building sector has the largest potential for significantly reducing carbon dioxide emissions compared to other sectors. If energy efficiency of buildings increases 22%, 45 million tonnes of carbon dioxide gas emissions can be prevented per year.

This thesis study focuses on designing energy efficient residential buildings and settlements since more than 85% of existing buildings in Turkey are residential buildings. In this study, it is aimed to determine the design parameters which involve the energy efficiency of the buildings. To accomplish this goal, a predesign process, which is based on atmospherical and environmental factors of energy efficient buildings and settlements, is proposed. This approach is applied in predesigning of an energy efficient settlement located at Geyikli province of Çanakkale.

The study includes eight chapters and several appendices. It is organized as follows.

Chapter 1, which is the introduction part, presents the problem, the scope, target and the predesign process methodology. At the first part of chapter 1, climate change is discussed. In this part the reasons for climate change are described as; post Industrial Revolution trends in energy utilization, population growth and urbanization. The relation between climate change and energy utilization, and the issues connected with the energy utilization are also emphasized in this chapter.

Chapter 2 is more likely a literature review and in the content of this chapter, the correlation of the energy efficiency and architectural design is described along with the basic concepts of energy efficiency including the sustainability and environment.

Contribution of buildings to environmental issues is addressed by giving references to legislations from the countries in European Union and Turkey regarding energy efficiency of buildings. From this aspect it can be said that there is a long way to achieve a significant progress by the legal sanctions.

As a part of literature review, some examples of the energy efficient building and settlement projects are also given in this chapter, considering a crosscheck between the examples in literature and the outcome design project of this study.

The importance of designing energy efficient buildings and those factors that necessitate such designs are discussed in Chapter 3. In this chapter, it is also stated that increasing unbounded usage of non renewable sources is the great threat for the natural environment. The problem is explained by the support of work reports by respected institutions and organisations concerning energy waste, source usage and environmental impact. At the end of the chapter the factors, which make energy efficiency in buildings and settlements crucial are designated. The findings are;

- Unhealthy urbanization
- Global warming and pollution
- Rapid human population growth
- Extinction of fossil fuels
- The concept of sustainability

The prevailing factors in designing energy efficient buildings are classified and described briefly in Chapter 4. There are two main parameters for this classification. The first one is the climate and site variables and the second one is the building specific variables. The climate and site variables are directly affect the building spesific variables. In order to move on systematically and without any data loss during the architectural design process, climate and site variables have to be designated before building specific variables. Brief explanation of those variables and their effects on energy efficiency are given in this chapter.

The renewable energy resources, such as solar collectors, photovoltaic panels and wind turbines contribute to the reduction of carbon dioxide emissions through decreasing trust on fossil fuels such as petroleum and natural gas. The active renewable energy systems which enable reduction of utilizing fossil fuels and carbon emissions of buildings are addressed in Chapter 5.

The methodology proposed of pre-designing energy efficient buildings is presented in Chapter 6 following the presentation of main principles to increase energy efficiency in buildings. In this chapter the principles of energy efficient design are determined depending on prevailing factors described in Chapter 4. In the light of these principles design strategy models for both site selection and building design are created. Then, every step of these models are explained according to previous studies in the literature or by specialized studies that have been done in the content of this thesis study.

The developed computer program, which helps the architect or designer to decide building density in the site, in terms of solar gain, latitude, direction and slope is also introduced in Chapter 6.

Practice of this methodology in pre-designing of an energy efficient settlement located at Geyikli province of Çanakkale is described in Chapter 7. In this part each design step is performed in line with the proposed model refered in Chapter 6. The issues, which are experienced during the design stage, and precautions are explained with various figures and illustrations in this chapter.

The conclusions drawn from the study is presented in Chapter 8 which includes contributions of the study, the topics that need further investigation, and recommendations for future studies.

The attachments of the study are:

- Wind analysis which show wind effects on buildings both interior and exterior.

- Tables that show minimum distance requirements between the buildings in Turkey to satisfy maximum gain of solar radiation in terms of latitude, longitude, direction and slope.
- Tables and graphics that show correlations of the opening ratio on the building shell with the solar radiation gain, heating loads, and cooling loads, based on direction of the building facades.
- Technical drawings of pre-design project
- Renders of pre-design project





1. GİRİŞ

İklim değışikliğı geleceğimizin en büyük tehditlerinden biridir ve beraberinde getirdiğı sel, kuraklık, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi gibi ciddi sorunlarla dünya üzerindeki insan yaşamını ve gelecek kuşakların yaşama hakkını tehdit etmektedir. Bu sürecin başlatıcısı olan insan, çevresel etkilerin ortadan kalkabilmesi için, iklim değışikliğinin temel sebeplerinden olan sera gazı salımlarını doğanın kendini yenileme hızıyla dengelemek zorundadır.

İklim değışikliğine yol açan sera gazlarının karbondioksit (CO₂), Metan (CH₄), diazot monoksit (N₂O) insan etkileri sonucu ortaya çıkan küresel ısınma etkisi içindeki payları sırasıyla %50, %18 ve %6 olduğu tahmin edilmektedir (UNFCCC, 2005).

Birleşmiş Milletler (BM) sera gazı salımlarının azaltılmasını hedefleyen Kyoto Protokolü ile bu gazların salımını dünya genelinde sınırlandırmayı amaçlamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerden Endonezya 2009'dan 2020'ye kadar karbondioksit gazı emisyon seviyesini %26 azaltmayı vadetmiştir. Brezilya ise 2025'e kadar orman tahribini bitirerek yeniden ağaçlandırma aşamasına geçme sözü vermiştir (Cook, 2011).

Sera gazı salımında binaların etkisi büyüktür. Günümüzde tüketilen enerjinin %30'unun binalarda kullanıldığı bilinmektedir. Binaların enerji verimliliğı %22 artırılırsa, yılda 45 milyon ton karbondioksit gazı salımının önüne geçilebilir (Eicker, 2009). Bugün yaşamını devam ettirmekte olan insanlar ve gelecek nesiller için binaların enerji etkinliğinin artırılması gereklidir.

Binalarda enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için, bina tasarımları iklimle ve coğrafyayla uyumlu pasif sistemler olarak ele alınmalıdır. Bina tasarımlarında çevre verilerine bağı yöntemler kullanılırken, malzeme seçimi ve binayla bütünleşmiş pasif ve aktif sistemlerle, binaların enerji kullanımının azaltılması, enerji üretimine katkı sağlaması mümkündür.

Bu durumda mimarların amacı, gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak, bunun önündeki en büyük engel olan binaların enerji ihtiyacına yönelik kaynak

kullanımını azaltarak binaların enerji etkinliğini artırmak olmalıdır. Bunu başarabilmek için tasarımcının denetiminde bulunan tasarım parametrelerinin doğru belirlenmesi gerekir. Bu parametreler; binanın bulunduğu yer, bina aralıkları, binanın yönü, bina formu ve bina kabuğudur. Parametrelerin doğru belirlenmesiyle oluşturulan binalar yenilenebilir enerji kaynaklarıyla beslenerek çevreye verilen zarar en aza indirilebilir. Böylece ortaya çıkan binalar ve yerleşme dokularının katma değeri artar, içinde bulunulan çevrenin değerli birer parçası olurlar.

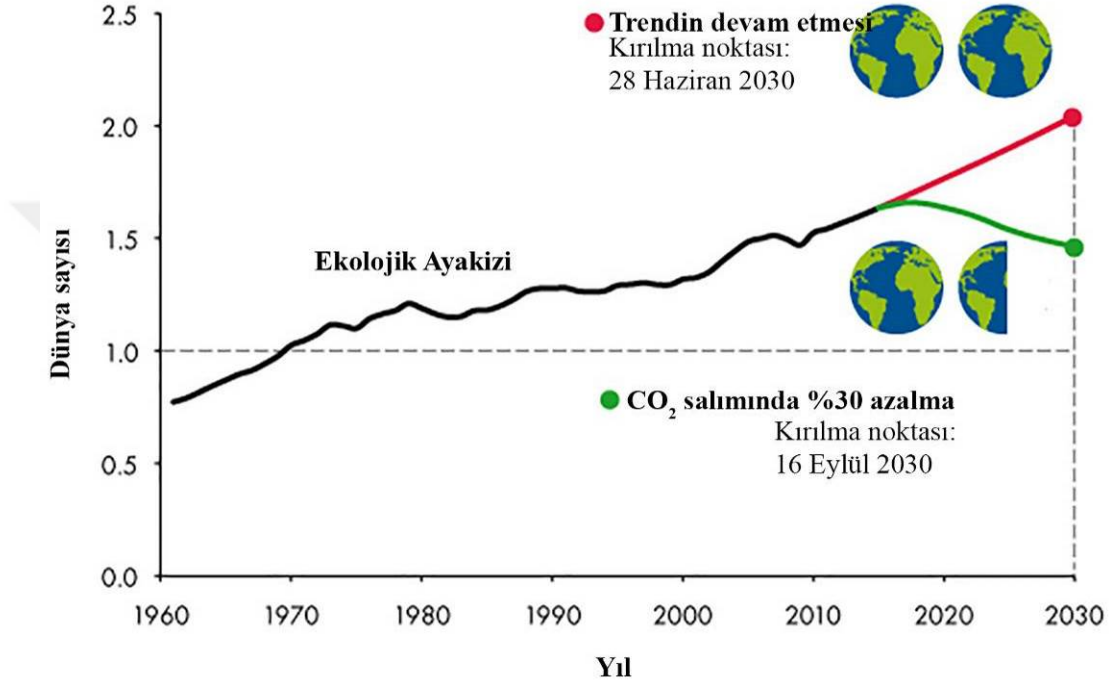
1.1 Sorun ve Önemi

Sanayi devrimi ile beraber teknoloji hızla gelişmeye başlamış ve insan hayatında köklü değişimleri tetiklemiştir. Yeniliğe adapte olma sürecinde gerek günlük ihtiyaçlar, tüketim alışkanlıkları ve ekonomik faaliyetler; gerekse yaşam alışkanlıkları ve potansiyeller kentselleşmeyi beraberinde getirmiş, kırsaldan kentlere göçü desteklemiştir. Kent nüfusunun hızla artması şehirlerin büyümesine, yaşam alanlarının kalabalıklaşmasına, yeni ulaşım ve iletişim yollarının kullanılmaya başlamasına sebep olmuştur. Bu hızlı gelişim süreci enerjiye olan talebin katlanarak artmasını beraberinde getirmiştir.

Dünya nüfusu 100 yıl önce yaklaşık 1,5 milyar iken 2001 yılında bu sayı 6,1 milyara çıkmış ve 2050 yılında ise, dünya nüfusunun en az %50 artış göstererek 9 milyara ulaşması beklenmektedir (United Nations, 2005). Bu 3 milyar insan için konut, ofis, okul, hastane, alışveriş merkezi, fabrika gibi bina stoku anlamına gelmektedir. Nüfusun bu oranda artmasıyla beraber; enerji tüketiminin şu anki rakamlarının en az %25 üzerine çıkması, su tüketimi ve atık üretiminin de en az %30 artması beklenmektedir (UNEP, 2002). Bununla beraber önümüzdeki 100 yıl içerisinde benzin, doğal gaz ve uranyum gibi insanlığın temel enerji kaynaklarının da tükenme tehlikesi altında olduğu bilinmektedir.

Enerji ve kaynaklara olan ağır talep “Sürdürülebilirlik” kavramını ön plana çıkarmıştır. Özellikle 1970lerde yaşanan enerji krizinin sürdürülebilirliğin ön plana çıkmasında ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların ivme kazanmasında büyük rol oynamıştır. Krizi yaşayan ülkelerin sorunun yerel değil küresel olduğunu fark etmesi fazla vakit almamış ve Kyoto Protokolü ve Rio Zirvesi gibi platformlarda ülkeler bir araya gelerek sürdürülebilir bir dünya için çözüm üretmeye başlamışlardır.

Global Footprint Network'ün (GFN) yaptığı araştırmanın sonucuna göre; bugün dünya nüfusunun süregelen trend doğrultusunda yaşamını devam ettirebilmesi için dünya kaynaklarının 1,6 katına ihtiyacı olduğu bilinmektedir. Bu durumda, dünyanın insanoğlunun bir yılda kullandığı kaynakları yerine geri koyabilmesi için 1 yıl 7,5 aya ihtiyacı vardır. Bu trend değişmediği takdirde 2030 yılında talebin dünya kaynaklarının 2 katına ulaşması beklenmektedir. Şekil 1.1'de GFN'nin yaptığı araştırmanın sonucunun grafiğe dökümü verilmiştir.



Şekil 1.1 : Dünya kaynakları kullanımı araştırması sonucu (Url-1)

Son yıllarda çevreci hareketler yönetim aşamalarının, meslek gruplarının ve kamunun yoğun katılım gösterdiği eylemlere dönüşmüştür. Mimarlık da bundan bağımsız düşünülemez.

Mimari unsurlar olan binaların henüz yapım evresinde, inşaattan sorumlu personel ve ekipmanlar kullanılacak alanı tahrip etmektedir. İnşaat sahasından uzak mesafelerde gerçekleşen yapı malzemesi imalatı ve bunların sahaya taşınması, inşaat sonrasında gerçekleştirilen çeşitli uygulamalar çevrede uzun süreli olumsuz etkiler bırakır. Yani inşaat ve onarım sırasında kullanılan tüm kaynakların çıkarılması, işlenmesi ve sahaya taşınması da çevrede olumsuz etkiler bırakmaktadır. Dolayısıyla binaların çevresel etkileri, özellikle son yıllarda, mimarlık disiplininin temel endişe odağıdır. Sık konumlandırılmış ve yüksek bloklardan oluşan yerleşme projelerinin kullanıcı sağlığı ve konforunun yanı sıra yörenin iklimsel karakterine etkileri sıkça tartışılan

meselelerdir. Her ne kadar çevre ve mimarlık üzerine çok konuşulan ve tartışılan başlıklar olsalar da bu konuda ümit verici bir yol kat edildiğinden bahsetmek güçtür.

1.2 Çalışmanın Amacı

Binaların çevresel etkileri son yıllarda çok tartışılan bir konudur. Teknolojinin gelişmesiyle beraber enerji etkin bina ve yerleşmelerin tasarımında kullanılan, uzun süreçler gerektiren analizlerin ve simülasyon çalışmalarının çok kısa sürelerde sonuca ulaşması sağlanmıştır. Bu çerçevede yapılan çalışmanın amacı;

- Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımını gerekli kılan faktörlerin belirlenmesi,
- Tasarım sürecinde alınacak kararlar ile binalarda enerji kullanımını ve karbon salımını büyük oranda düşürmenin mümkün olduğunun gösterilmesi,
- Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımında izlenecek adımların belirlenmesi,
- Binaların enerji etkinliğine katkı sağlayan pasif ve aktif sistemlerin seçiminde dikkat edilecek faktörlerin belirlenmesi

olarak sıralanabilir.

1.3 Çalışmanın Hedefi ve Kapsamı

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'nin sektörel enerji tüketim raporuna göre tüm enerji harcamalarının %30'unu konutlardaki enerji kullanımı oluşturmaktadır. Konutların enerji harcamalarına sadece bina ölçeğindeki tasarım kararları değil aynı zamanda yerleşme ölçeğinde alınan kararlar da etki etmektedir. Bu bağlamda çalışmanın ana hedefi bina ve yerleşme ölçeğinde enerji kullanımının azaltılmasıdır. Enerji harcamalarının azaltılmasıyla binaların karbondioksit salımının düşmesi de beklenmektedir. Enerji etkin bina ve yerleşme tasarımı yenilenebilir enerji kaynaklarıyla desteklenerek azaltılan karbondioksit salımını ve şebeke yükünü en aza indirgeyerek binaların çevreyle uyumlu pasif sistemler olarak tasarlanması ise çalışmanın ikincil hedefidir.

Çalışmada çevresel parametreler, sürdürülebilirlik kavramı , iklimsel parametreler ve yapma çevreye ilişkin parametrelere değinilmiş; bu kavramların mimari ön tasarım aşamasında veri olarak kullanılması irdelenmiştir. Buna ek olarak yenilenebilir enerji

kaynaklarının yerleşmede nasıl kullanılması gerektiği tartışılmış, modelin uygulaması aşamasında örnek bir çalışma ile modelin sağlaması yapılmıştır.

1.4 Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada çeşitli kaynaklardan derlenen veriler ışığında enerji etkin konut ve yerleşme tasarımıda kullanılacak ilkeler belirlenmiş ve bu ilkelerin nasıl uygulanacağını gösteren bir ön tasarım modeli geliştirilmiştir. Yöntemin uygulanması aşamasında oluşturulan model önerisine bağlı olarak örnek teşkil etmesi açısından Çanakkale ilinin Geyikli beldesinde uygun yerleşim bölgesi seçilmiş ve bu yerleşim bölgesi üzerinde enerji etkin konut ve yerleşme tasarımı yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında yer seçimi ve bina aralıklarını belirleme aşamasında yardımcı olması açısından Grasshopper yazılımı aracılığıyla bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.



2. ENERJİ ETKİNLİĞİ VE MİMARİ TASARIM

Bu bölümde; çevre ve sürdürülebilirlik gibi kavramlara değinilerek, enerji etkinliğinin mimari tasarımla olan ilişkisi açıklanmaktadır. Binaların çevre sorunlarına etkileri, literatürde geçen çeşitli kaynaklardan derlenerek Avrupa Birliği ve Türkiye’de binaların enerji etkinliğine yönelik yasal düzenlemeler açıklanmaktadır. Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımlarına ilişkin örnekler de bu bölümde incelenmektedir.

2.1 Çevre ve Sürdürülebilirlik Kavramları

Çevre en basit tanımıyla; dünya üzerinde yaşamını sürdüren canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşime girdikleri fiziki ve sosyal ortam olarak değerlendirilebilir. Çevre konusunu her araştırmacının farklı biçimde ele almış olması çevrenin geniş bir kapsamı olduğunu göstermektedir.

Lawrence’a göre çevre, yıllar boyunca insan etkinliklerinin gerçekleştiği ortamların mekânsal ve toplumsal öğeleri olarak tanımanmış ve bu dönem süresince çevrenin inorganik ve biyolojik öğeleri göz ardı edilmiştir (Ciravoğlu, 2009).

Yücel ve Morgil’e göre çevre, bir canlı organizmayı veya canlı topluluğu yaşama süresince etkileyen her türlü, biyotik ve abiyotik (sosyal, kültürel, tarihsel, iklimsel, fiziksel) faktörlerin tümü olarak tanımlanmıştır. (Yücel, Morgil, 1998)

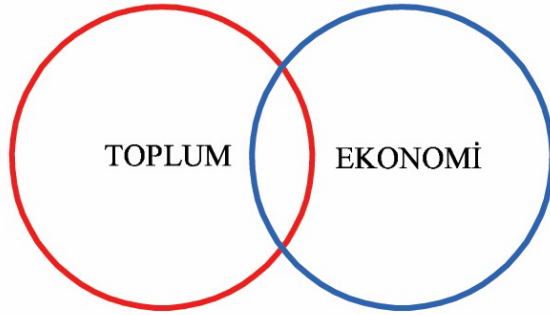
Çevre yasasında ise çevre, bütün vatandaşların ortak varlığı olup; hava su, toprak, bitki ve hayvan varlığı ile doğal ve tarihsel zenginlikleri şeklinde ifade edilmektedir.

Çevre yeryüzündeki ilk canlı ile var olan bir ortamdır. Uzun yıllar çevresi ile uyumlu bir yaşam sürdüren canlılar açısından, özellikle de insan için çevre ciddi bir sorun olmamıştır. İnsan doğa dengesinin bozulmaya başlaması ile birlikte çevre sorun olarak gündeme gelmiş sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır (Yücel, Morgil, 1998).

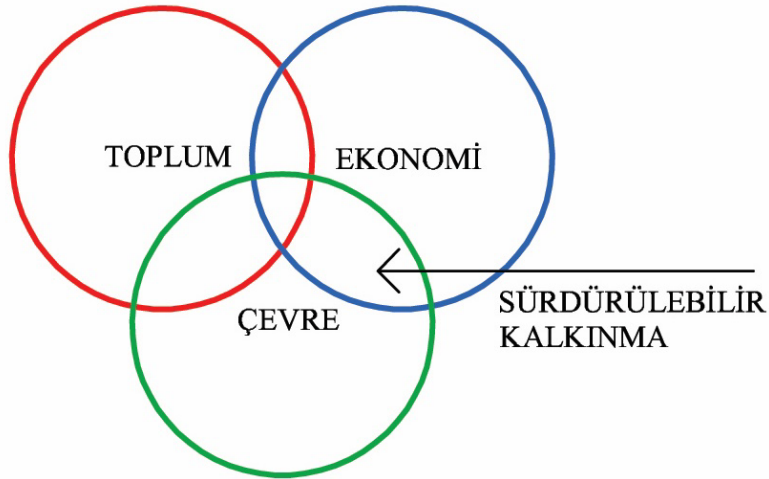
20. yüzyılın en önemli kavramlarından biri olan sürdürülebilirlik ilk olarak Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nca Bruntland raporunda kalkınma ile bütünleştirilerek “Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerinin

karşılanma yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmış, en yalın ifadeyle; çevre kalkınma ve ekonomi üçgenindeki ilişkilerin belirleyicisi olmuştur (Brundtland, 1987). Şekil 2.1.’de dünyada kalkınmaya yönelik değişen perspektif verilmiştir.

1987 Öncesi Dünyada Kalkınmanın Temel İlkesi



1987 Sonrası Dünyada Kalkınmanın Temel İlkesi



Şekil 2.1 : Çevre kalkınma ve ekonomi üçgeni (Edwards, 2001)

Kavram ilk olarak kalkınma kavramı ile beraber kullanılarak gündeme gelmiş, sürdürülmesi gerekenlerin neler olması gerektiğine dair genel bir çerçeve çizmiştir. Ancak bütünün sürdürülebilirliği için, oluşturulan öğelerin de sürdürülebilir olması gerektiği düşünülerek kavramın çerçevesi ve ölçeği küçültülmüş, yerel yapılarda hatta obje bazında sürdürülebilirlik aranır hale gelmiştir (Atıl v.d., 2005).

Günümüzde sürdürülebilirlik, bir yandan doğal kaynakların kullanımına devam edilirken, öte yandan bu kaynakların gelecek nesiller tarafından da kullanılabilmesini güvenceye almak şeklinde tanımlanmaktadır.

Sürdürülebilirlik kapsamında gerçekleştirilen en önemli toplantı 1972 yılında yapılan Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'dır. Bu konferanstan sonra yayınlanan Stockholm Çevre Bildirgesi'nde ilk defa insanın çevresini koruması için çeşitli ilkeler belirlenmiştir. Bu konferanstan sonra 1976 yılında Barcelona Sözleşmesi yapılmış ancak çok dar kapsamlı olduğu için istenileni verememiştir. En önemli gelişme 1992 yılında Rio'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'dır (Ayaz, 2002).

2.2 Sürdürülebilirlik ve Mimarlık İlişkisi

Gelişmişliğin en önemli ölçütü kabul edilen teknoloji gücünü enerjiden alır. Nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler enerji kullanımındaki artışın en önemli etkenleridir. Enerji kullanımının yoğun olduğu alanlardan birisi de binalardır. Binalar tüm yaşam döngüsü boyunca (yapım, kullanım, yıkım, geri dönüşüm) enerji harcamaktadır.

Bina inşa edildikten sonra çevre ile uzun süreli bir etkileşim içine girer. Bu nedenle mimarlar, “sürdürülebilir çevreler” tasarlamak ve üretmekle yükümlüdürler. Bu bağlamda eko-tasarım, yeşil mimarlık, ekolojik mimarlık, çevresel mimarlık gibi kavramlarla ifade edilen etkinlikler, ekosistemde canlı ve cansız tüm varlıkların birlikte var olmasını sağlayan ve çevresel dengeyi/sağlığı güven altına alan mimari çözümler bulmayı amaçlar. Tasarlanan çözüm ise fiziksel/somut ifadesini yine çevresel etkiler dikkate alınarak kazanır (Gültekin v.d., 2007).

Mimaride sürdürülebilirlik; yenilenebilir kaynakların kullanımını, enerji etkin teknolojileri, doğaya saygılı malzemelerin kullanımını, geri kazanımını ve yeniden kullanım faaliyetlerini, tasarım ve yapımın her evresinde tüm bunları kapsayarak ekolojiyi düşünmeyi esas alır. Bu ilkeler doğrultusunda binalar yaşam döngüsünün tüm evrelerinde sürdürülebilirlik çerçevesinde incelenebilir.

Yeni binaların tasarımında; kullanıcının iklimsel ve görsel konfor durumunda bulundurulmasının yanında,

- Bina formunun; inşa edildiği yörenin coğrafi ve iklimsel koşulları göz önünde bulundurularak seçilmesi,
- Bina kabuğunun tasarımında enerji performansını artıracak uygulamaların seçilmesi,
- Mekân organizasyonunun doğru yapılması ve

- Binanın yenilenebilir enerji kaynakları tarafından desteklenmesi

yeni yapılacak binalarda sürdürülebilirliğin sağlanmasında en önemli etmenlerdir.

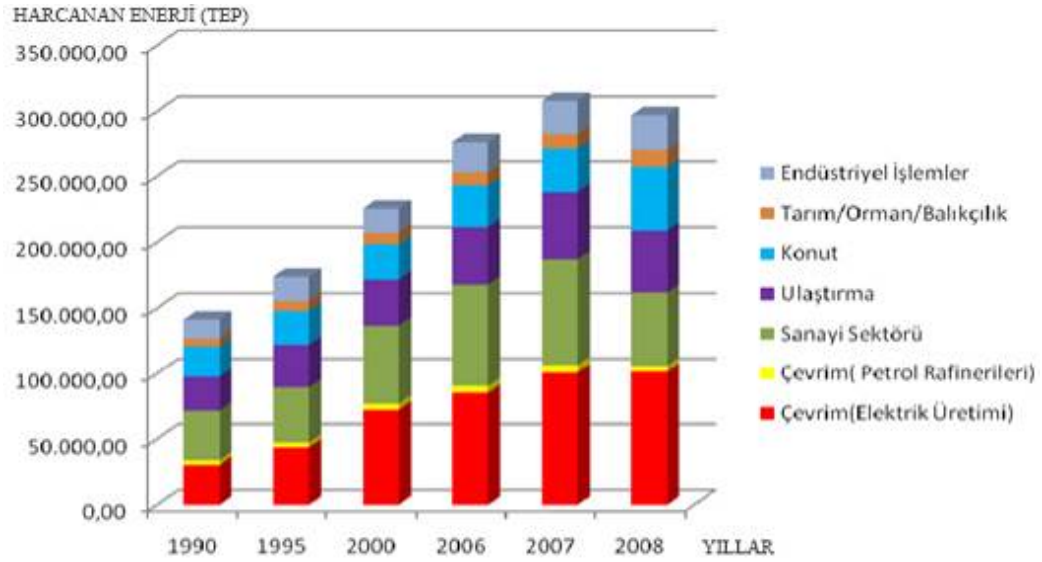
Bunun yanında binalar uzun süreli kullanım amacıyla inşa edilirler ve yaşam döngüsü içerisinde enerji kullanımının en fazla olduğu evre kullanım aşamasıdır. Alman Ulaştırma ve Binalar Bakanlığı'nın yaptığı açıklamaya göre 2050 yılında mevcut bina stokunun %60'ının hala kullanımda olması beklenmektedir (MTB,2000). Dolayısıyla mevcut binaların sürdürülebilirlik çerçevesine alınması da yeni binaları kadar önemlidir. Mevcut yapıların onarılıp çeşitli işlevler verilerek ayakta tutulması hem binaların gömülü enerjisinin verimli kullanılması hem de çevreye sosyal, ekonomik ve kültürel açıdan katkı sağlaması açısından sürdürülebilirliğin sağlanmasında etkilidir.

2.3 Binaların Çevre Sorunlarına Etkileri ve Binalarda Enerji Tüketimi

Küresel olarak her yıl kullanılan enerjinin %38'i yapılaşma faaliyetleri nedeniyle oluşmaktadır (Inter Academy Council, 2011). Binaların kullanım evresinde harcanan enerji, tüm yaşam döngüsü boyunca harcanan enerjinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bunda kullanım evresinin binanın yaşam döngüsündeki en uzun süreç olması ve bu sırada insan sağlığı, kullanıcı konforu ve çalışma verimi için iç mekânda gerekli iklimsel önlemlerin alınmasının zorunlu olması etkilidir. Bu koşulların sağlanmasında doğal yöntemler yerine mekânîk sistemlerin tercih edilmesi binalarda enerji tüketimini artırmaktadır. Ayrıca, binalarda kullanılan enerjinin kaynağının fosil yakıtlardan karşılanması, binaların çevre tahribatının başlıca sebebi olmasını beraberinde getirir.

Binaların çevre sorunlarına etkileri Türkiye örneği üzerinden incelendiğinde; 2008 yılı Sera Gazı Ulusal Envanteri'nin verileri bu konuda önemli bir kaynaktır. Envanterde yer alan verilere göre 2008 yılı ulusal karbondioksit salımının (270 milyon ton) %16'sı (43 milyon ton) ve enerji sektörünün %18'i (48 milyon ton) konut binaları sebebiyle oluşmaktadır. Sektörlere göre karbondioksit gazı salım grafiği Şekil 2.2'de verilmiştir.

Mevcut durum senaryosuna göre; binalar sektörünün 28,3 milyon ton TEP (ton eşdeğer petrol) olan enerji tüketiminin 2020 yılına kadar 47,5 milyon TEP'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu da karbondioksit salımının iki katı olacağını göstermektedir (Keskin, 2010).



Şekil 2.2 : Sektörel enerji harcamaları grafiği (Keskin, 2010)

Ülkemizde nüfus artışı ve göç sebebiyle konut ihtiyacının plansız şekilde karşılanmasını esas alan bir yapılaşma stratejisi izlenmiştir. Bina üretimleri ilk yatırım maliyetlerinin düşük olması hedeflenerek tasarlanmış, binaların kullanım evresi boyunca ihtiyaç duyacağı enerji miktarı göz ardı edilmiştir. Bu yaklaşım ülkemizde enerji etkinliği düşük konut binası stokunun artmasına, dolayısıyla konutlarda kullanılan enerji miktarının yıldan yıla artış göstermesine sebep olmuştur (Keskin, 2010). Çizelge 2.1’de TÜİK verilerinden derlenen konut binalarının toplam bina sayısına oranı verilmiştir. Bu bilgiye göre 2008 yılında tüm yapı stokunun %86’sı konut yapısıdır.

Çizelge 2.1 : Konut Binalarının Toplam Bina Sayısına Oranı (TÜİK).

Bina Sayımı	Toplam Bina Sayısı	Konut Olarak Kullanılan Bina Sayısı	Konut Sayısı / Toplam Bina Sayısı
1999 Yılı	7.838.675	6.735.813	%85,93
2000 Yılı	7.917.824	6.806.105	%85,96
2001 Yılı	7.995.254	6.847.619	%85,65
2002 Yılı	8.042.469	6.915.403	%85,99
2003 Yılı	8.096.339	6.961.390	%85,98
2004 Yılı	8.171.834	7.026.676	%85,99
2005 Yılı	8.286.088	7.126.133	%86,00
2006 Yılı	8.400.292	7.225.955	%86,02
2007 Yılı	8.506.948	7.317.888	%86,02
2008 Yılı	8.602.141	7.400.265	%86,03

Yapılarda kullanılan enerjinin çevreye etkilerinin yanı sıra, inşaat ve yıkım faaliyetleri sırasında çevrenin kirletilmesi, yapı ürünlerinin yapı içi havanın kirliliğine neden olarak kullanıcı sağlığına zarar vermesi, inşaat, kullanım ve yıkım aşamalarında oluşan atıklar, yıkım sürecinde ortaya çıkan zararlı bileşenler gibi faktörler yapıların çevreye olumsuz etkileridir (Öztürk, 2010).

Küresel ısınmaya sebep olan sera gazlarının %50'si, içme sularındaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ü binalarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Eryıldız, 2003). Binalarda enerji verimliliğinin sağlanabilmesi ve binaların çevreye verdiği zararın azaltılabilmesi için bu konuda yürürlükte olan enerji etkin bina tasarım yönetmelik ve standartlarına uyulması gerekmektedir.

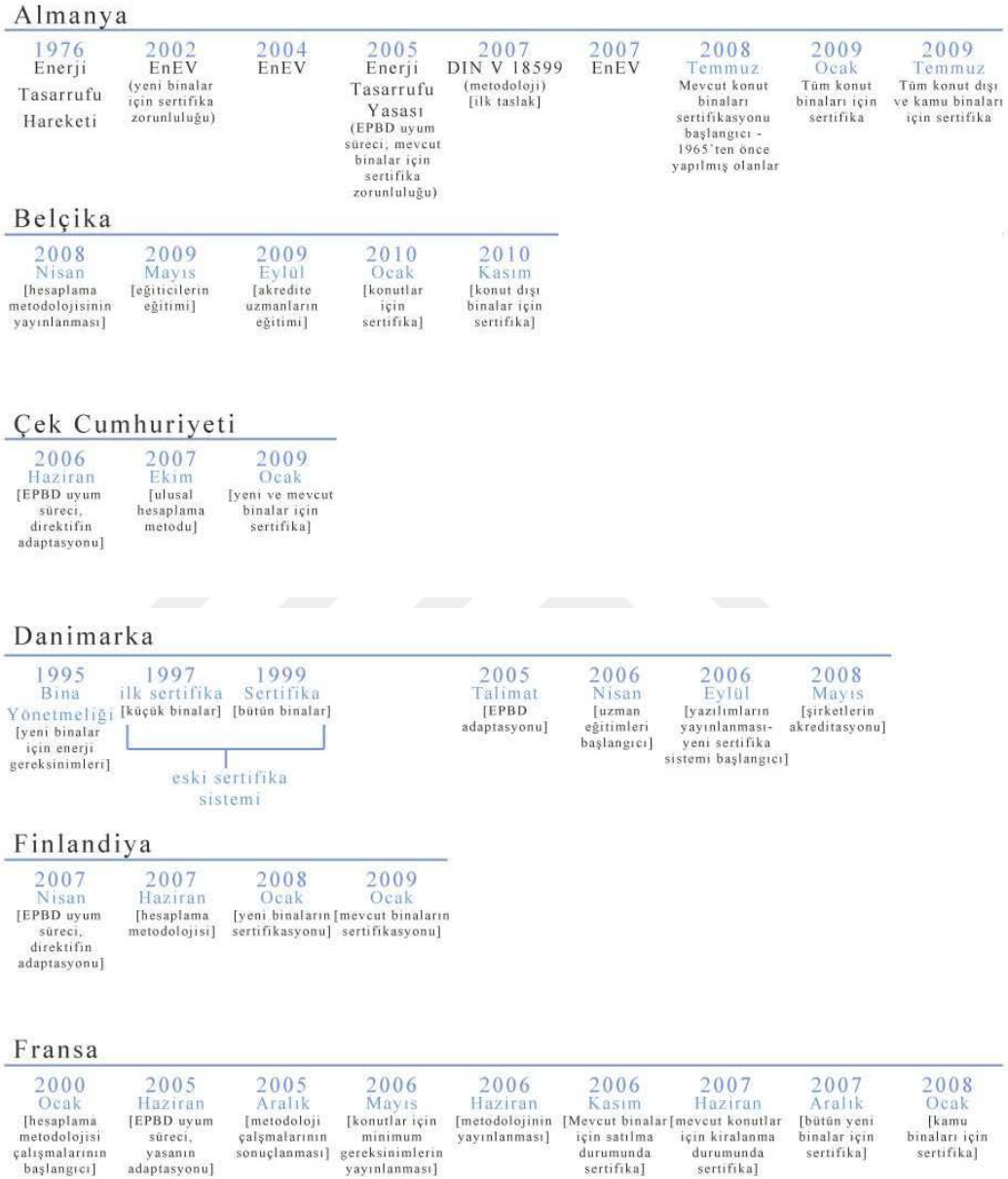
2.4 AB'de ve Türkiye'de Binaların Enerji Etkinliğine Yönelik Yasal Düzenlemeler

Enerji verimliliğine ilişkin ilk düzenlemeler enerji ve petrol krizinden en çok etkilenen AB üye ülkeleri, Japonya ve ABD'de geliştirilmiştir. AB üye ülkeleri Kyoto Protokolü kapsamında 2012 yılına kadar karbondioksit salımında %8 düşüş hedeflemiştir. Karbondioksit salım payının en yüksek olduğu, binaların enerji tüketimini azaltmak için; ısıtma sistemleri, soğutma sistemleri, havalandırma sistemleri, aydınlatma sistemleri ve ısı yalıtımı ile ilgili kuralları kapsayan 2002/91/EC “Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği” yayınlanmıştır. 2003 yılında yayınlanan yönetmelik 2006 yılında yürürlüğe girmiş ve 2010 yılında güncellenerek 2010/31/EU “Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği” olarak yeniden yürürlüğe girmiştir.

Türkiye'deki karşılığı “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği” olan EnEV Şubat 2002'de Almanya'da çıkan yeni bir enerji tasarrufu yönetmeliğidir. EnEV Yönetmeliği'nde enerji ihtiyacı farklı enerji dönüşüm yolları ve yıllık ısınma enerjisi ihtiyacına göre değerlendirilmiştir. Almanya'da yeni binalar ve bazı kapsamlı yenileme projeleri için yasal bir zorunluluk olan Enerji Performansı Sertifikası'nda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının yanı sıra, tüketici için daha geçerli olan toplam enerji ihtiyacı hakkında da bilgi verilmektedir (Özçuhadar, 2007).

AB bünyesinde binaların enerji etkinliğine yönelik yapılan diğer yasal düzenlemeler Şekil 2.3'de gösterilmektedir (Öztürk, 2010).

AB'nin Türkiye ile ilgili olarak, 2003 yılında hazırlanan Katılım Ortaklığı Belgesi'nde enerji verimliliği konusunda mevzuat uyumunun sağlanması ve enerji tasarrufuna yönelik uygulamaların geliştirilmesi kısa vadeli öncelikler arasında yer almaktadır (Hegner, Sağlam, 2002).



Şekil 2.3 : AB bünyesinde binaların enerji etkinliğine yönelik yapılan diğer yasal düzenlemeler (Öztürk, 2010).

Türkiye’de binaların birim alanını ısıtmak için harcanan enerjinin AB ülkelerine göre 2-3 kat daha fazla olduğunun bilinmesiyle 1998 tarihli binalarda ısı yalıtım kurallarını belirleyen Türk standardı TS 825; ilgili AB standardını dikkate alarak yeniden düzenlenmiş, 2000 yılından itibaren zorunlu standart olarak uygulamaya girmiştir.

Daha sonra standardın kapsamı geliştirilerek 2008 yılında TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” olarak kullanıma sunulmuştur.

TS 825 standardının zorunlu olarak uygulanması için, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından, binalarda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik ilk yasal düzenleme olan 1985 tarihli “Isı Yalıtım Yönetmeliği” standarda paralel olarak revize edilmiş ve 14 Haziran 2000 tarihinde yayımlanmıştır (Keskin, 2010). Ancak yönetmelikte ön görülmüş olan ısı yalıtımı seviyesi diğer ülke standartlarının altında kalmıştır.

AB uyum çerçevesinde 2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gereğince AB’nin aynı isimli yönetmeliğine uygun olarak “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” hazırlanmış ve 2008 yılında yayımlanmıştır. Bu yönetmelikle beraber Isı yalıtım Yönetmeliği Yürürlükten kaldırılmıştır (Keskin, 2010). Yönetmelik kapsamında Bina Enerji Kimlik Belgesi’nin uygulanması, kişilere konutlarını veya binalarını satın alma ve kiralama esnasında enerji giderleri açısından ön bilgi sahibi olma olanağı sağlayacak ve 10 yıl süreyle geçerli olacaktır.

Türkiye’de binaların enerji etkinliğine yönelik yapılan yasal düzenlemeler Şekil 2.4’de gösterilmektedir (Öztürk, 2010).

Türkiye				
1998 TS 825	2000 Isı Yalıtım Yönetmeliği	2008 TS 825, Isı Yalıtım Yönetmeliği (revizyon)	2008 Aralık BEP Yönetmeliği	2009 Aralık (metodolojinin yayımlanması)

Şekil 2.4 : Türkiye’de binaların enerji etkinliğine yönelik yapılan yasal düzenlemeler (Öztürk, 2010).

2.5 Enerji Etkin Mimari Tasarım Örnekleri

Bu bölümde literatür ve uygulamadaki çok sayıda örnekler içerisinden, farklı konseptler ile biçimlenen bazı enerji etkin konutlar ve yerleşme tasarımları seçilerek, enerji etkinliğine katkı sağlayan tasarım öğeleri ile beraber irdelenmiştir.

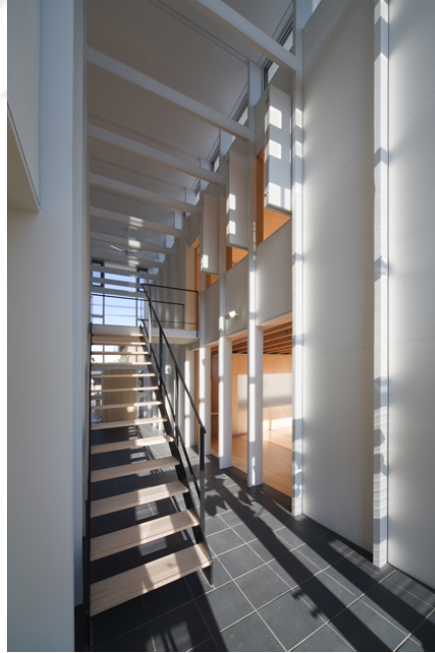
2.5.1 Gakuenodori evi

2007 yılında Japonya’nın Kitakyushu kentinin yeni yerleşme bölgesinde inşa edilen ev beş kişilik bir aile için tasarlanmıştır. Inter-Space Architects tarafından tasarlanan bina ahşap strüktürlü ve iki katlıdır. Evin dışarıdan görünüşü Şekil 2.5’de verilmektedir.



Şekil 2.5 : Gauenodori evinin dışardan görünüşü (Url-2).

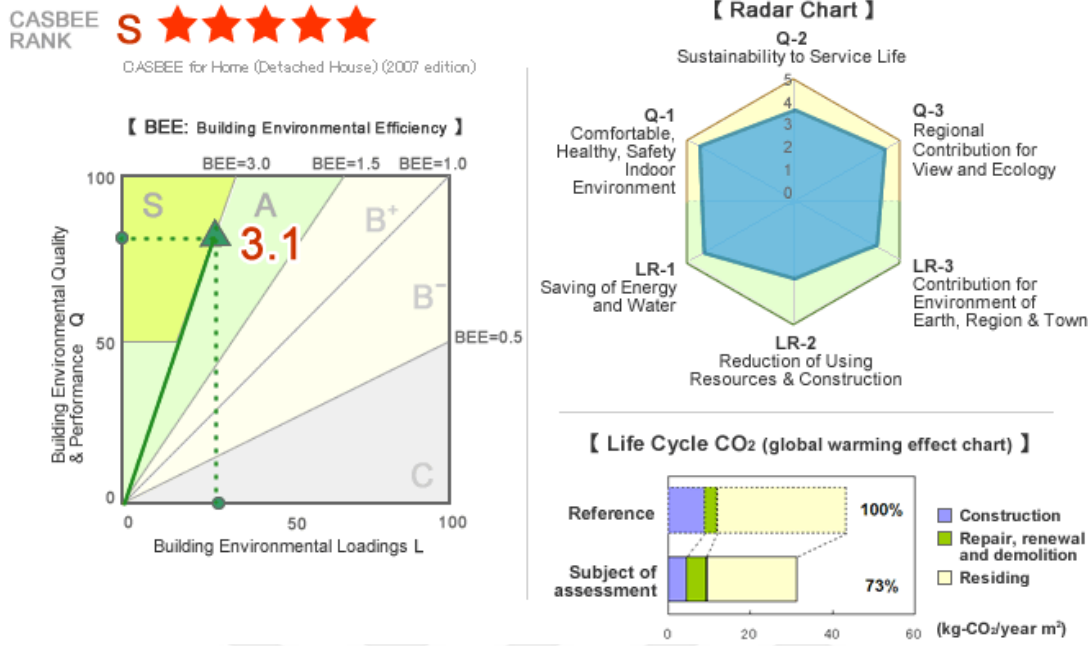
164m² inaat alanına sahip olan bina 225m² arazi üzerine konumlanmaktadır. Bina iki kanattan oluşmakta ve bu iki kanatı düşey sirkülasyonun yer aldığı geniş galerili tampon bölge ile birleştirmektedir. Şekil 2.6’da tampon bölgenin yer aldığı mekân görülmektedir.



Şekil 2.6 : Tampon bölge (Url-2).

Tampon bölge pasif iklimlendirmeye katkı sağlayacak düzenlemeler içermektedir. Kış aylarında sera etkisi yaparak ısıtmaya, yaz aylarında ise doğal havalandırma yoluyla soğutmaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca, tampon bölgeyi kanatlardan izole eden paneller sayesinde iç mekânda iklimsel konfor kolaylıkla sağlanabilmektedir. Bina

CASBEE değerlendirmesinden en yüksek derece olan 5 yıldız almıştır. Şekil 2.7’de binanın CASBEE değerlendirme sonucu verilmektedir.



Şekil 2.7 : CASBEE değerlendirme sonucu (Url-3)

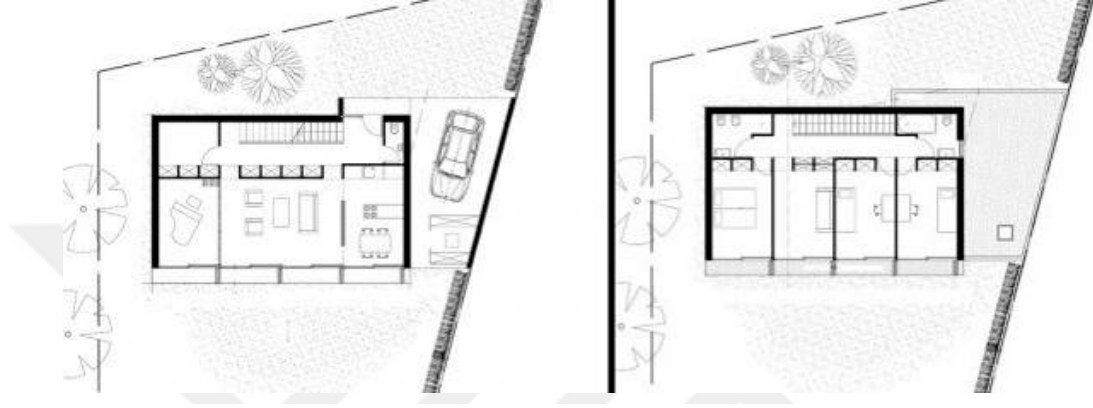
2.5.2 Bambu evi

2009 yılında Fransa’nın Paris şehrinde inşa edilen ev Karawitz mimarlık ofsi tarafından tasarlanmıştır. Birçok yeniliği bünyesinde barındıran bambu evi, Fransa’nın ilk Passivhaus projesi olması bakımından önemlidir. Evin dışarıdan görünüşü Şekil 2.8’de verilmektedir.



Şekil 2.8 : Bambu evinin güney yönünden görünüşü (Url-4)

160m² inşaat alanına sahip ev ahşap strüktür tarafından taşınmakta ve dış kabuğun tamamı bambu gövdeleri ile örtülüdür. Yaz aylarında güneş kırıcı görevi üstlenen bambu kaplama, toplanarak kışın güney cephesinden yüksek miktarda güneş ışıını kazanılmasını sağlamaktadır. İç mekânda yaşama, mutfak ve yatak odaları güney cephesine konumlandırılırken; ıslak hacimler ve sirkülasyon alanları ise binanın kuzey tarafında çözülmüştür. Bu sayede az kullanılan alanlar tampon bölge olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.9’da Bambu evinin planları verilmektedir.



Şekil 2.9 : Bambu evine ait planlar (Url-5)

Passivhaus standartlarının gerektirdiği üzere bina kabuğu mümkün olduğunca hava sızdırmaz tasarlanmış ($n_{50} = 0.48/h$) ve iklimlendirme ısı geri kazanımlı mekânîk havalandırma ile sağlanmaktadır. Binanın dış kabuğunun U-değeri 0,14 W/m²K, çatının 0,13 W/m²K, pencere ve kapıların 0,8 W/m²K olarak hesaplanmıştır. Binanın toplam ısıtma yükü 13 W/m² iken yıllık toplam enerji harcaması 90 kWh/m²’dir. Bina ayrıca çatısında bulunan 18m² PV paneller ile kendi elektriğini kendisi üretmektedir.

2.5.3 Loblolly evi

2006 yılında ABD’nin Maryland eyaletine bağlı Taylor adalarında inşa edilen ev adını binanın etrafını saran uzun Loblolly çamlarından almaktadır. Kieran Timberlake tarafından tasarlanan iki katlı ev alüminyum strüktür tarafından taşınmaktadır. Evin dışarıdan görünüşü Şekil 2.10’da verilmektedir.

170m² inşaat alanına sahip binanın tasarım ve üretim sürecinde zamanın geline en yüksek teknolojileri kullanılmıştır. Loblolly evinin çıkış noktası doğal çevreye zarar vermemektir. Bu bağlamda bina BIM (Bina bilgi modeli) araçları kullanılarak sökülüp takılabilir bileşenler ile kurgulanmış ve atölyede üretilen bileşenlerin sahada birleştirilmesi ile inşa edilmiştir. Yine binayı saran Loblolly çamlarının köklerine zarar vermemek amacıyla bina ahşap kazıklar üzerinde havaya kaldırılmıştır.



Şekil 2.10 : Loblolly evinin dışarıdan görünüşü (Url-6)

Nem oranının yüksek olduğu sahil şeridinde konumlanan binanın kabuğunda nefes alan doğal malzemeler kullanılmış ve doğal havalandırma verimini ve güneş ışınlamı kazancını artıracak yönlerde saydamlık oranı artırılmıştır. Binanın geniş güney cephesinde güneş kontrolü amacıyla yarı saydam hareketli cephe panelleri kullanılmıştır.

2.5.4 Ulm pasif evleri

2000 yılında Almanya'nın Ulm kentinde inşa edilen proje ilk nesil Passivhaus sertifikalı konut projelerindendir. 7 adet ikiz evden oluşan yerleşme toplam 1862m² inşaat alanına sahiptir. Şekil 2.11'de yerleşme projesinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.11 : Binanın dışardan görüntüsü (Url-7)

Kuzey – güney yönlenmesine sahip binaların güney cephesinde güneş ışınlamı kazancını artırmak amacıyla saydamlık oranı yükseltilmiştir. Yaz aylarında iç mekânın aşırı ısınmasını engellemek amacıyla güneyli yönlerde çatı saçağı uzatılmıştır. Binanın dışardan görünüşü Şekil 2.12’de verilmiştir.



Şekil 2.12 : Yerleşmenin görüntüsü (Url-7)

Passivhaus standartları gereği bina kabuğu mümkün olduğunca hava sızdırmaz olacak biçimde ($n_{50} = 0.5/h$) detaylandırılmıştır. İklimlendirme için mikro ısı pompaları ve ısı geri kazanımlı mekânlik havalandırma üniteleri kullanılmıştır. Binanın dış kabuğunun U-değeri $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$, çatının $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$, kapı ve pencerelerin ise $0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ ’dir. Binanın toplam ısıtma yükü 10 W/m^2 iken, yıllık toplam enerji harcaması 94 kWh/m^2 ’dir. Çatının U-değerinin bu kadar düşük olmasında yeşil çatı uygulaması etkili olurken, yeşil çatı yağmur suyu toplama sistemi ile desteklenmektedir.

2.5.5 Laketown “Miwa no Mori”

2008 yılında tamamlanan yerleşme birimi Koshigaya kentinde bulunmaktadır. 150m^2 inşaat alanına sahip iki katlı binalar çelik strüktür tarafından taşınmaktadır. Projenin çıkış noktası Japonya’daki mevcut konutlardan %20 daha az karbondioksit salımı yapan bir mahalle kurmaktır. Şekil 2.13’de yerleşme bölgesinin fotoğrafları verilmiştir.

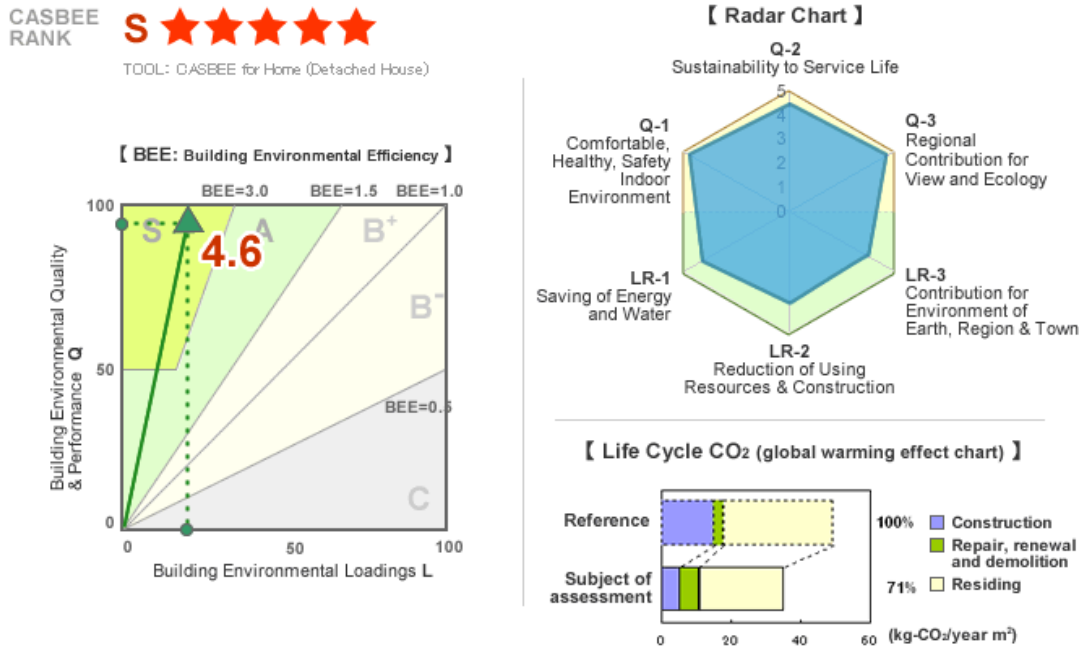
Proje dahilindeki her ev enerji verimli su ısıtıcıları, iklimlendirme cihazları ve yüksek ısı yalıtım değerine sahip kabuk tasarımları ile donatılmıştır. Bununla beraber tasarım aşamasında yapılan rüzgâr analizleri ile doğal havalandırmadan en verimli yararlanacak yönlenme ve konumlanma ön görülmüştür. Binaların geniş saçaıklı

çatıları yazın bina kabuğunu gölgelendirirken , binalar arası mesafeler kışın her binaların birbirinin güneşini kesmesini engellemektedir.



Şekil 2.13 : Laketown projesine ait görseller (Url-8)

Oluşturulan mahallerde bitkisel tasarım ise bölgenin ekosistemini korumak amaçlı, çevredeki vahşi kuşları, kelebekleri ve diğer canlıları çekecek nitelikte seçilmiştir. Proje tüm bu özellikleri ile CASBEE değerlendirmesinden en yüksek derece olan 5 yıldız almıştır. Değerlendirme sonucu Şekil 2.14’da verilmiştir.



Şekil 2.14 : CASBEE değerlendirmesi sonucu (Url-9).

2.5.6 Lilac projesi

2012 yılında Birleşik Krallık'ın Leed şehrinde inşa edilen ödüllü yerleşme projesi 5 blok ve toplam 20 haneden oluşmaktadır. White Design Associates tarafından tasarlanan projeye ait binalar ahşap strüktür tarafından taşınmaktadır. Şekil 2.15'de projenin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.15 : Lilac projesine ait görsel (Url-10)

Binalarda yapı malzemesi olarak nefes alan, çevreye duyarlı, doğal malzemeler kullanılmıştır. Binaların kabuğunda “ModCell” olarak isimlendirilen; yöreye özgü, çevreye duyarlı, saman dolgulu ahşap panellerden oluşmaktadır. Bu sayede üretim ve kullanım sürecinde karbondioksit emisyonlarında azalma sağlanmaktadır. Yerel ve doğal malzeme kullanımının yanında binaların pasif solar tasarımı ısıtma ve soğutma yüklerini büyük ölçüde düşürmektedir.

Son olarak projede kullanıcıların çevre bilincini artırmaya yönelik uygulamalara yer verilmektedir. Bunlar, saha içinde tarım yapmak, ulaşım araçlarının paylaşımı, yerel malzeme tercih edilmesi ve düşük enerji ve su kullanımı olarak sıralanabilir.

Lilac projesi tasarımı ve kullanım şekli ile kullanıcılara enerji etkinliği ve çevre bilincini aşlamak, projeden ayrılan kullanıcıların bu bilinci taındıkları yerde sürdürmesi ve yaymasını amaçlamaktadır. Üretim ve kullanım şekli ile örnek teşkil eden proje Birleşik Krallık'ta bir çok ödüle layık görülmüştür.

2.5.7 Upton Rural ZED

2007 yılında Birleşik Krallık'ın Northampton şehrinde Upton Square Konutları isimli büyük bir projenin bir parçası olarak inşa edilmiştir. ZED Factory tarafından tasarlanan 50 haneli konut binası ahşap strüktür tarafından taşınmaktadır. Termal kütlesi yüksek ağır duvarları taşıyabilmesi için strüktür farklı cins ahşapların laminasyonu ile üretilmiştir. Binanın dışarıdan görüntüsü Şekil 2.16'de verilmektedir.



Şekil 2.16 : Upton Rural binasının dışarıdan görüntüsü (Url-11)

Bina passivhauslar gibi yüksek hava sızdırmazlık oranına sahiptir. İklimlendirme ısı geri kazanımlı mekânîk havalandırma ile sağlanırken, çatıya konumlandırılan rüzgâr kepçeleri sistemin yükünü azaltmaktadır. Binanın elektrik ihtiyacının büyük bir kısmı çatıya konumlandırılan ve güneğe yönlendirilen PV paneller ile karşılanırken, sıcak su ihtiyacı ise güneş kolektörleri tarafından sağlanmaktadır. Binada ayrıca yağmur suyu toplama ve kum filtresi ile arıtma sistemleri de mevcuttur.

Proje, “Birleşik Krallık Sürdürülebilir Evler Yönetmeliği’nin” en üst basamağı olan 6. seviyeye ulaşan ilk çok haneli konut projesidir.

2.5.8 Newport eko-köyü

Henüz projelendirme aşamasında olan Newport eko-köyü, Birleşik Krallık'ın Newport kentinde yapılması planlanmaktadır. 4,5 hektarlık alana yerleşek proje; yönelimine ve yerleşimine göre 7 farklı konut bloğu tipine ve 95 haneye sahip olacaktır. Yine ZED

Factory tarafından tasarlanmakta olan projeye ait binaların ahşap strüktür ile taşınması ön görülmektedir. Mimari tasarıma ait görseller Şekil 2.17’da verilmektedir.



Şekil 2.17 : Newport eko-köyü ön tasarım projesine ait görüntü (Url-12)

Projenin öne çıkan özelliklerinden birisi, yeşil alan kullanımının yerleşme alanının %80’ini oluşturmasıdır. Yerleşmede yer alan tüm konutların çatılarının güney yönü PV paneller ile kaplıdır.

Sıfır karbon yerleşme olması hedeflenen projede bina aralıkları, yönlenmeleri ve konumlanmaları güneş ışıınımı kazancını artıracak ve rüzgârı belirli yönlerden alarak doğal havalandırmayı artıracak biçimde kararlaştırılmıştır. Proje henüz tasarım aşamasında olmasına karşın, her binanın kendine ait yağmur suyu toplama sistemi ve toprak bazlı ısı pompası kullanımı hedefler arasındadır.



3. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNİ GEREKLİ KILAN FAKTÖRLER

Sanayi devrimi ile birlikte teknolojik ilerlemeler hız kazanmış, enerji ve hammaddeye olan talep artmıştır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra petrol ve nükleer enerji, ihtiyaçları karşılamak için ekonomik çözüm olarak benimsenmiş, yaşam standartlarını yükseltmek adına en son teknolojiyi kullanan sistemler geliştirilmiştir (Bozdoğan, 2003).

Enerji ihtiyacı yıllar içinde katlanarak artmış, hızlı nüfus artışı ile beraber enerjiye olan talep gelecekte kaynakların karşılamakta yetersiz kalacağı bir noktaya doğru sürüklenmektedir. Bununla beraber fosil yakıt kullanımındaki yoğunluk karbondioksit salımlarının artmasına, atmosferde sera etkisinin yaşanmasına ve buna bağlı olarak küresel ısınma, hava kirliliği gibi zararlı çevresel etmenlerin yoğunlaşmasına sebep olmaktadır.

Enerji ve kaynak tüketiminin kontrolsüzce hızlanması doğal çevrede geri dönüşü mümkün olmayan hasarlar vermektedir. Doğal çevreye verilen hasarın azaltılması ve gelecek kuşakların sürekliliğini sağlayabilmek adına enerji ve kaynak kullanımının küresel ölçüde azaltılması gerekmektedir.

Kaynak, enerji ve çevre sorunları ile ilgili uluslararası enstitü ve kuruluşların yaptığı araştırmalar sonucundaki tespit ve öneriler, bu konudaki mevcut problemlerin ve bunlara karşılık alınması gereken tedbirlerin zaman kaybetmeden gerçekleştirilmesinin gerektiğini gözler önüne sermektedir. Aşağıda söz konusu önerilerden bazı örnekler verilmiştir (Yasan, 2011).

- Wuppertal Enstitüsü, çevresel arazi analizlerine göre sürdürülebilir bir seviyeye ulaşabilmek için malzeme, enerji su ve alan kullanımının küresel ekonomiye girdisinin %50-60 arasında düşmesi gerektiğini açıklamıştır (1995).

- IPCC'ye göre, ekosistemlerin iklim değişikliği koşullarına adapte olabilmelerini sağlamak için küresel karbondioksit emisyonlarının %50 oranında azalması gerekmektedir (1995).
- WWF'ye göre doğal zenginliğin %30'u son 30 yıl içinde kaybolmuştur (1999).
- M. Wackernagel'e göre insan, gezegenin kendini yeniden onarabilmesi için gerekli olan doğal sistemlerin üretebileceğinden %30 daha fazlasını tüketmektedir (2000).

İnşaat sürecinin küreselleşmesi; yöreye, kültüre arazi şartlarına ve enerji ihtiyaçlarına göre tasarım parametrelerinin farklılaşmasını ortadan kaldırmıştır. Bu yaklaşım binaların iklim ve coğrafi koşullar ile adapte olamamasına sebep olmuş, binaları global enerji talebinin en üst basamağına taşımıştır.

Buna ek olarak kullanıcının iklimsel ve görsel konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açısından öneminin anlaşılması ile birlikte ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi gereksinimleri de artış göstermektedir. Enerji talebinde görülen bu artışa karşın;

- Yapma ısıtma ve soğutmada kullanılan enerji kaynaklarının (kömür, petrol ...) azalması ve dolayısıyla bu tür kaynakların maliyetlerinin artması,
- Yapma ısıtma ve soğutma süreci sonunda, dış ortama atılan kirleticilerin insan sağlığını bozan düzeye ulaşması,
- Hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleyeceği maliyet ve
- Elektrik enerjisi üretim maliyetlerinin ulaştığı boyutlar

yapma ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirilmesini zorunlu kılar (Berköz, v.d., 1995).

Ülkemizde yeterli enerji üretiminin yapılamaması, artan enerji taleplerinin karşılanmasında zorluklara sebep olmaktadır. Dolayısıyla, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması yönünde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmazdır (Karagözlü, 2006). Bu nedenle;

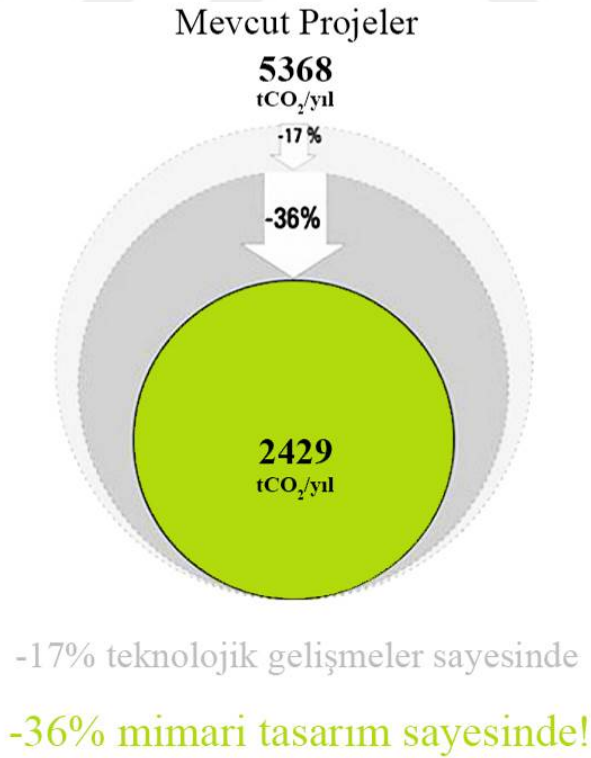
- Güneş ışıınımlı gibi ısısal ve ışıksal niteliğı,
- Hava sıcaklığı gibi ısıtıcı niteliğı ve
- Rüzgâr gibi serinletici niteliğı olan

iklimsel elemanların binalar aracılığı ile optimizasyonu gerekli olmaktadır. Dolayısıyla iklimsel elemanlar pasif ısıtma, soğutma ve doğal aydınlatma sistemlerini aktive eden kaynaklar olarak düşünülmelidir (Zeren, v.d., 1987).

Özetle enerji etkin konut ve yerleşme tasarımını zorunlu kılan faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- İnşaat sektöründeki sağlıklı yapılaşma
- Etkileri her gün daha fazla hissedilen küresel ısınma ve çevre kirliliği
- Hızlı nüfus artışı ve buna bağlı artan kaynak talebi
- Binaların üretim ve kullanım sürecinde ihtiyaç duyduğu fosil yakıtların hızla tükenmesi
- Enerji piyasasındaki dışa bağımlılığın artması
- Sürdürülebilirlik bilinci

Bina tasarımı ve yerleşme bölgesi seçimi enerji faaliyetlerini önemli düzeyde azaltmaya yardımcı olan faktörlerdir. Bunun yanında, çevre kirliletmeyen, üretim maliyeti minimum olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı tercih edilmelidir. Şekil 3.1’de bina tasarımının ve teknolojinin karbondioksit salımının azaltılmasında hangi düzeyde etkili olduğu gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Bina tasarımının ve teknolojinin karbondioksit salımına etkisi (Url-13)



4. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Binaların enerji etkinliği kullanıcının iklimsel ve görsel konforunun sağlandığı durumda; ısıtma yükünün, soğutma yükünün, elektrik ve sıcak su ihtiyacının karşılanması için kullanılan enerjinin niceliği ile değerlendirilir. Bu çerçevede bina tasarımında çevresel verilerin dikkate alınmasıyla binanın enerji kullanımının azalacağı açıktır.

Kullanıcı konforunun sağlanamadığı durumlarda enerji etkinliğinden söz etmek mümkün değildir. Kullanıcı sağlığı ön plana alındığında iklimsel konfor koşullarının ele alınması gerekmektedir. Buna göre, konut ve yerleşme tasarımında enerji etkili faktörler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

Çevreye İlişkin Faktörler:

- Topografya
- Yakın Çevre Yapılaşması

İklimsel Faktörler:

- Güneş Işınımı
- Dış Hava Sıcaklığı
- Dış Hava Nemliliği
- Rüzgâr

Binaya İlişkin Faktörler:

- Bina Yeri
- Bina Aralıkları
- Bina Yönü
- Bina Formu
- Bina Kabuğu
- Mekân Organizasyonu
- Doğal Havalandırma

4.1 Çevreye İlişkin Faktörler

Çevreye ilişkin faktörler doğrudan binaya ilişkin faktörleri de etkilemektedir. Bu sebeple çevreye ilişkin faktörlerin doğru analiz edilmesi, bina özelinde alınacak önlemlerin verimini artırmaktadır.

4.1.1 Topografya

Topografya bina tasarımını etkileyen en önemli faktördür. Binaların yerleşimi, yönelişi ve formu, birbirine göre konumları topografik verilerin ışığında kararlaştırılır. Topografya ile uyumlu tasarımlar; binanın yaşam döngüsünün başında, üretim evresinde, hafriyat – dolgu çalışmalarını en aza indirerek enerji kullanımını azaltabilir. Bunun yanında arazinin eğimi ve eğimin yönü güneş ışımasını kazancı ve rüzgâr etkisinden ne düzeyde fayda sağlanacağını belirler.

4.1.2 Yakın çevre yapılaşması

Bir bölgede yeni yapılacak her binanın; bölgede mevcut binaların enerji etkinliğine etki edeceği gibi, mevcut binalar da o yeni yapılacak binanın enerji kullanımı açısından önemlidir. Binalar birbirleri için engel teşkil ederek rüzgâr etkisini azaltabilir, birbirlerini gölgeleyerek güneş ışımasını kazancını düşürebilir, bir araya gelerek ısı adası etkisi yapabilir veya bu etkilerin hepsini aynı anda gerçekleştirebilirler. Enerji etkinliği için çevre binaların yeni yapılacak binalar üzerinde ne tür etkiler yaratacağı ve bu etkilere karşı uygulanacak stratejiler ön tasarım aşamasında kararlaştırılmalıdır.

4.2 İklimsel Faktörler

İklimsel faktörler, çevresel faktörler gibi bina özelinde alınacak kararlara doğrudan etki etmektedir. İklimsel faktörler ve çevreye ilişkin faktörler yerleşme ve konutların ön tasarımı sırasında beraber ele alınmalıdır.

4.2.1 Güneş ışıması

Güneş ışımasını kazancı ısıtma yüklerinin azaltılmasında ve pasif bina tasarımında önemli bir etkidir. Isıtma enerjisini sadece güneş ışımasını kazancıdan sağlayan pasif güneş evlerinin örneklerine dünyada rastlamak mümkündür.

Güneş ışımasından sağlanan kazancı miktarı bina yüzeyine doğrudan ve dolaylı gelen toplam ışımanın şiddetine bağlıdır. Güneş ışıması şiddeti ise güneş ışınının yüzey ile

yaptığı açıya bağlıdır. Bu nedenle Kuzey yarımkürede yaz aylarında güneş ışınlamı şiddeti yüksek iken ısıtmanın istendiği kış aylarında güneş ışınlamı şiddeti düşüktür.

4.2.2 Dış hava sıcaklığı

Binaların ısıtma ve soğutma dönemlerin belirlenmesinde önemli faktörlerden birisi dış hava sıcaklığıdır. İç mekânda kullanıcı konforunu sağlayacak temiz hava dış ortamdan sağlanmaktadır. İç mekâna temiz hava sağlanması sırasında, ısıtma döneminde dış hava sıcaklığının iç hava sıcaklığından düşük olması sebebiyle istenmeyen ısı kayıpları yaşanır. Kış aylarında ısı kayıpları sadece havadan taşınım yoluyla gerçekleşmez; aynı zaman da ısı enerjisi, sıcaklığın yüksek olduğu iç mekândan yapı kabuğu yoluyla sıcaklığın düşük olduğu dış mekâna geçmeye çalışır. Isıtma ve soğutma dönemlerinin referans günleri belirlenerek, bina kabuğu tasarımının bu veriler ışığında tasarlanması ile binanın enerji verimliliğini artırmak mümkündür.

4.2.3 Dış hava nemliliği

Havanın nemi, bir ekosistemin yağış miktarı ve su kaybı (buharlaşma) üzerinde etkilidir. Yağışlar ise su faktörü olarak bütün canlılar için son derece önemlidir. Tüm canlılar için gerekli olan suyun kaynağı olan yağışların miktarı, mevsimlere dağılışı, kar ve yağmur şeklinde oluşu bölgelere göre farklılık gösterir. Su miktarını, sıcaklık, hava hareketleri gibi diğer iklim elemanları ile toprak, bitki rölyef özellikleri de önemli ölçüde etkiler (Uzun, 1997).

Dış hava nemliliğinin fazla olması, sıcaklığın hissedilen değerlerini olumsuz yönde etkiler. Dış hava nemliliğinin az olması ise kuruluk hissi yaratarak kullanıcıya konforsuzluk yaratır. Bu nedenle nem, iç mekânda kullanıcıların iklimsel konfor durumunda olabilmesi için dikkate alınması gereken bir faktördür.

Nem sadece kullanıcı için değil, aynı zamanda bina için de olumsuz şartların oluşmasında etkilidir. Dış ortamdaki nem zamanla yapı elemanları yoluyla iç mekâna geçer. Bu geçiş sırasında nem, üzerinde biriktiği yapı malzemesi ve bileşenlerini yıpratır, ömrünü azaltır. Özellikle taş yünü ve cam yünü gibi ısı yalıtım malzemeleri nemi bünyelerinde hapseder ve ısı dirençlerinde azalma görülür. Bunun yanında iç mekânda biriken nem, çoğunlukla güneş ışınlarının ulaşmadığı bölgelerde yoğunlaşarak insan sağlığına zararlı mikroorganizmaların çoğalması için ortam hazırlamakta ve insan sağlığını tehlikeye atmaktadır.

Nem seviyesinin yüksek olduğu bölgelerde, havadaki nemin dağıtılması için doğal havalandırma pasif bir çözüm olarak kullanılabilir. Hakim rüzgâr yönünde karşılıklı açılan pencereler rüzgârın bina içerisinde dolaşımını sağlayarak havadaki nemin dağılmasına yardımcı olmaktadır.

Bu gibi yerlerde yapılacak binaların kabuğu oluşturulurken nemi depolamayan malzemelerin tercih edilmesi, hızlı drenaj koşulları neticesinde nemin olumsuz etkilerinden korunmaya yardımcı olur (Soysal, 2008).

4.2.4 Rüzgâr

Rüzgârın binaların enerji kullanımı üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Doğru uygulamalarla beraber rüzgâr, doğal havalandırma yoluyla iç mekân sıcaklığının düşmesini ve nem oranının azalmasını sağlayarak yaz aylarında iç mekânda kullanıcı konforunun sağlanmasına katkıda bulunur. Kış aylarında ise rüzgâr bina kabuğuna uyguladığı basınç ve emme kuvvetleri aracılığıyla ısı enerjisinin dış ortama iletim hızını artırır.

Rüzgâr şiddetinin fazla olması bina kabuğunda basınç ve emme kuvvetleri oluşturarak kabuğun zamanla hasar görmesine sebep olabilmektedir. Bina üzerindeki aşırı rüzgâr yükleri binanın yıkılmasına sebep olabilmektedir.

Binaların konumlandırılması ve yönlendirilmesi yapılırken hakim rüzgâr yönü ve şiddeti göz önünde bulundurulmalı, ısı kayıplarını azaltmak için kış rüzgârlarından korunmak, ısı kazançlarını azaltmak için ise yaz rüzgârlarından ise fayda sağlamak hedeflenmelidir.

Tez kapsamında yapılan, binaların konumlandırılması ve yönlendirilmesinin rüzgâr hızı ve türbülans yoğunluğu üzerindeki etkisini gösteren çalışmaya ait sonuçların çizelgeye dökümü Ek A'da verilmektedir. Buna göre; hakim rüzgâr doğrultusunda bina aralıkların azaltılması binalar üzerinde rüzgâr etkisini azaltmakta, hakim rüzgâr doğrultusuna dik yönde binalar aralıklarının azaltılması ise kanal etkisi yaratarak rüzgâr hızını artırmaktadır. Binaların hakim rüzgâr doğrultusunda şaşırtmalı konumlandırılması veya bu doğrultuya göre simetrik olacak biçimde açılı yönlendirilmesi binalar arası alanlarda rüzgâr dolaşımını olumlu etkilemektedir. Bir yerleşmedeki binaların tamamının hakim rüzgâr doğrultusu ile aynı açığa sahip biçimde yönlendirilmesi ise yerleşmenin iç kesimlerinde kalan binalar için hakim rüzgârın yönünü farklı kılmaktadır.

4.3 Binaya ve Yerleşmeye İlişkin Faktörler

Yerleşmeye ve binaya ilişkin faktörler binaların enerji etkinliğineki asıl belirleyicilerdir. Yerleşmelerin iklimle uyumlu tasarlanmasının binaların enerji etkinliğine yaptığı önemli katkıların yanında; iç mekânda kullanıcıların iklimsel konfor koşullarına ulaşması ve konfor koşullarının sağlanmasında enerji kullanımının büyük oranda azaltılması bina ölçeğinde alınan kararlar ile mümkün olmaktadır.

4.3.1 Bina yeri

Enerji etkin konut tasarımında iklimsel konfor şartlarının yerine getirilebilmesi için binaların termal kuşak ile olan ilişkisi önemli bir belirleyicidir. Termal kuşağın yeri iklim bölgelerine bağlı olarak belirlenir.

Nem oranının yüksek olduğu bölgelerde tepeler ve yamaçların üst bölgelerine konumlanarak rüzgârdan fayda sağlanabilirken, nem oranının düşük olduğu bölgelerde hava hareketlerinin etkisiz olduğu vadi tabanı ve vadi tabanına yakın yamacın alt bölümleri tercih edilmelidir.

Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere güneş ışıınımı miktarı güneş ışınlarının yüzeyle yaptığı açıya bağlıdır. Dolayısıyla; güneş ışıınımından ısıtma enerjisi olarak faydalanmak istenilen bölgelerde güney yamaçlarına, güneş ışıınımı kazancının az olması istenilen bölgelerde ise tepelere ve vadi tabanlarına yerleşmek gerekmektedir.

4.3.2 Bina yönü

Binaların yönü, kazanacağı güneş ışıınımı miktarı ve hakim rüzgârdan soğutma ve havalandırma olarak fayda sağlayabilme yeteneğini etkiler. Güney cephesi gün içerisinde en çok güneş ışıınımına maruz kalan ve kazancın en kolay kontrol altına alınabileceği cephedir. Kış aylarında en fazla, yaz aylarında ise en az güneş ışıınımı hedeflendiği için binaların güney ve güneyli yönlere geniş cephe vermesi enerji etkinliği açısından doğru bir yaklaşımdır.

4.3.3 Bina formu

Binaların farklı iklim özelliklerine göre biçimlenmeleri, uygun iç ortam koşullarının oluşması ve enerji korunmasında etkili olmaktadır. Hacmine göre dış yüzey alanı küçük olan bina biçimleri ısı alışverişini azalttığı için ısıtma yükünü, parçalı avlulu bir biçimlenme ise, bol hava akımı sağlayarak soğutma yükünü azaltmaktadır. Yapı

elemanları da iklim özelliklerine göre biçimlendikleri zaman, iç mekânda uygun koşullar oluşmakta ve aynı zamanda yapının dış etkenlere karşı dayanıklılığı artmaktadır (Tıkansak, 2013). Örnek vermek gerekirse; soğuk iklim bölgelerinin çatıların kar yükünü azaltacak biçimde yüksek eğimli tasarlanması doğru bir uygulama olmakta iken, sıcak – kuru iklim bölgelerinde teras çatı uygulaması iklimsel konfor açısından elverişli olmaktadır.

4.3.4 Bina kabuğu

Bina dış kabuğu iç mekân ile dış ortam arasındaki tüm ısı geçişi, nem geçişi ve hava geçişi faaliyetlerinin gerçekleştiği arakesittir. Tek bir kabuk tasarımı tüm iklim bölgelerinin ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır.

Bina kabuğunun opak ve saydam yapı elemanlarının, yapı malzemelerinin çeşitli özellikleri binaların enerji etkinliğinde rol oynamaktadır. Kabuğun güneş ışıını kazançları ile ısı alışverişini malzemenin kalınlığı (d), yoğunluğu (δ), ısı iletim katsayısı (λ), özgül ısısı (c), yüzeyin ışığı emme ve yansıtma katsayısı, ses yutuculuğu ve yüzeyin düzgünlüğü belirlemektedir (Tıkansak, 2013).

Isıtma gereksinimi duyulan mevsimlerde, bina kabuğunun ısı kazancını ışıını yoluyla artırmak ve ısı kaybını da yalıtım yoluyla azaltmak gereklidir. Bunu sağlamak için güney cephesinde direkt güneş ışıını alan yüzeylerin saydamlık oranı artırılmalı ve bina opak yüzeylerinin ısı geçirme katsayısı (U) azaltılmalıdır.

Isı geçirme katsayısının (U); iç ve dış yüzeylerin ısı taşınım direnci ($R_{iç}$, $R_{dış}$) ve toplam ısı dirence (R) bağı denklemleri aşağıda verilmiştir (4.1).

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{R_{iç}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{R_{dış}} \quad (4.1)$$

Bu formülde geçen $R_{iç}$ ve $R_{dış}$ değerleri Çizelge 4.1'den okunabilir. Isı direnç (R), kalınlık ve ısı iletim katsayısı (λ) aşağıdaki formül ile hesaplanır (4.2).

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (4.2)$$

Yani bina kabuğunun toplam ısı geçirme katsayısının azaltılmasında kabukta kullanılan malzemelerin kalınlığının artırılması veya daha düşük ısı iletkenlik değerine sahip malzemeler kullanılması önemlidir.

Çizelge 4.1 : $R_{iç}$ ve $R_{dış}$ değerleri (TS 825).

Sıra No	Yapı Bileşeni Tipi ³⁾	Yüzeysel Isıl Taşınım Direnci ^{1) 2)}	
		$R_{iç}$ (m ² K/W)	$R_{dış}$ (m ² K/W)
1	Dış duvar (Sıra no.2'de verilenin dışındaki duvarlar)	0,13	0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ⁴⁾ dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar		0,08
3	Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara bitişik bölme duvarları, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar		5)
4	Toprak temashı dış duvar		0
5	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı	0,13	0,04
6	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu)		0
7	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması halinde	0,13	5)
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması halinde	0,17	
8	Bodrum tavanı	0,17	5)
9	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıka tabanları		0,04
10	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı		0

1) Basitleştirmek amacıyla bütün durumlarda $R_{iç} = 0,13$ m²K/W ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere $R_{dış} = 0,04$ m²K/W değerleri hesaplamalarda kullanılabilir.

2) Yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki ve sınırlandırılması ile ilgili hesaplamalarda kullanılacak olan iç ve dış yüzeysel ısı iletim direnci için Madde 2.4.6'ya bakınız.

3)Yapı bileşenlerinin bina üzerindeki konumları için Şekil 1'e bakınız.

4) Hava boşluklu sandviç duvarlarda Sıra no 1'de verilen değerler kullanılır.

5) Yapı bileşeninin iç mekânda yer alması durumunda, hesaplamalarda iç ve dış yüzey ısı iletim direnç değerleri aynı kabul edilmelidir.

Günümüzde bina performans analizi konusunda özelleşmiş bilgisayar programları ısı geçirgenlik katsayısını kendi içinde hesaplayarak tasarımcıya bilgi sağlamaktadır. Kabuk tasarımı yapılırken ısı geçirgenlik katsayısının bilinmesi, bina kabuğunun enerji etkinliğine etkilerini görmek ve anlamak için faydalı olmaktadır.

4.3.5 Mekân organizasyonu

Bina tasarımındaki en önemli kurgulardan birisi mekân organizasyonudur. Mekânlar bina hacmi içerisine girişe yakınlık, gürültü faktörü, doğal aydınlatma, manzara, mahremiyet parametrelerine bağlı olarak yerleştirilir. Bu kadar çok parametreyi aynı anda sağlamak yeterince zor iken, enerji etkinliği göz önüne alındığında bu parametrelere bir de pasif ısı kazancı ve pasif soğutma eklenmektedir.

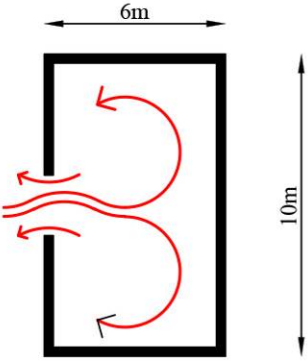
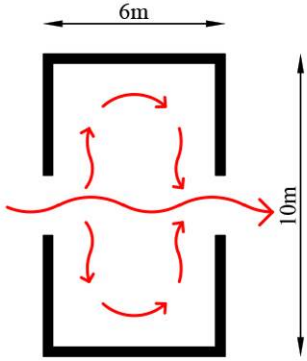
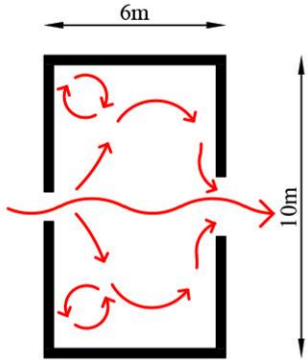
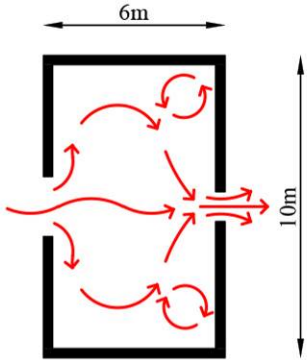
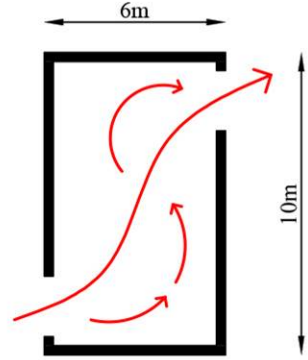
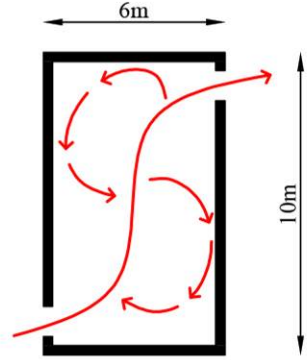
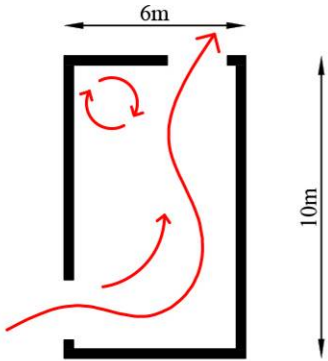
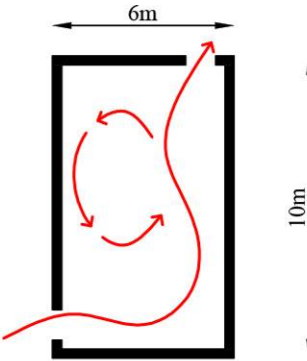
Bina içerisindeki mekânların her biri farklı kullanım yoğunluğuna sahiptir ve kullanıcı konforunun sağlanması için her birinin ayrı iç mekân sıcaklık değerlerine ulaşması gerekmektedir. Bu çerçevede bakıldığında ısıtılması daha önemli olan mekânların gün boyunca güne ışıınımı kazancı sağlanan güneyli yönlerde çözülmesi ve ısıtma ihtiyacı daha az olan mekânların kuzeyli yönlele konumlandırılması ile mekânlarda iklimsel konfor seviyesine ulaşması için daha az ısıtma yükü gerekecektir.

4.3.6 Doğal vantilasyon

Doğal vantilasyon, iç mekânda kullanılmış, karbondioksit ve nem oranınca zengin havanın dış ortamdaki oksijen oranı yüksek havanın hiçbir mekânîk zorlayıcı etkisi olmadan yer değıştirmesi olayıdır.

İç mekândaki hava sıcaklığı, yüzey sıcaklığı, nem oranının artması ve hava kalitesinin düşmesi kullanıcının iklimsel konfor değerlerine ek enerji harcamadan ulaşabilmesi için doğal vantilasyon yapılması gerekmektedir. Tez kapsamında yapılan pencere boyutlarının ve konumlarının doğal vantilasyona olan etkisini gösteren çalışmanın çıktıları Ek A'da verilmektedir. Buna göre hakim rüzgâr doğrultusunda karşılıklı pencere açılması doğal vantilasyona, tek cephede pencere açılmasından daha fazla katkı sağlamaktadır. Hakim rüzgâr doğrultusunda açılan karşılıklı pencerelerin şaşırtmalı konumlandırılması, hava hareketinin tüm hacimde düzgün dağılmasını sağlamakta ve doğal vantilasyon için en verimli sonucu ortaya çıkartmaktadır. Ayrıca rüzgârın çıkış yaptığı yöndeki pencere boyutu iç mekânda rüzgâr hızını rüzgâr giriş yönündeki pencerenin boyutundan daha fazla etkilemektedir. Yapılan çalışmaya göre pencere konum ve boyutlarının iç mekânda rüzgâr hareketine etkisi Çizelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2 : Pencere konum ve boyutlarının rüzgâr hareketine etkisi.

Tek Pencere 2m	Karşılıklı Pencere 2m
	
Karşılıklı Pencere 1m - 2m	Karşılıklı Pencere 2m - 1m
	
Çapraz Pencere 2m	Çapraz Pencere 1m
	
Komşu Cephe Pencere 2m	Komşu Cephe Pencere 1m
	

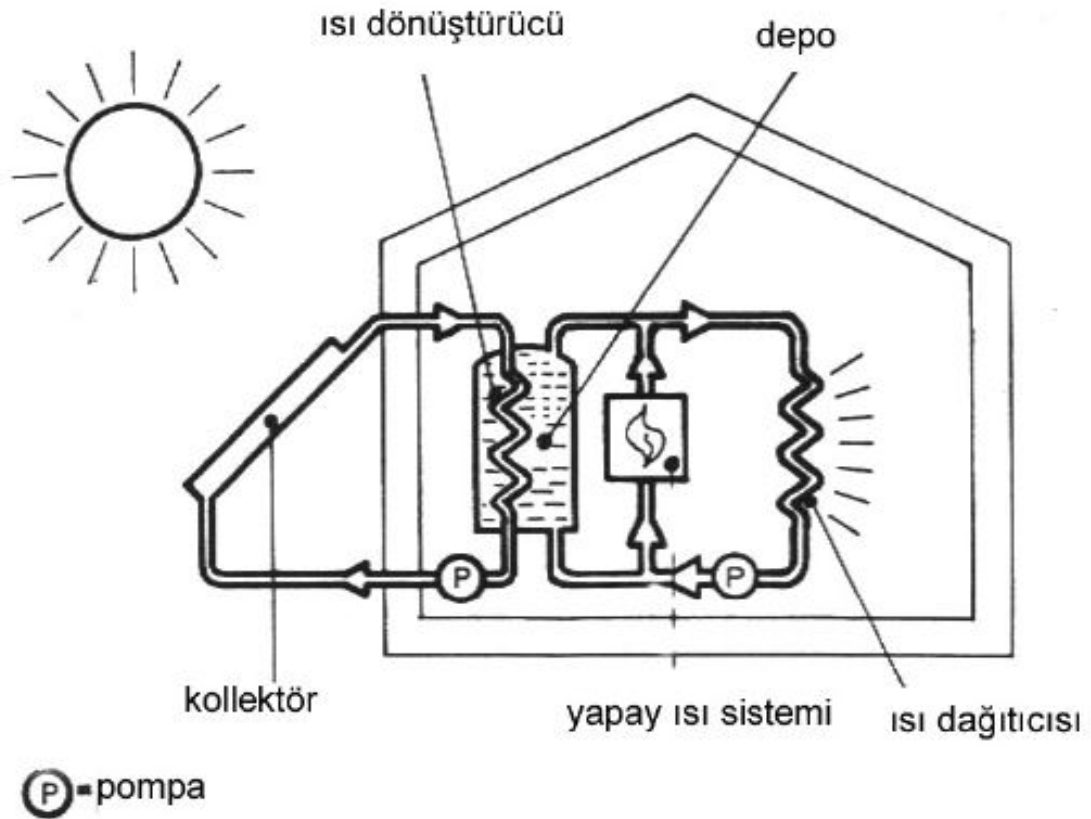


5. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA AKTİF SİSTEMLERİN KULLANIMI

Bu bölümde konut ve yerleşmelerde yaygın olarak kullanılan, enerji ihtiyacının karşılamasında yenilenebilir kaynaklara yönelik tasarlanan, aktif sistemler açıklanmaktadır.

5.1 Güneş Kolektörleri

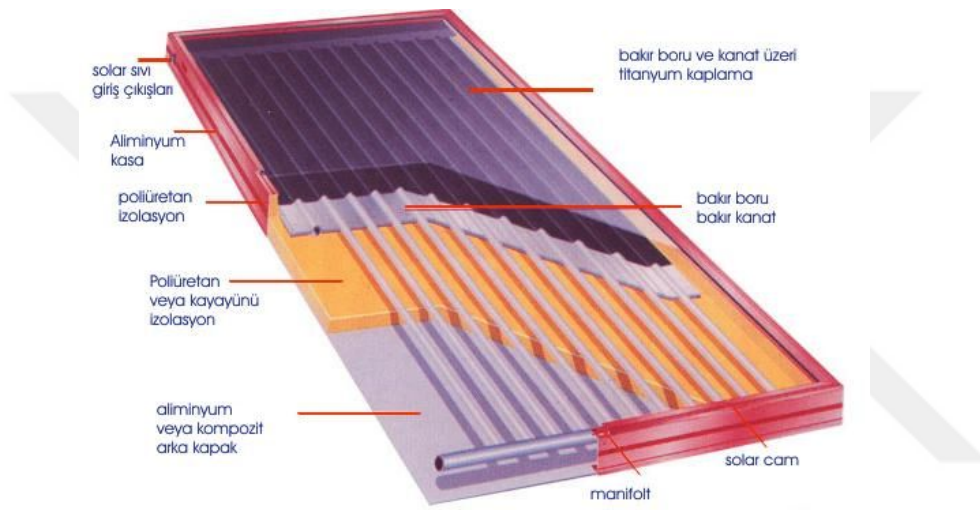
Güneş kolektörleri, güneş ışınlamından kazanılan ısı enerjisini su ısıtma yöntemiyle depolayan aktif sistemlerdir. Güneş ışınları kolektör üzerindeki yutucu yüzeyleri ısıtarak bu yüzeye bağlı borular içerisindeki suyu ya da diğer akışkanları ısıtır. Sıcak su bir pompa yardımıyla daha sonra kullanılmak üzere bir su deposunda saklanır. Güneş kolektörünün çalışma prensibi Şekil 5.1’de verilmiştir (Palz, Steemers, 1988).



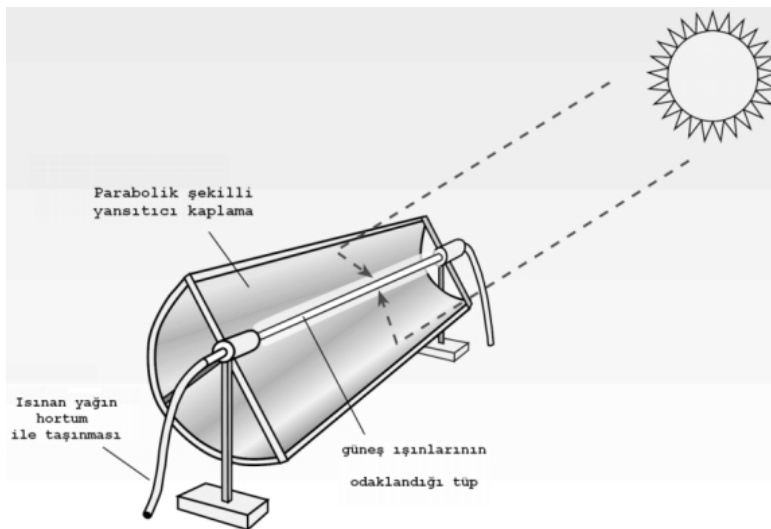
Şekil 5.1 : Güneş Kolektörünün çalışma prensibi (Palz, Steemers, 1988).

Güneş kolektörleri güneş ışınımını toplama biçimine göre ikiye ayrılmaktadır. Bunlar düzlemsel kolektörler ve yoğunlaştırıcı kolektörlerdir (Tekiz, 2001).

Düzlemsel kolektörler belirli bir yüzeye gelen güneş ışınımını doğrudan ısı enerjisine çevirme amaçlı kullanılmaktadır. Yoğunlaştırıcı kolektörler ise iç bükümlü yüzeyden gelen güneş ışınımını yansıtmak yoluyla daha küçük bir yüzeyde odaklar. Verimleri düzlemsel kolektörlere oranla çok yüksektir ve kurulum için geniş alana ihtiyaç duyulur. Bu sebeple büyük ölçekli santrallerde kullanılırlar. Şekil 5.2’de düzlemsel güneş kolektörünün kesiti gösterilmektedir. Şekil 5.3’de ise yoğunlaştırıcı güneş kolektörlerinin çalışma prensibi ifade edilmektedir.



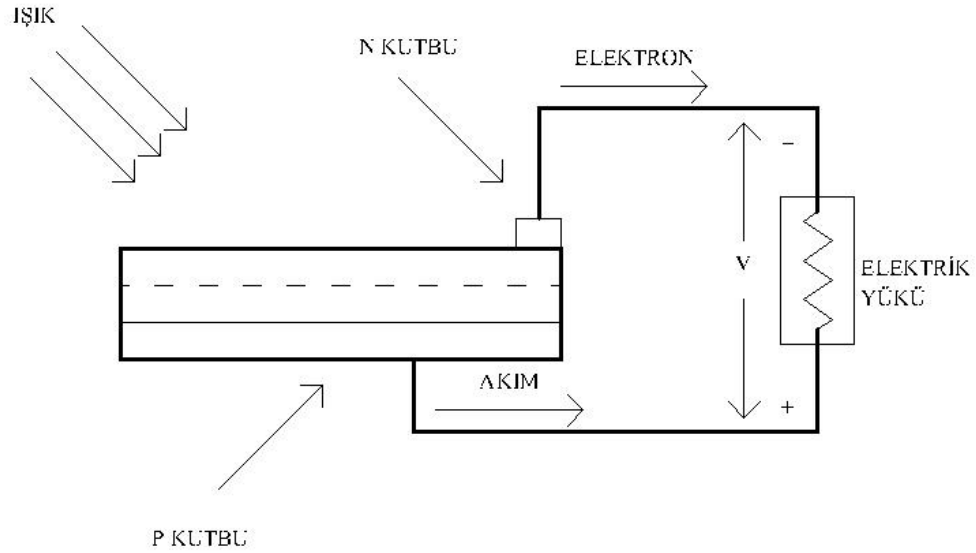
Şekil 5.2 : Düzlemsel güneş kolektörünün yapı bileşenleri (Url-14)



Şekil 5.3 : Yoğunlaştırıcı güneş kolektörlerinin çalışma prensibi (Url-15)

5.2 Fotovoltaik Sistemler

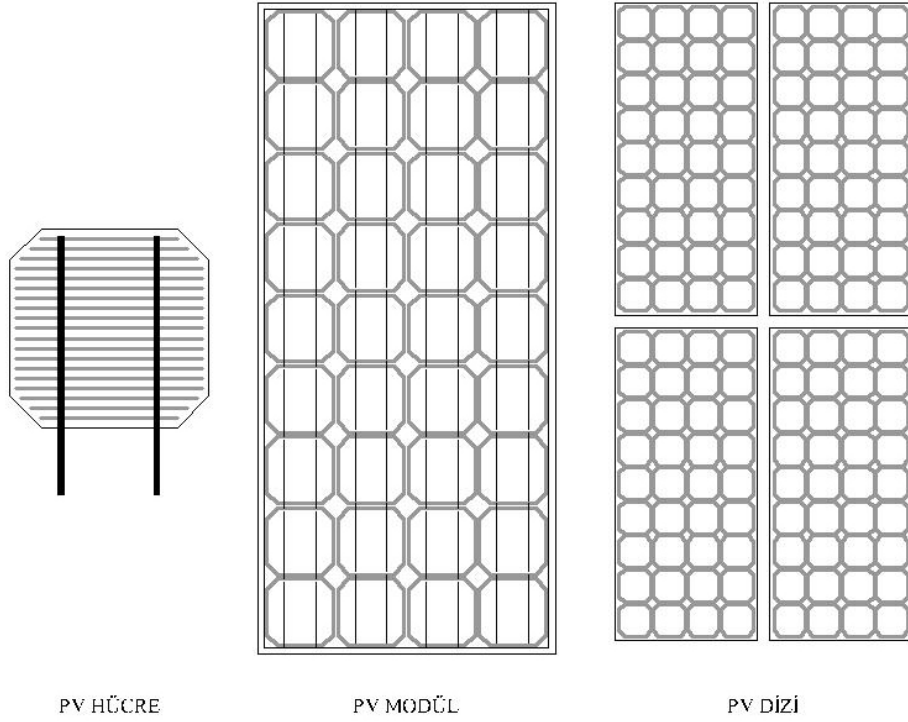
Fotovoltaik etki, yarı iletken yüzeyine gelen ışığı doğrudan elektrik enerjisine dönüştürme sürecidir. Şekil 5.4’de fotovoltaik hücrede oluşan elektrik yükü ifade edilmiştir.



Şekil 5.4 : Fotovoltaik hücrede oluşan elektrik yükü

Fotovoltaik etki ilk defa 1839’da Fransız fizikçi Alexande Edmond Becquerel tarafından keşfedilmiştir. 1954 yılına kadar laboratuvar çalışmaları sürmüştü, bu tarihte Bell Laboratuvarlarında ilk silikon hücre üretilmiştir. Ağırlık – üretim kapasitesi sayesinde ABD’nin uzay programlarında önemli uygulama alanları bulmuş, zamanla ticarileşerek dünyaya yayılmıştır (Mukund, Patel, 1999). Günümüzde çeşitli boyutlarda ve fiyat aralıklarında fotovoltaik panellere ulaşmak mümkündür. Şekil 5.5’de fotovoltaik hücre, bu hücrelerin seri bağlanması sonucu elde edilen modül (panel), ve modüllerin birbirine paralel veya seri bağlanmasıyla oluşturulan fotovoltaik dizi gösterilmektedir.

Ev kullanımına uygun fotovoltaik paneller fotovoltaik hücrelerin bir yüzey üzerinde bir araya getirilmesi ile oluşur. Güneye yönelen 15-20m² alana sahip fotovoltaik paneller ile 1.5 – 2kW güç sağlayabilir. Bu miktar 4 bireyin yaşadığı bir aile evinin elektrik ihtiyacının yarısını karşılamak için yeterlidir. Yeni teknolojiler ile her geçen gün daha verimli fotovoltaik hücreler elde edilmektedir (Cook, 2011).



Şekil 5.5 : Fotovoltaik hücre, bu hücrelerin seri bağlanması sonucu elde edilen modül (panel), ve modüllerin birbirine paralel veya seri bağlanmasıyla oluşturulan fotovoltaik dizi

Fotovoltaik paneller içerisindeki hücrelerin üretim yöntemine göre üçe ayrılır. Bunlar;

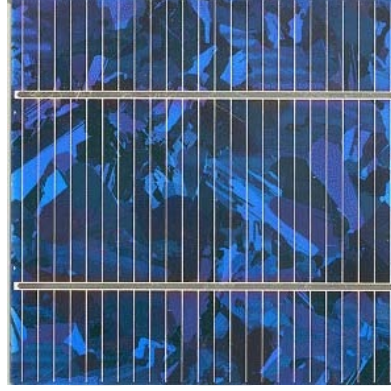
- Monokristal hücreler
- Polikristal hücreler
- İnce film kaplama

Monokristal hücrelerden oluşan panellerin verimi bu sıralamada en yüksektir (%15-%23). Alanın sınırlandırıcı olduğu senaryolarda tercih edilmelidir. Şekil 5.6’da monokristal hücre gösterilmiştir.



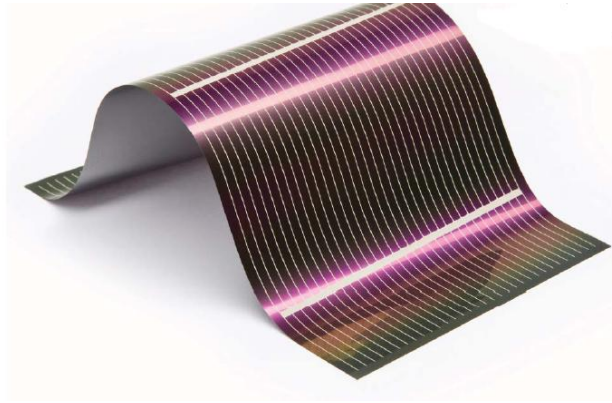
Şekil 5.6 : Monokristal hücre (Url-16)

Polikristal hücrelerden oluşan paneller kristal kalitesinin hücrenin her yerinde farklı olması sebebiyle verimi monokristal hücrelerden daha düşüktür (%11-%18). Buna karşılık üretim sürecinin kolay ve hızlı olması sebebiyle çevreye monokristal hücrelerden daha az zarar verirler. Şekil 5.7’de polikristal hücre gösterilmiştir.



Şekil 5.7 : Polikristal hücre (Url-17)

İnce film kaplama yöntemiyle üretilen paneller sıralamadaki en düşük verime sahip(%6-%13) ve en ucuz panellerdir ve alanın sınırlandırıcı faktör olmadığı yerlerde tercih edilmelidir. Yapıları gereği kapalı gök koşullarında monokristal ve polikristal hücrelerden daha verimli çalışırlar. Yılın büyük bölümü havanın kapalı olduğu bölgelerde tercih edilmesi uygundur. Şekil 5.8’de ince film kaplama gösterilmiştir.



Şekil 5.8 : İnce Film Kaplaması (Url-18)

5.3 Rüzgâr Türbinleri

Rüzgârın kaotik yapısı gereği şiddeti ve yönü asla sabit kalmaz. Hava durumu, lokal yüzey şekilleri ve yerden yükseklik rüzgârı etkiler. Rüzgâr hızı, yönü ve dağılımı dakika, saat, gün, mevsim ve yıllara göre farklılık gösterir.

Rüzgâr türbinleri için rüzgâr dağılımının belirlenmesi önemlidir. Doğru bir yıllık ortalama değer belirlemek için 10 yıllık veya daha uzun süreli veriler kullanılmalıdır. Uzun dönem ölçümleri çok pahalı ve pratik olmaktan uzak olduğu için; kısa dönem ölçümleri, genellikle 1 yıllık, yakın çevredeki uzun dönem ölçümleri ile kıyaslanarak tahmine dayalı hesaplama yapılır. Bu tekniğe “ölç, ilişkilendir, tahmin et (measure, correlate and predict (mcp))” denir.

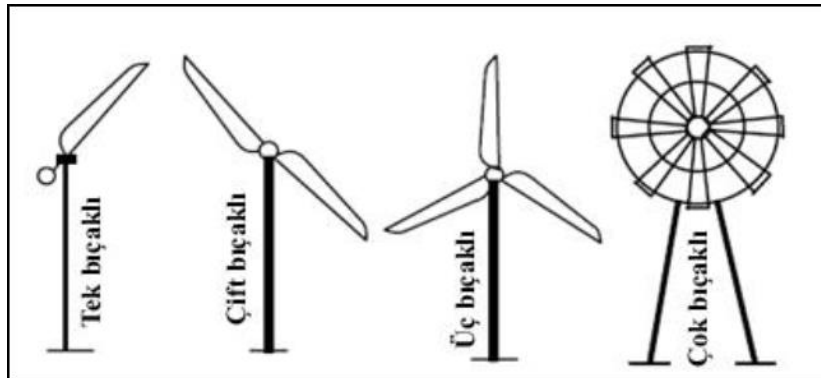
Rüzgâr türbinleri çeşitli sınıflandırmalara tanınırlar. Bunlardan en sık kullanılanlar kanat sayısına göre, rüzgârın geldiği yöne göre ve rotorun eksenine göre yapılan sınıflandırmalardır.

5.3.1 Kanat sayısına göre rüzgâr türbinleri

Kanat sayısı katılık oranını etkilemektedir. Katılık oranı; toplam kanat alanının rotor disk alanına oranıdır. Yüksek katılık oranı, düşük hız – yüksek tork anlamına gelirken düşük katılık oranı ise düşük tork – yüksek hız anlamına gelmektedir.

Su pompalamak amacıyla kurulan eski tip türbinlerde hız önemsizken yüksek torka ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla kurulan türbinlerde 8 ya da daha fazla kanat sayısına rastlanır.

Elektrik motorları ise yüksek devirlerde daha verimli çalıştığı için, elektrik üretmek amaçlı kurulan türbinlerde ise yüksek hızlarda dönen düşük katılık oranına sahip rotorlar tercih edilmelidir. Modern rüzgâr türbinlerinde 2 veya 3 kanatlı rotor kullanılır. 3 kanatlı rotorlarda kanatlar rotora birbirleriyle 120° açı yapacak biçimde konumlandırılır. Bu sayede dönüşler daha dengeli olmaktadır. 2 kanatlı rotorlar ise daha hafiftir ve montajları daha kolaydır. Avrupa’da sıklıkla 3 kanatlı türbinler kullanılırken, Amerika kıtasında 2 kanatlı türbinler yaygın olarak kullanılmaktadır. Kanat sayısına göre türbinlerin gösterimi Şekil 5.9’da verilmiştir.

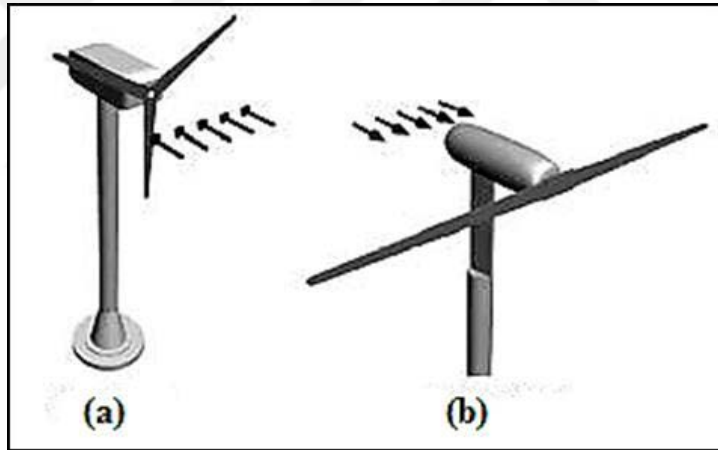


Şekil 5.9 : Kanat Sayısına göre türbinler (Durdyev, 2010)

5.3.2 Rüzgârın geldiği yöne göre rüzgâr türbinleri

Rüzgârın geldiği yöne göre rüzgâr türbinleri ikiye ayrılır. Bunlar rüzgâr altı ve rüzgâr üstü rüzgâr türbinleridir. Rüzgâr altı rüzgâr türbinleri rüzgârı rotor tarafından alır. Bu tür türbinlerde rotora çarpan rüzgârın şiddetinde azalma görülür ve verimleri düşüktür. Pahalı yaw (yatay döndürme) mekânizmasına ihtiyaç duymaması ve veriminin düşük olması nedeniyle, ucuz ve küçük ölçekli türbinlerde tercih edilir (Barutçu, 2016).

Rüzgâr üstü türbinler ise yıllardır dünyada yaygın olarak kullanılan mekânizmalardır. Kanatlar rüzgârın geliş yönüne göre kulenin ön tarafındadır. Bu da kanatların rüzgârın şiddetine bağlı olarak kuleye çarpma riski oluşturması anlamına gelmektedir. Bu rüzgâr üstü türbinlerin kanatlarının çok sert yapılması ve rotorun yukarıya doğru döndürülmesini beraberinde getirir. Ayrıca rüzgâr üstü türbinlerin rüzgârı tam karşıdan alabilmesi için mekânîk yaw kontrol mekânizması ile donatılması gerekmektedir. Şekil 5.10'da rüzgâr altı ve rüzgâr üstü türbinlerin şematik anlatımı gösterilmiştir.



Şekil 5.10 : Rüzgâr altı (a) ve rüzgâr üstü (b) türbinlerin şematik anlatımı (Url-19)

5.3.3 Rotorun eksenine göre rüzgâr türbinleri

Rotorun eksenine göre, yatay eksenli ve düşey eksenli rüzgâr türbinleri olmak üzere ikiye ayrılır.

Yatay eksenli rüzgâr türbinlerinde rotor rüzgâr doğrultusuna paralel, kanatlar ise rüzgâr doğrultusuna diktir. Bu tip türbinlerin verimi (maks. %45) düşey eksenli türbinlerden yüksektir (Barutçu, 2016).

Düşey eksenli türbinler her yönden gelen rüzgâr ile dönebilme yeteneğine sahiptir. Yere montajı gerçekleştiği için kule masrafı olmaz, maliyetleri düşüktür. Buna karşılık rüzgâr doğrultusuna dik döndüğü için gelen rüzgârın şiddetini azaltır ve frenleme etkisi yapar. Verimlerinin düşük olmasında en büyük etken de budur. Verimin düşük olmasındaki bir başka etken ise yere çok yakın olmaları dolayısıyla çevredeki cisimlerin perdeleme etkisinde kalmalarıdır. Ticari kullanım amacıyla değil deneyler için üretilmektedirler (Hau, 2005). Şekil 5.11’de düşey ve yatay eksenli rüzgâr türbini örnekli gösterilmektedir.



Şekil 5.11 : Düşey (a) ve yatay (b) eksenli rüzgâr türbini örnekleri (Url-20), (Url-21)

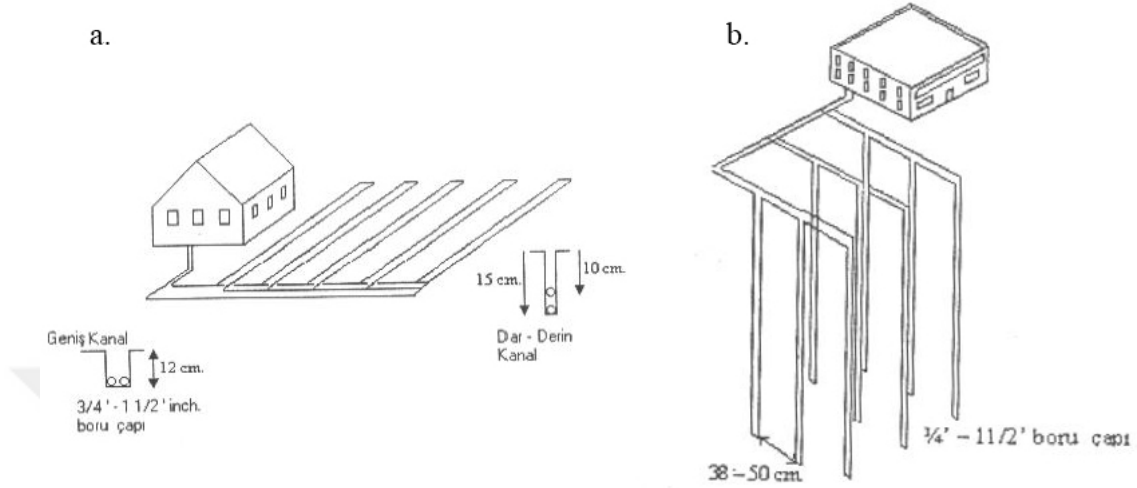
Rüzgâr türbinleri yerleşme içerisinde kullanılırken kanatların binaların üzerine gölge düşürmesi önlenmelidir. Periyodik hareket eden kanat gölgesi bina cephesine düştüğü zaman kullanıcılar için görsel konforsuzluk oluşturmaktadır. Ayrıca türbin kanatları elektromanyetik dalgaları yansıttığı için özellikle askeri alanların yakınında yüksek kuleli türbinler istenmemektedir (Barutçu, 2016).

5.4 Jeotermal Isı Pompaları

Isı pompaları kullanılan düşük sıcaklık kaynağı olan hava, toprak veya jeotermal akışkanları kullanabilmektedir. Isı pompaları aktif sistemler olduğu için sıcaklık ayırt etmeden ısı enerjisini iletme prensibiyle çalışırlar. Bu duruma istisna olarak, 0°K

sıcaklığının teorik olarak enerji barındırmaması sebebiyle bu sıcaklıktaki bir cisimden ısı transferinin söz konusu olmaması gösterilebilir.

Jeotermal ısı pompaları dikey ve yatay olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yatay tip ısı pompaları ve dikey tip ısı pompaları Şekil 5.12’de gösterilmektedir.



Şekil 5.12 : yatay (a) tip ısı pompaları ve düşey (b) tip ısı pompaları (İlken, 2000)

Yeraltında belirli bir derinlikten sonra ısıнын tüm yıl boyunca sabit kalması, dikey tip ısı pompalarının daha fazla ısı enerjisi taşıyabilmesine olanak vermektedir. Yatay tip ısı pompaları yüzeye yakın oldukları için dış ortamdaki sıcaklık değişimlerinden daha çok etkilenirler ve bu da sistemin verimini düşürmektedir. Buna karşılık; dikey ısı pompalarının kurulumu için derin kuyuların kazılması gerekmekte, bu da sistemin ilk kurulum maliyetini yükseltmektedir(Bekar, 2007).

5.5 Biokütle Enerjisi

Biokütle enerjisi, yeşil bitkilerin yapraklarında mevcut olan, kloroplast isimli lamelli yapı içerisinde gerçekleşen fotosentez olayı ile üretilir (Bekar, 2007). Güneşten yeryüzüne gelen enerjinin %0,1'i bitkiler tarafından fotosentez için kullanılır ve bu miktar yaklaşık olarak dünyada kullanılan toplam enerji miktarının 10 katıdır (Türe, 2001).

Biokütlenin enerji kaynağı olarak çevrilmesi, dünyanın birçok ülkesinde uygulanmakta ve tesis sayısı artmaktadır. Çizelge 5.1’de modern biokütle çevrim teknolojileri verilmektedir.

Çizelge 5.1 : Modern biokütle çevrim teknolojileri (Türe, 2001).

Biokütle	Çevrim Yöntemleri	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman Atıkları	Havasız Çürüme	Biogaz	Elektrik Üretimi
Tarım Atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma
Enerji Bitkileri	Doğrudan Yakma	Hidrojen	Su Isıtma
Hayvansal Atıklar	Fermantasyon	Metan	Otomobiller
Çöpler (Organik Atıklar)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz	Sentetik Yağ	Roketler
Enerji Ormanları	Biyofotoliz	Dizel, Odun Kömürü	Ürün Kurutma

6. KONUT VE YERLEŞME TASARIMINDA ENERJİ ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN GELİŞTİRİLEN MODEL

Bu çalışmada enerji etkin konut ve yerleşmelerin ön tasarımı aşamasında kullanılabilecek bir modelin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Konut ve yerleşmelerin tasarımına yönelik benimsenen ilkeler aşağıda sıralanmaktadır.

Yerleşme tasarımına ilişkin benimsenen ilkeler;

- Yerleşme bölgesinin eğimi ve eğimin yönü iklim bölgesinin ihtiyacına göre iklim tipi tarafından tanımlanan sınırlar içerisinde kalmalıdır.
- Yerleşme bölgesinin içindeki ve çevresindeki mevsimsel akarsu oluşumları incelenmeli, suyun rotasının üzerine bina konumlandırmaktan kaçınılmalıdır.
- Yerleşme bölgesi üzerine gelen güneş ışıınımı verileri hesaplanmalı, bölgenin iklimsel karakterine göre kışın maksimum, yazın minimum güneş ışıınımı kazanımına imkân veren yön ve eğime sahip konumlara yerleşilmelidir.
- Arazinin rasyonel kullanımını sağlamak amacıyla maksimum bina yoğunluğu belirlenmeli, bunu yaparken binaların birbirinin güneşini ve rüzgârını kesmemesi sağlanmalıdır.

Bina tasarımına ilişkin benimsenen ilkeler;

- İklim tipine uygun bina formu, yönlendirme ve mekân organizasyonu seçilmelidir.
- Kullanıcı konforunu maksimize eden ve enerji harcamalarını minimize eden bina kabuğu termofiziksel özellikleri belirlenmelidir.
- Binalar arası açık alanlarda uygun yüzey örtücü malzemeler ve doğal bitki örtüsüyle uyumlu binaların enerji etkinliğine katkı sağlayacak uygun peyzaj elemanları kullanılmalıdır.

Yerleşme ve konut binalarının tasarım parametreleri için uygun değerlerin belirlenmesi sürecinde dördüncü bölümde açıklanan enerji etkinliğini etkileyen etkileyen çevresel faktörler ve binaya ilişkin faktörlerden yararlanılmaktadır. Bu

faktörler yerleşme ve bina tasarımına ilişkin benimsenen ilkeler ışığında, binaların enerji etkinliğine sundukları katkılara göre sıralanarak uygun yerleşme bölgesi seçimi ve uygun bina tasarımı için birer ön tasarım modeli geliştirilmiştir. Bu bölümde geliştirilen strateji modellerinin akış diagramları ve diagramlar üzerindeki adımların detaylı açıklamaları yer almaktadır.

6.1 Yerleşme Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi

Yerleşme tasarımlarında enerji etkinliğinin geliştirilmesine yönelik en önemli belirleyici yerleşmeye dahil binaların iklim ve çevre ile uyum içerisinde olmalarıdır. Bunu başarabilmek için geliştirilen modelin ilk aşaması; çevreye ve bölgeyi etkileyen iklimsel özelliklere ait güvenilir verilerin elde edilmesi olmaktadır.

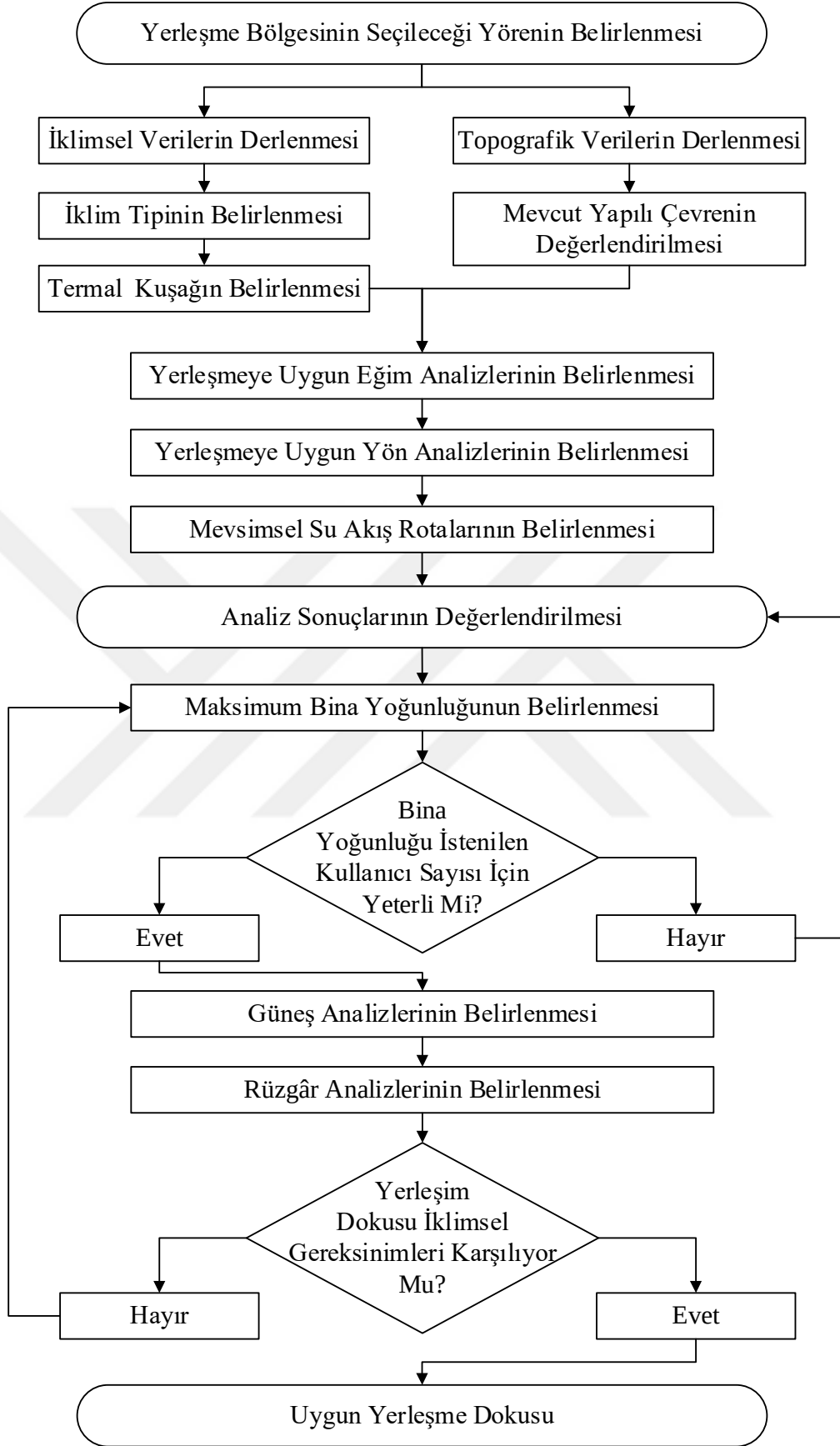
İkinci aşama; elde edilen çevresel verilerin elde edilen iklimsel veriler ile karşılaştırmalı analizi sonucu yerleşmeye uygun olan ve yerleşmeye uygun olmayan alanların belirlenmesidir. Model önerisinin işleyişi gerektirdiği üzere, bu aşamadan sonra bina tasarımları ile yerleşme tasarımı sürecinin paralel ilerlemesi gerekmektedir.

Üçüncü aşamada ise; belirlenen bina kütleleri yerleşmeye uygun alan ile birlikte değerlendirilmektedir. Bu aşamada güneş ve rüzgâr analizlerinden gelen veriler doğrultusunda yerleşim dokusunun optimizasyonu yapılmakta, iklim ve çevre ile uyumlu yerleşme dokusu elde edilmektedir.

Isıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasına, karbon salımının engellenmesine ve binaların çevreye verdiği zararlı etkilerin azaltılmasına yönelik geliştirilen uygun yerleşme tasarım modeli Şekil 6.1’de diagram üzerinde gösterilmiştir.

6.1.1 İklimsel verilerin derlenmesi

Yerleşme bölgesi seçiminde güvenilir iklimsel verilerin kullanılması büyük önem taşır. Elde edilmesi gereken iklimsel verilerin başında yöresel hava sıcaklığı, hava nemliliği, güneş ışıınımı, yağış miktarı, rüzgâr yön ve şiddet grafiği gelmektedir. Elde edilecek verilerin hesaplamaya değil ölçüme dayalı veriler olması yapılacak analizlerin güvenilirliğini artıracaktır. Bu veriler Meteoroloji Genel Merkezi (MGM) veya yerel meteoroloji istasyonlarından temin edilebilir.



Şekil 6.1 : Uygun yerleşme tasarımı süreci

6.1.2 Topografik verilerin derlenmesi

Yerleşme bölgesi seçimi kapsamında yapılacak analizlerde iklimsel veriler kadar güncel topografik verilerin elde edilmesi de önem taşır. Topografik veriler yörenin bağlı olduğu ilçe belediyesinin arşivinde yer alan hâlihazır haritalardan elde edilebileceği gibi yapılacak analizin ölçeği ve detayına bağlı olarak dijital yükseklik modeli, Dijital Elevation Model (DEM), de kullanılabilir. Elde edilen topografik veriler yerinde inceleme ile doğrulanmalı, analiz sonuçlarını etkileyecek yüzey şekillerindeki farklılıklar, revize edilmelidir.

6.1.3 İklim tipinin belirlenmesi

İklim tipinin belirlenmesi; yapılan analiz çalışmalarının her iklimsel veri için ayrı ayrı değerlendirilmesi yerine bu verilerin ortaya koyduğu iklim tipine ait ortak özelliklere göre değerlendirilmesine olanak sağlayarak, tasarımcı için süreci basitleştirmektedir.

İklim tipleri sayısız denecek kadar çoktur. Ancak her bilim dalında olduğu gibi, klimatolojide de dağınık olan tipleri ortak özelliklerine göre bir araya getirilerek iklim sınıflandırmaları ortaya çıkartılmıştır.(Dönmez, Y., 1984)

Başlıca iklim sınıflandırma metotları;

- Köppen metodu,
- Trewartha metodu,
- Aydeniz metodu,
- Erinç metodu,
- Thornthwaite metodu,
- De Martonne metodudur.

Bunlardan Trewatha, Aydeniz, Erinç, Thornthwaite, De Martone metotları, Türkiye’de 1971-2000 periyodunda verisi bulunan yaklaşık 120 meteoroloji istasyonuna uygulanmış ve çıkan sonuçlar haritalanarak her metot için ayrı ayrı Türkiye iklim sınıflandırmaları haritaları elde edilmiştir. (Şensoy, S., 2007)

İklim tipinin belirlenmesinde yukarıda ismi geçen başlıca iklim sınıflandırma metotları kullanılabileceği gibi mimarlık disiplini tarafından en çok tercih edilen L. Zeren tarafından yapılan iklim sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırmada Türkiye’nin 5 ana iklimsel karakterden oluştuğu kabul edilmiştir. Bu iklim bölgeleri ve ilişkilendirilmiş şehirler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır. (Özdemir, B., 2005)

Sıcak – nemli iklim bölgesi:

Adana, Antalya, Aydın, Denizli, İçel, İskenderun, İzmir, Manisa, Muğla

Sıcak – kuru iklim bölgesi:

Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Kahramanmaraş, Mardin, Şanlıurfa, Siirt

Ilımlı – kuru iklim bölgesi:

Afyon, Ankara, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Uşak

Ilımlı – nemli iklim bölgesi:

Amasya, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Giresun, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Zonguldak

Soğuk iklim bölgesi:

Ağrı, Bingöl, Bitlis, Bolu, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, Kastamonu, Kars, Muş, Sivas, Tunceli, Van, Yozgat

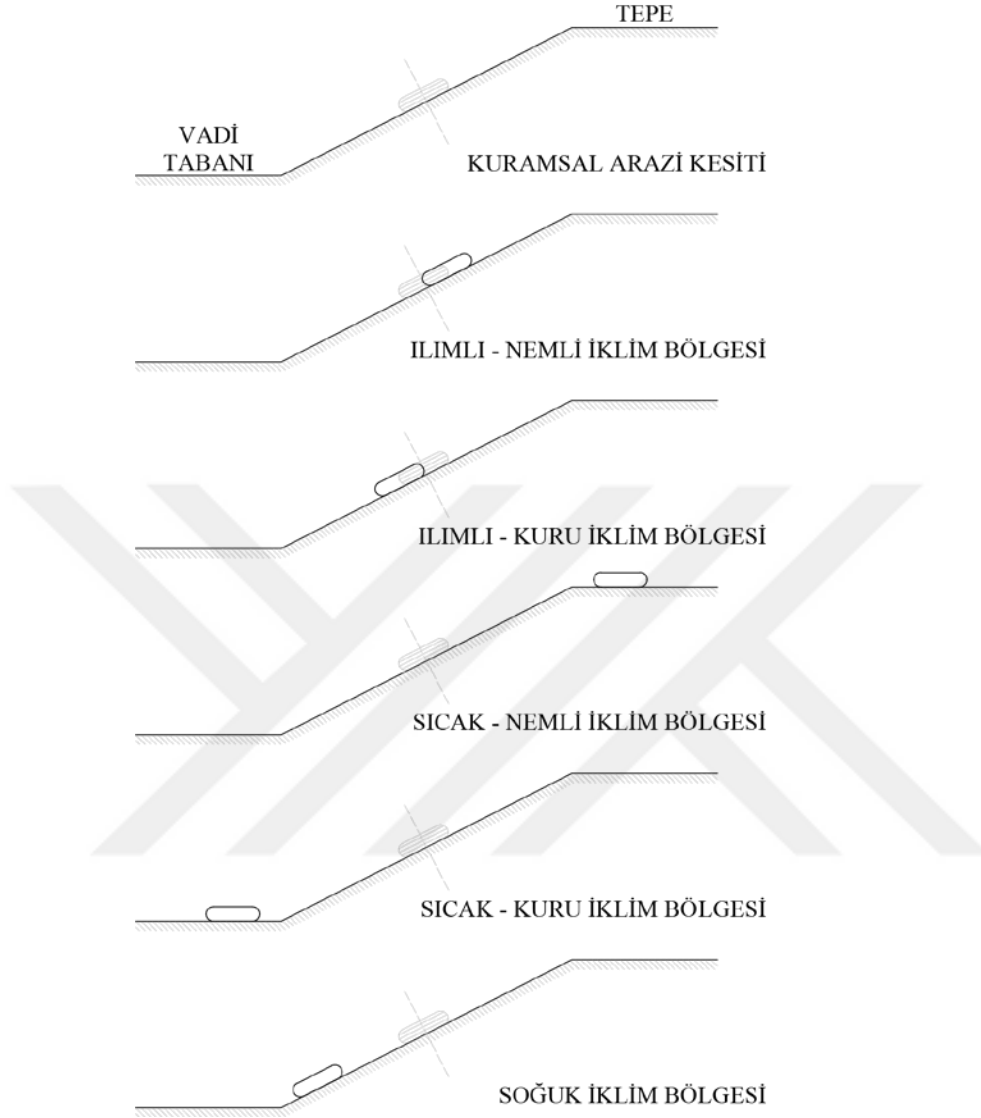
6.1.4 Termal kuşağın belirlenmesi

Yer seçimi yörenin iklimsel karakterine ve iklimsel insan ihtiyaçlarına bağlı olarak yapılmalıdır. İklimsel etkiler açısından her yamaç için yamacın en ılımlı olma niteliğine sahip parçası “termal kuşak” olarak tanımlanmaktadır. Termal kuşak herhangi bir yörede en düşük kot sayılabilecek vadi tabanı ile en yüksek kot sayılabilecek tepe arasında kalan kota sahip yamaçlar olarak ifade edilebilmektedir. (Berköz, 1995) Şekil 6.2.’de Türkiye’nin 5 iklim tipine göre yerleşmelerin termal kuşak ile kurması gereken ilişki verilmektedir.

6.1.5 Mevcut yapıli çevrenin değeriendirilmesi

Binaların enerji etkin tasarımı için, kent gibi yapılaşmanın yoğun olduğı bölgelerde konumlanması ile yapılaşmanın az olduğı kırsal alanlarda konumlanması oldukça önemli bir farklılık tekil eder. Yapılaşmanın yoğun olduğı alanlarda hava hareket hızı daha az, hava sıcaklığı daha yüksek, hava kirlilik oranı daha fazla, artan hava kirliliğine bağlı olarak güneş ışıınımı etkileri daha zayıf, azalmış bitki dokusuyla nem oranı daha düşüktür. Kentsel alanlardaki rüzgâr hızı kırsal alanlardakine oranla %25

daha azdır. Ancak yüksek binaların arasında oluşan lokal kanyonlarda yüksek rüzgâr hızları oluşabileceği unutulmamalıdır. (Utkutuğ, 2007)



Şekil 6.2 : Türkiye'nin 5 iklim tipine göre yerleşmelerin termal kuşak ile kurması gereken ilişkisi (Berköz v.d., 1995)

Mevcut yapılı çevre incelenerek yerleşme bölgesine ait birçok ön karar alınabilir, yapılaşma stratejileri belirlenebilir. Çevre bina dokusu tasarımcıya olumlu veya olumsuz örnek teşkil edebilir, yerleşme bölgesi üzerinde beklenmeyen problemlere sebep olabilir. Yapılı çevreden elde edilecek veriler titizlikle değerlendirilmeli analizler geleceğe dönük yapılmalıdır. Mevcut yapılı çevre verileri değerlendirilirken ele alınması gereken ilkeler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Yapılı çevrenin dokusu iklimsel karakter ile uyumluluğu değerlendirilmelidir.
- Çevre binaların yükseklikleri ve konumlanışı yerleşme bölgesi üzerinde güneş ışıınımı kazancına olan etkisi belirlenmelidir.

- Çevre bina dokusunun yoğunluğu ve zemin kaplamaları ısı adasına etkisi belirlenmelidir.
- Çevre binaların hakim rüzgâr yönüne ve şiddetine etkisi belirlenmelidir.
- Çevre binaların yansıtıcı yüzeylerinin yerleşme bölgesinde yaratacağı optik ve ısı problemler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Gelecekte inşa edilecek binalar yukarıda belirtilen problemler açısından değerlendirilmelidir.

6.1.6 Yerleşmeye uygun eğim analizlerinin belirlenmesi

Yerleşilebilir arazi parçası eğimi açısı olarak 0° - 24° arası ele alınmaktadır. Eğim açısı 24° 'yi geçtiği zaman bu eğimdeki arazi üzerinde yer alacak yapının inşa edilmesi güçleşmekte ve maliyeti artırmaktadır. (Berköz, E., 1995)

6.1.7 Yerleşmeye uygun yön analizlerinin belirlenmesi

Yerleşme bölgesinin eğiminin yönüne bağlı olarak binaların gölge boyları ve günlük güneş ışıınımı kazançları değişmektedir. Eğimli yerey parçalarının farklı yüzeylerinin farklı bakılara sahip olması durumu göz önüne alındığında; yerleşme dokusunu oluşturacak binaların konumlandırılmasında, güneş ışıınımı kazancı açısından yerleşmeye uygun yönlerin belirlenmesi önemli bir parametredir. Türkiye'nin beş farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yön ve eğim analizi Çizelge 6.1'de gösterilmiştir.

6.1.8 Mevsimsel su akış rotalarının belirlenmesi

Taşkınlar ve seller doğal afetler içerisinde, gerek ölü sayısı bakımından gerekse ekonomik zarar bakımından en fazla hasar veren doğal afetlerin başında gelmektedir.

Gerek topografik yapısı gerekse sahip olduğu yarı kurak iklim koşullarından dolayı ülkemiz taşkın ve sellerin, dolayısıyla zararların da oldukça fazla yaşandığı bir ülkedir. (Sepetçioğlu, M. Y., 2012).

Bu veriler ışığında can kayıpları ve maddi hasarların önüne geçmek amacıyla, tasarımda yerleşme kararları alırken, arazinin hidroloji analizlerinin yapılması önemlidir. Hidroloji analizleri ile belirlenen su akış rotaları ve mevsimsel dere oluşumları göz önüne alınmalı, binalar taşkın riski bulunan havzalara yakın konumlandırılmamalıdır.

Çizelge 6.1 : Türkiye'nin 5 farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yön ve eğim analizi (Zeren L. v.d., 1990).

BİNA OPTİMUM YÖNLENDİRMELERİ	
Sıcak - Nemli İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 3^\circ D$, rüzgara açık	
Sıcak - Kuru İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 18^\circ D$, açıklıklar avlu yönünde	
Ilımlı - Kuru İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 27^\circ D$, rüzgara geniş açıklık vermeyen	
Ilımlı - Nemli İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 10^\circ D$, rüzgara geniş yüzey veren	
Soğuk İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 22^\circ D$, rüzgara kapı	

6.1.9 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu aşamada belirlenen her çevresel ve iklimsel analiz sonucu için yerleşmeye uygun ve uygun olmayan yerey parçaları harita üzerinde tarama ile belirtilmelidir. Daha sonra bu haritalar üst üste yerleştirilerek tüm analiz sonuçları için geçerli olan yerleşme için uygun yerey parçası belirlenir. İlerleyen aşamalarda; yerleşme dokusu belirlenirken binaların belirlenen uygun yerey parçası sınırları içerisinde kalmaları, yerleşme ölçeğinde enerji etkinliğine büyük fayda sağlamaktadır. Mümkün olan her durumda bu senaryoya bağlı kalmak enerji verimliliği açısından en uygun seçenektir. Tabii ki bu senaryo her zaman gerçekleşmemektedir. Uygun yer seçiminin dışında kalan binaları için, bina ölçeğinde alınanan ek önlemler ile durum telafi edilmeye çalışılmalıdır.

6.1.10 Maksimum bina yoğunluğunun belirlenmesi

Önceki adımlar doğrultusunda yerleşim bölgesi belirlendikten sonra arazinin verimli kullanılabilmesi için iklim tipine bağlı olarak uygun bina aralıklarının belirlenmesi ve ulaşılabilir maksimum bina yoğunluğunun tespit edilmesi önemlidir. Bina aralıklarının doğru belirlenebilmesi için bina kütlelerine ait temel boyutlandırma kararlarının alınması, güneş ışınımına ve rüzgâra yönelik stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu yoğunluğu belirlerken imar planları dikkate alınmalı, imar planında izin verilen bina taban alanı ve emsalin aşılmamasına özen gösterilmelidir.

Tasarım sürecinin bu evresinde geriye dönük revizyon kararlarının sıklıkla uygulanması gerekmektedir. Geleneksel yöntemler söz konusu olduğunda tasarımcı süreci uzatan karmaşık hesaplamalar ile tekrar tekrar uğraşmak zorunda kalmaktadır. Bu çalışma kapsamında tasarımcının iş yükünü azaltacak bir bilgisayar programı hazırlanmıştır.

Binalar arası minimum mesafelerin hesaplanabilmesi için “Rhinoceros” programının eklentisi olan “Grasshopper” yazılımıyla bir hesaplama programı geliştirilmiştir. Bu hesaplama programının doğru sonuçlara ulaşabilmesi için güneş ışınımı ve gölge boyu hesaplamalarında yararlanılan matematiksel denklemler kullanılmıştır. Bu denklemler sırasıyla aşağıdaki gibidir (6.1-7).

$$h = 15(12 - GS) \quad (6.1)$$

Yukarıdaki denklemde saat açısı (h), güneş saati ise (GS) ile gösterilmiştir.

$$d = 23,45 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{(n + 284)}{365}\right) \quad (6.2)$$

Yukarıdaki denklemde deklinasyon açısı (d), hesap günü (n) ile gösterilmiştir.

$$y = \arcsin(\cos(d) \cdot \cos(e) \cdot \cos(h) + \sin(d) \cdot \sin(e)) \quad (6.3)$$

Yukarıdaki denklemde yükseklik açısı (y), enlem açısı (e) ile gösterilmiştir.

$$A_g = \arcsin\left(\frac{\cos(d) \cdot \sin(h)}{\cos(y)}\right) \quad (6.4)$$

Yukarıdaki denklemde güneşin azimut açısı (A_g) ile gösterilmiştir.

$$P = \arctan\left(\frac{\tan(y)}{\cos(A_g - A_y)}\right) \quad (6.5)$$

Yukarıdaki denklemde profil açısı (P), yüzeyin azimut açısı (A_y) ile gösterilmiştir.

$$U_{\text{ön}} = \frac{H}{\tan(s) + \tan(P)} \quad (6.6)$$

Yukarıdaki denklemde güneyli yamaçlarda gölge boyu uzunluğu (U_{ön}), bina yüksekliği (H), arazi eğim açısı (s) ile gösterilmiştir.

$$U_{\text{arka}} = \frac{H}{\tan(P) - \tan(s)} \quad (6.7)$$

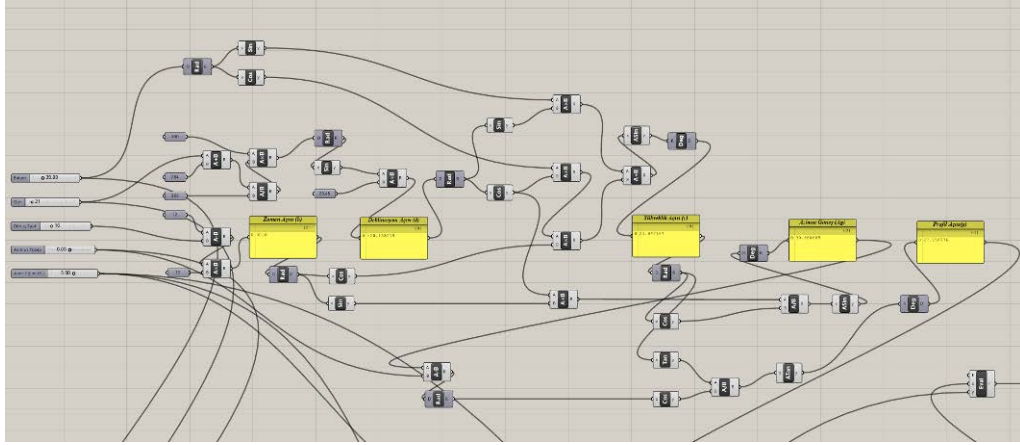
Yukarıdaki denklemde kuzeyli yamaçlarda gölge boyu uzunluğu (U_{arka}) ile gösterilmiştir.

6.1.10.1 Geliştirilen bilgisayar programının tanıtılması

Rhinoceros isimli programın eklentisi olan “Grasshopper” yazılımının parametrik tasarım ara yüzü kullanılarak güneşin profil açısını hesaplayan bir algoritma tasarlanmıştır. Bu algorithmada parametre olarak enlem, güneş saati, hesap günü, yüzeyin azimut açısı ve arazi eğimi bilgilerini el ile girilmektedir. Algoritma binanın X eksenini ve Y eksenindeki cepheleri için ayrı ayrı profil açılarını hesaplamaktadır. Şekil 6.3’de geliştirilen algoritma verilmektedir.

Daha sonraki aşamada ise programa binanın X ve Y eksenindeki cephe uzunluklarını, binanın yüksekliğini, arazi eğimini, X ve Y yönünde kaç adet bina için hesap yapılması gerektiği bilgileri girilmektedir. Bu bilgileri program ikinci bir algorithmada

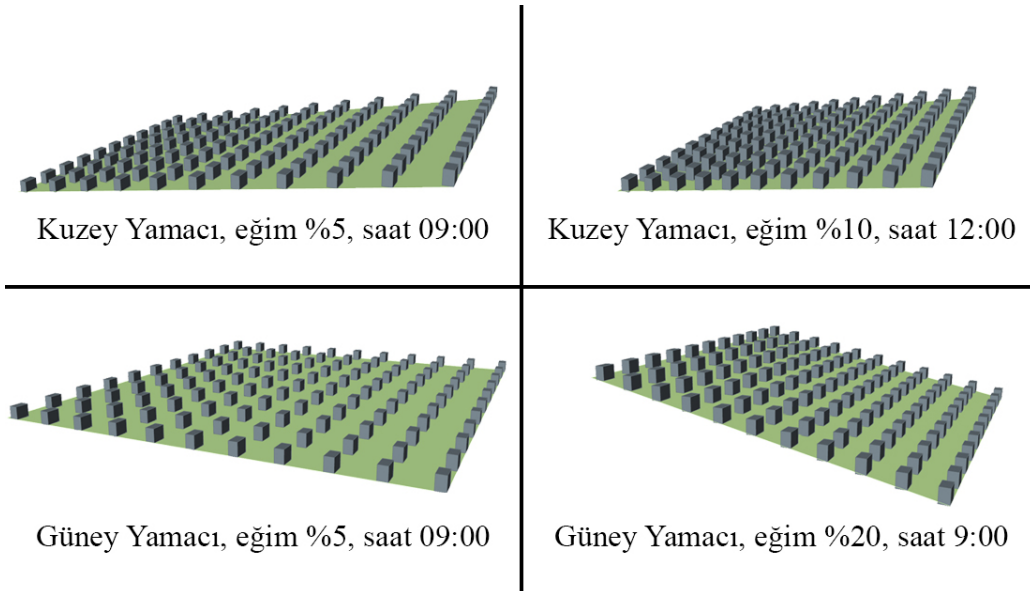
işleme sokarak gölge boylarını hesaplamakta ve bina kütlelerini, arazi yüzeylerini oluşturmaktadır.



Şekil 6.3 : Grasshopper algoritması

Oluşturulan sanal model Rhino'nun model ara yüzüne yansıtılmakta ve kullanıcının oluşturduğu model içerisinde gezinmesine olanak sağlamaktadır. Tüm bu işlemlerin saniyeler içerisinde gerçekleşiyor olması, kullanıcının optimum bina aralığını bulana kadar, farklı senaryoları defalarca deneyebilmesine olanak sağlamaktadır.

İstenilen sonuca ulaşıldığında sanal model işlenebilir katı model haline getirilerek herhangi bir 3B modelleme programına aktarılabilir. Aynı enlem için farklı parametreler ile çalıştırılan programın çıktılarından örnekler Şekil 6.4'de verilmiştir.



Şekil 6.4 : Örnek hesap çıktıları

Bina yoğunluğunun belirlenmesi aşamasında tasarımcıya yardımcı olmak amacıyla, geliştirilen bilgisayar programı kullanılarak enlemlerine göre Türkiye illerinin güneş

ışınımı kazancını gözetken minimum bina aralıkları belirlenmiştir. Bu çalışmada il merkezlerinin enlemleri baz alınmış ve tasarımcıya yaklaşık bina yüksekliği “H” cinsinden mesafe bilgisi vermesi amaçlanmıştır. Bina gölge boyları gözetilerek hazırlanan minimum bina aralıkları EK B’de çizelgeler halinde çizimleri ile beraber verilmiştir. Çizelge 6.2’de EK B’de verilen çizelgelerin özeti yer almaktadır.

Çizelge 6.2 : Enlemlere göre minimum bina aralıkları.

A. Eğimi		0%		5%		10%		15%		20%		25%	
C. Azimutu		0°	45°	0°	45°	0°	45°	0°	45°	0°	45°	0°	45°
Enlem	Yön												
37°	K - G	1,76 H	3,44 H	1,62 H	2,94 H	1,50 H	2,56 H	1,39 H	2,27 H	1,30 H	2,04 H	1,22 H	1,85 H
	D - B	2,33 H	3,44 H	2,09 H	2,94 H	1,89 H	2,56 H	1,73 H	2,27 H	1,59 H	2,04 H	1,47 H	1,85 H
38°	K - G	1,84 H	3,62 H	1,68 H	3,06 H	1,55 H	2,66 H	1,44 H	2,34 H	1,34 H	2,10 H	1,26 H	1,90 H
	D - B	2,44 H	3,62 H	2,17 H	3,06 H	1,96 H	2,66 H	1,78 H	2,34 H	1,64 H	2,10 H	1,51 H	1,90 H
39°	K - G	1,92 H	3,85 H	1,75 H	3,20 H	1,61 H	2,76 H	1,49 H	2,42 H	1,39 H	2,16 H	1,30 H	1,95 H
	D - B	2,56 H	3,85 H	2,27 H	3,20 H	2,04 H	2,76 H	1,85 H	2,42 H	1,69 H	2,16 H	1,56 H	1,95 H
40°	K - G	2,00 H	4,02 H	1,82 H	3,35 H	1,67 H	2,87 H	1,54 H	2,51 H	1,43 H	2,23 H	1,33 H	2,00 H
	D - B	2,69 H	4,02 H	2,37 H	3,35 H	2,12 H	2,87 H	1,92 H	2,51 H	1,75 H	2,23 H	1,61 H	2,00 H
41°	K - G	2,09 H	4,25 H	1,89 H	3,51 H	1,73 H	2,98 H	1,59 H	2,60 H	1,48 H	2,30 H	1,37 H	2,06 H
	D - B	2,84 H	4,25 H	2,49 H	3,51 H	2,21 H	2,98 H	1,99 H	2,60 H	1,81 H	2,30 H	1,66 H	2,06 H
42°	K - G	3,01 H	4,52 H	1,97 H	3,68 H	1,80 H	3,11 H	1,65 H	2,69 H	1,52 H	2,37 H	1,41 H	2,12 H
	D - B	3,01 H	4,52 H	2,61 H	3,68 H	2,31 H	3,11 H	2,07 H	2,69 H	1,88 H	2,37 H	1,72 H	2,12 H

6.1.11 Güneş analizlerinin belirlenmesi

Isıtma ve soğutma yüklerinin doğru hesaplanabilmesi için bina kabuğunun ve yerleşme bölgesi yüzeylerinin güneş ışıını kazanımları hesaplanmalıdır. Elde edilen güneş ışıını kazanımları iklimsel konfor açısından kabul edilebilir sınırların dışında ise bina aralıkları değiştirilerek hesaplamalar tekrar yapılmalıdır.

6.1.12 Rüzgâr analizlerinin belirlenmesi

Rüzgâr ısıtma ve soğutma yüklerine güneş ışıını kazancı ile beraber doğrudan etki etmektedir. Binaların yönelişi ve birbirine göre konumlanışına karar verirken soğutma döneminde doğal vantilasyon ile rüzgârın serinletici etkisinden hangi düzeyde yararlanılacağına ve ısıtma döneminde rüzgâr ile beraber bina kabuğundan hangi düzeyde ısı kaybedileceği hesaplanarak bu iki bağıntı arasında dengeyi sağlayacak bina aralıkları ve yönlendirilişleri belirlenmelidir.

6.1.13 Uygun yerleşme dokusunun belirlenmesi

Yerleşme dokusunun belirlenmesi, bu aşamaya gelene kadar yapılan analizlerin sentezi ile ortaya çıkmaktadır. İzlenen adımlar sonucunda belirlenen yerleşme dokusu, bölgenin iklim tipinin gereksinimlerini yerine getiriyorsa, enerji etkinliği çerçevesinde uygun yerleşme dokusudur. Eğer belirlenen yerleşme dokusu iklimsel gereksinimleri karşılayamıyorsa, bina yoğunluğunda değişiklik yapılarak uygun alternatif bulunana kadar süreç tekrarlanır.

6.2 Bina Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi

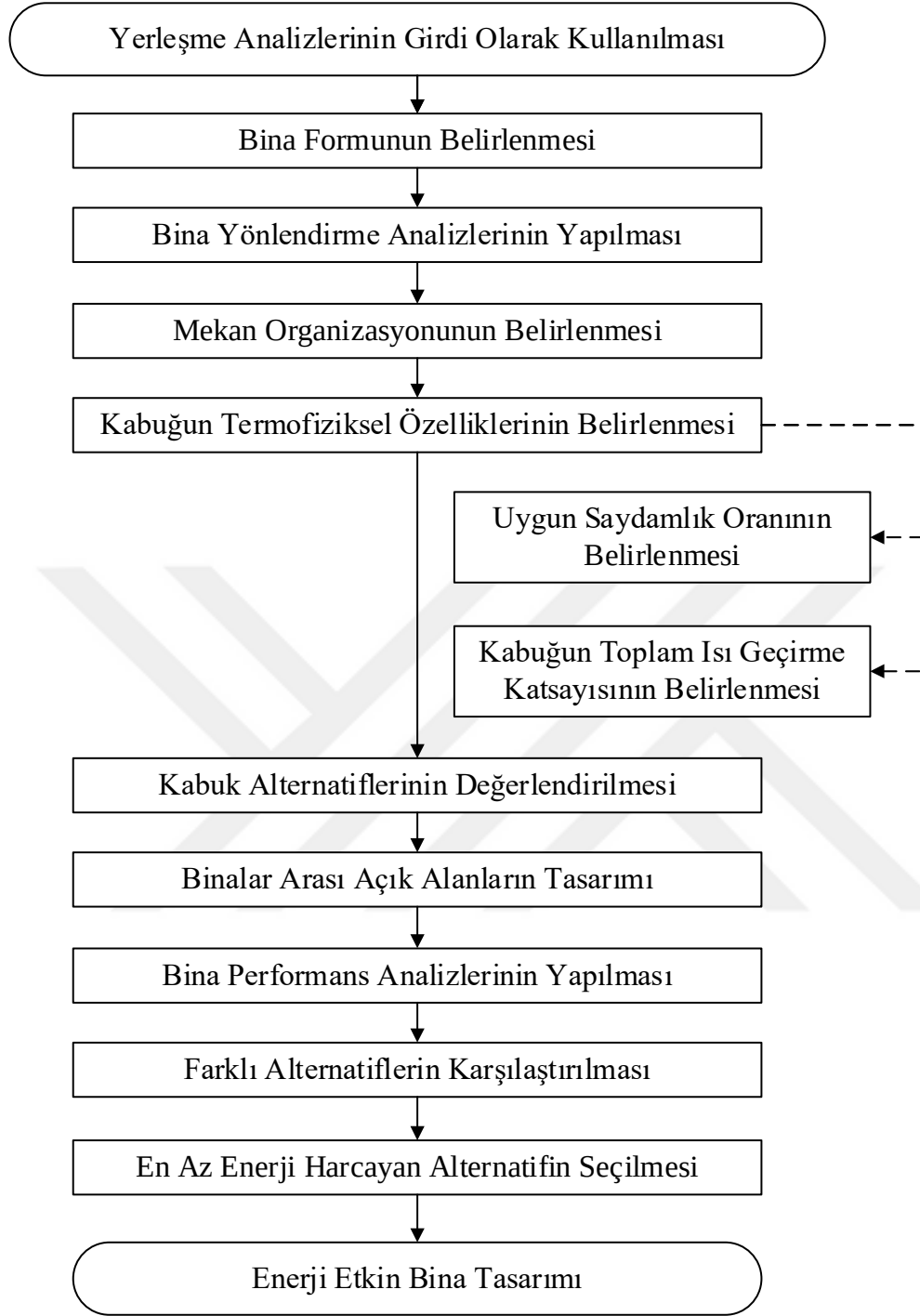
Yerleşme dokusunun iklimle uyumlu tasarlanmasının binaların enerji etkinliğine yaptığı önemli katkılarının yanında; iç mekânda kullanıcıların iklimsel konfor koşullarına ulaşması bina ölçeğinde alınan kararlar ile mümkün olmaktadır. Model önerisinde bu prensip doğrultusunda binaların enerji etkinliğine en çok katkı sağlayan parametreden en az katkı sağlayan parametreye doğru ilerleyen bir akış önerilmektedir.

Geliştirilen model önerisine göre; bina tasarım süreci Şekil 6.1’de gösterilmekte olan analiz sonuçlarının kesiştirilmesi adımı ile başlamakta, sürecin ilk aşaması olan bina formu ve bina yönlendirmelerine ait kararlar yerleşme tasarımı ile paralel ilerlemektedir.

İkinci aşamada mekân organizasyonun belirlenmesi ve kabuk tasarımı yer almaktadır. Mekân organizasyonu yapılırken bina yönlendirmelerindeki farklılıklar göz önünde bulundurulmalı, gerekli görülmesi durumunda bina tipolojisinde değişikliklere gidilmelidir. Geliştirilen modele göre kabuk tasarımı iki aşamada değerlendirilmektedir. Bunlar bina cephelerinin saydamlık oranı ve bina kabuğunu oluşturan yüzeylerin toplam ısı geçirme katsayılarının belirlenmesidir.

Sürecin son aşamasında bina performans analizleri ile binalar arası açık alanların tasarımı yer almaktadır. Bina ve yerleşme tasarımında kullanılacak yenilenebilir enerji uygulamaları bina performans analizlerinin sonuçlarına dayandığı için, bu başlık altında değerlendirilmektedir.

Geliştirilen enerji etkin bina tasarım modeli Şekil 6.5’de diagram üzerinde gösterilmektedir.

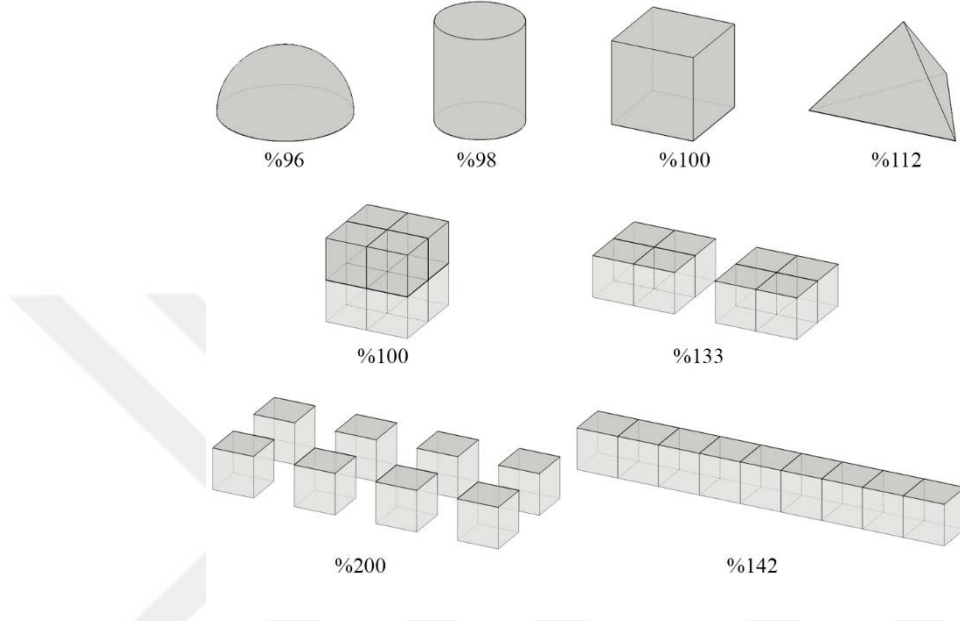


Şekil 6.5 : Enerji etkin bina tasarım süreci

6.2.1 Bina formunun belirlenmesi

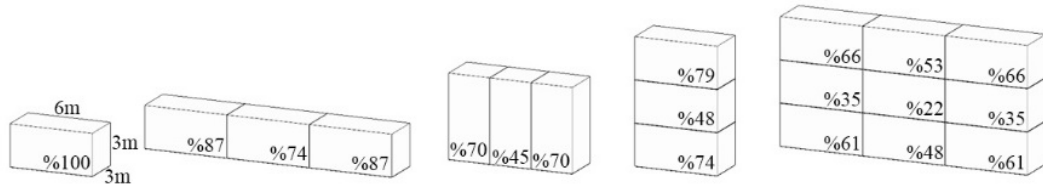
Binalar ısıtma dönemlerinde bina kabuğu aracılığıyla ısı kaybederken, soğutma dönemlerinde ısı kazanırlar. Aynı şekilde binalar tüm mevsimlerde gündüz güneş ışıınımı yoluyla ısı kazanırken gece ısı kaybederler. İklim tipine göre bina formu seçimi ile ısıtma dönemindeki kayıplar azaltılabilir, soğutma dönemindeki kazançların büyük ölçüde önüne geçilebilir.

Bina kütlesinin ısı kayıp ve kazançları, kabuk yüzey alanının bina hacmine oranına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Aynı hacme sahip kürenin yüzey alanı silindirden, silindirinki küpten, küpünki ise dikdörtgenler prizmasından daha azdır (Daniels, 1979). Aynı hacme sahip ilgili geometrik şekillerin yüzey alanlarının karşılaştırması Şekil 6.6’da verilmiştir.



Şekil 6.6 : Aynı hacme sahip ilgili geometrik şekillerin yüzey alanlarının karşılaştırılması (Daniels, 1979)

1982 yılında yapılan bir çalışmada aynı modülden türetilen farklı binalarda her bir modülün ısı gereksinimleri karşılaştırılmıştır. Talep edilen toplam ısı yükü yüzdelerinin karşılaştırması Şekil 6.7’de verilmektedir.



Şekil 6.7 : Talep edilen toplam ısı yükü yüzdelerinin karşılaştırması (Krusche v.d., 1982)

Bina yüksekliklerinin artması prensipte yüzey alanı – hacim oranını artırmaktadır. Bu bağlamda bina yükseklikleri etkisi altında bulunan iklim tipinin ısı kayıp – kazanç talepleri doğrultusunda değerlendirilmelidir.

Türkiye'nin beş iklim bölgesi göz önüne alındığında, iklim tipine uygun bina form ve yönlendirilişi Çizelge 6.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3 : İklim tipine uygun bina form ve yönlendirilişi (Zeren L. v.d., 1990).

BİNA OPTİMUM YÖNLENDİRMELERİ	
Sıcak - Nemli İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 3^\circ D$, rüzgara açık	
Sıcak - Kuru İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 18^\circ D$, açıklıklar avlu yönünde	
Ilımlı - Kuru İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 27^\circ D$, rüzgara geniş açıklık vermeyen	
Ilımlı - Nemli İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 10^\circ D$, rüzgara geniş yüzey veren	
Soğuk İklim Bölgesi Geniş cephe, $G \rightarrow 22^\circ D$, rüzgara kapı	

Bina formu ve iklim arasındaki ilişki içerisinde çatı seçiminden de bahsedilmelidir. İklim tipinin karakteristik özelliklerinin hakim olduğu yörelerde iklim tipine göre çatı form seçimleri Çizelge 6.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.4 : İklim tipinin karakteristik özelliklerinin hakim olduğu yörelerde iklim tipine göre çatı form seçimleri (Özdemir, 2005).

İklim Tipi	Uygun Çatı Tipi
Sıcak - Nemli	Yükseltilmiş veya eğimli çatı (hava sirkülasyonu sağlama)
Sıcak - Kuru	Düz çatı (güneş ışınlamı etkisini azaltma)
Ilımlı	Eğimli çatı
Soğuk	Eğimli çatı

6.2.2 Bina yönlendirmelerinin belirlenmesi

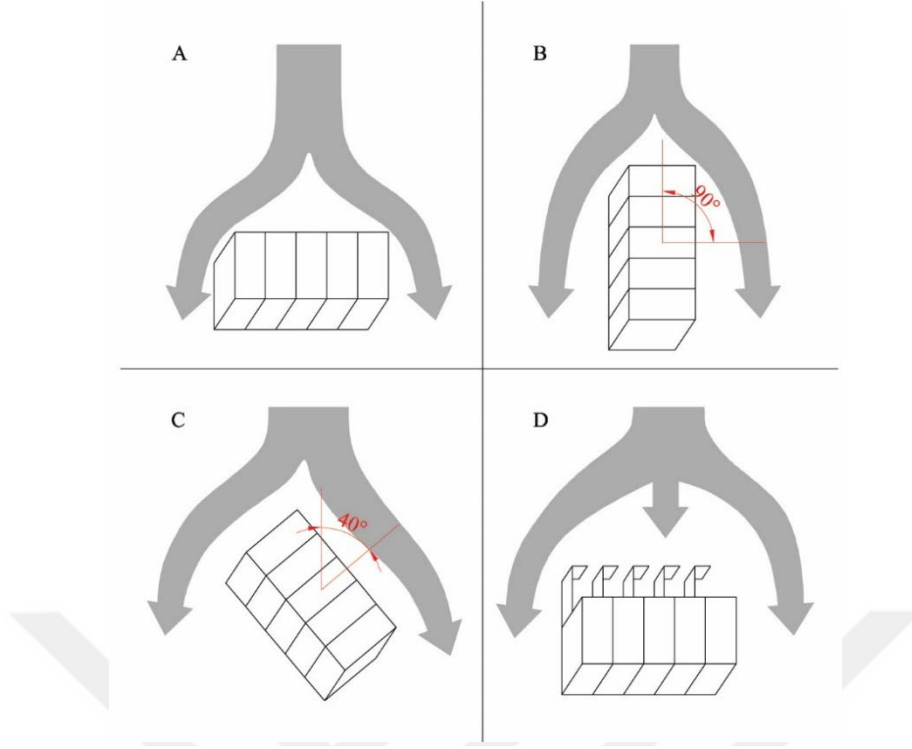
Binanın yönlendirilme durumu başta arazi eğimi olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenir. Bunlar; arazi eğimi, güneş ışınlamı, rüzgâr, gürültü, manzara, mahremiyet olarak sıralanabilir.

Enerji etkin konut tasarımında temel prensip binaların ısıtma döneminde en fazla, soğutma döneminde ise en az güneş ışınlamı kazancı sağlayacak biçimde yönlendirilmesidir. Coğrafi konumu gereği Türkiye’de bu ilkeyi başarıyla uygulamak için binaların güneşe yakın yönler yönendirilmesi gerekmektedir.

Kış aylarında günlük güneş ışınlamı kazancının %90’ı 09.00 – 15.00 saatleri arasında yaşandığından, bu süre içerisinde güneş ışınlamının engellenmeden binaya ulaşması sağlanmalıdır. Buna ek olarak hakim rüzgâr etkisi dikkate alınarak da kışın soğuk rüzgârların sebep olacağı ısı kayıpları önlenabilir, yazın da binayı soğutması ve doğal ventilasyon yolu ile havalandırması sağlanabilir (Yüksek, 2009). Bina kütlelerinden rüzgâr kaynaklı ısı kayıplarının karşılaştırıldığı Anon’un çalışması Şekil 6.8’de verilmiştir. Buna göre B A’ya göre %50, C A’ya göre %60 ve D A’ya göre %25 daha az ısı kaybına sebep olmaktadır. (Anon, 1979)

6.2.3 Mekân organizasyonu

Mimarların mekân organizasyonlarını doğru şekilde planlanması, bina kullanım süreci içerisinde enerji kullanımını doğrudan etkilemektedir. Alman Araştırma ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yapılan bir araştırmada, mekânların plan organizasyonundaki



Şekil 6.8 : Bina kütesinden rüzgâr kaynaklı ısı kayıplarının karşılaştırılması
(Anon, 1979)

yerinin enerji tüketimi açısından bina yönlendirilmesinden daha etkili olduğunu açıklamaktadır. (Yüksek, 2009)

Konut binalarının tüm mekânları gün içinde aynı sıcaklık değerine sahip olmak zorunda değildir. Yaşama, mutfak, çalışma odası ve kütüphane gibi mekânlar gün içinde kullanıcılar tarafından sıklıkla ziyaret edilirken; yatak odası, banyo, çamaşır odası, garaj ve depo gibi mekânların gün içinde kullanımı sınırlıdır. Güneş ışınımından verimli faydalanmak adına binanın sık kullanılan mekânları güneyli yönler konumlandırılarak bu mekânların ısıtma yükleri azaltılabilir. Bununla beraber seyrek kullanılan mekânların kuzeyli yönler konumlandırılması ile bina enerji etkinliği açısından doğru bir organizasyon yapılmış olur.

Ayrıca bina içerisinde ısıtma gereksinimi daha yüksek olan mekânlar ile dış mekân arasına daha az ısıtma gereksinimi olan mekânlar tampon bölge olarak yerleştirilerek, yüksek oranda bir verim sağlanabilir. Bu yöntem ile binalarda daha az ısıtılan ya da ısıtılması gerekli olmayan alanlar ile tampon bölgeler oluşturulur (Yasan, 2011).

Doğu ve batıdan alınan güneş ışınımının kontrolü güney yönüne kıyasla zordur. Bu cephelerde uygun güneş kontrolünün yapılması, binanın doğu – batı aksında güneye

daha geniş bir cephe oluşturacak şekilde planlanması tasarımın temel prensibi olarak kullanılmaktadır (Soysal, 2009)

Mekân organizasyonu yapılırken dikkat edilmesi gereken bir başka konu ise doğal havalandırmadır. Planlama yapılırken hakim rüzgâr doğrultusunda karşılıklı pencerelerin açılması ile çapraz havalandırma (cross-ventilation) sağlanabilir. Bu bağlamda mekânların karşılıklı konumlandırılması doğal havalandırmayı kolaylaştırıcı bir faktör olarak soğutma yüklerinin azalmasını sağlar.

Olgyay'ın yaptığı çalışmaya göre enerji etkinliği açısından konut yapısı için mekânların uygun yönlendirme şeması Çizelge 6.5'de verilmiştir.

Çizelge 6.5 : Konut yapısı mekânların uygun yönlendirme şeması (Aronin, 1992).

Mekân İsmi	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
Yatak Odası	●	●	●	●	●	●		
Yaşama				●	●	●	●	
Yemek Odası			●	●	●	●	●	
Mutfak			●	●	●	●		
Kütüphane	●	●						●
Çamaşır Odası	●	●						●
Oyun Odası				●	●	●	●	
Banyo	●	●	●	●	●	●	●	●
Teknik Hacim	●	●						●
Garaj	●	●	●	●	●	●	●	●
Atölye	●	●						●
Teras			●	●	●	●	●	
Veranda				●	●	●	●	

6.2.4 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri, bina kabuğunun birim alanından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkisiyle kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının belirleyicileridir.

Bina kabuğundan kazanılan ve kaybedilen toplam ısı miktarı ısıtma ve soğutma yüklerinin kontrol edilmesini, dolayısıyla enerji etkinliğinin değerlendirilmesini

sağlar. Bu bağlamda binanın optik ve termofiziksel özellikleri enerji etkin konut tasarımında kullanıcı konforunun sağlanmasında önemli bir parametredir.

Bina kabuğunun ısı kazancı ve kaybına ilişkin temel optik ve termofiziksel özellikleri saydamlık oranı ve kabuğun toplam ısı geçirime katsayısıdır.

Kabuğun termofiziksel özellikleri yerin iklimsel özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Her iklim tipi için kabuk saydamlık oranı ve toplam ısı geçirime katsayısı ayrı ayrı hesaplanmaktadır. İklim tipine göre uygun bina kabuk özellikleri Çizelge 6.6’de verilmektedir.

Çizelge 6.6 : İklim tipine göre uygun bina kabuk özellikleri.

SICAK - NEMLİ İKLİM BÖLGESİ		Duvarlar: Isı depolama kapasitesi düşük, açık renkli, güneş ışımasını yansıtıcılığı yüksek duvarlar, hafif konstrüksiyon Pencereler: İç ve dış mekan arasında hava hareketlerine izin veren direkt güneş ışıınımdan korunma amacı ile gölgelendirilen, geniş açıklıklar Çatılar: Hava hareketine izin veren yükseltilmiş eğimli çatı
SICAK - KURU İKLİM BÖLGESİ		Duvarlar: Günlük dış hava sıcaklıkları değişiminin büyük olması nedeni ile termal kütle etkisi sağlayan masif duvarlar Pencereler: Avlu yönünde büyük, dış cephede küçük açıklıklar Çatılar: Güneş ışıınımdan ısısal etkisini azaltan düz çatılar
ILIMLI İKLİM BÖLGELERİ		Duvarlar: İç mekânda konfor koşullarını sağlayacak yalıtım değerine sahip duvarlar Pencereler: Gerekli ısı kontrolünü sağlayacak büyüklükte açıklıklar Çatılar: Uygun izole edilmiş eğimli çatı
SOĞUK İKLİM BÖLGESİ		Duvarlar: Isı depolama kapasitesi yüksek, iyi izole edilmiş masif duvarlar Pencereler: İyi izole edilmiş, gerektiğinden çok katlı camlı açıklıklar Çatılar: İyi izole edilmiş, eğimli çatı

Soğuk iklim bölgelerinde ısıtma dönemi soğutma döneminden daha uzun olması sebebiyle, enerji etkinliği açısından bina kabuğunun termofiziksel özelliklerinin ısıtma döneminin ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir.

Sıcak iklim bölgelerinde ısıtma dönemi soğutma döneminden daha kısa sürdüğü için enerji etkinliği açısından bina kabuğunun termofiziksel özelliklerinin soğutma mevsiminin ihtiyaçlarına uygun belirlenmesi doğrudur.

Ilımlı iklim bölgelerinde ise ısıtma ve soğutma dönemlerinin sürelerinin birbirine yakın olması sebebiyle kabuğun iki mevsimin ihtiyaçları da dikkate alınması gerekmektedir. Bina kabuğunun termofiziksel özellikleri belirlenirken iklimsel konforu sağlayacak bina kabuk alternatifleri çıkartılmalı, enerji etkinliği açısından ideal olan seçilmelidir.

6.2.4.1 Saydamlık oranı

Bina kabuğunun saydamlık oranı, duvar yüzeyi üzerindeki saydam alanların toplamının, o duvarın toplam yüzey alanına oranıdır.

Çoğunlukla, saydam bileşenlerin ısı geçirgenlik direnci bina kabuğunu oluşturan opak yüzeylere göre daha düşüktür. Cam malzemesi bina kabuğunda kullanılarak, güneş aracılığı ile elde edilen ısı kazanımının artırılması mümkün olmakla birlikte, aynı zamanda yüksek miktarda da ısı kayıplarına sebep olmalarından dolayı saydamlık oranı önemli bir parametredir. Saydamlık oranı aynı zamanda iç mekândaki doğal aydınlatma performansının da belirleyicisidir (Yasan, 2011).

İç mekânlarda hedeflenen gün ışığı miktarı, güneş ışıınımı kazanımı, hava sirkülasyonuna bağlı olarak bina kabuğunun saydamlık oranı ve saydam yüzeylerin kabuktaki konumları dikkatle belirlenmelidir.

6.2.4.2 Kabuğun toplam ısı geçirme katsayısı

Bilindiği üzere, toplam ısı geçirme katsayısı farklı iki çevreyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C iken, 1m^2 alandan, bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bina kabuğunu oluşturan katmanların kalınlıkları, ısı iletkenlikleri, özgül ısıları ve yoğunluklarına bağlı olan özellikleri kabuğun birim alanından geçen ısı miktarlarını etkiler.

Kabukta kullanılan malzemelerin ısı geçirme katsayısı, malzemelerin gözeneklilik durumuna, gözeneklerin büyüklüğü ile malzeme içerisindeki dağılımına ve neme bağlıdır. Gözenekler içerisindeki hava hareketlerinin yavaş olması sebebiyle ısı iletim hızı da yavaştır. Gözeneklilik arttıkça malzemenin yoğunluğu ve ısı geçirme katsayısı azalır. Malzeme içerisindeki nem miktarı artarsa, bir başka söylem ile gözenekler su ile dolarsa malzemenin yoğunluğu, dolayısıyla ısı geçirme katsayısı da artar.

6.2.5 Binalar arası açık alanların tasarımı

Binaların enerji etkin tasarımı için; binaların birbiriyle olan etkileşimi ile birlikte binalar arası açık alanlardaki yansıtıcı ve yutucu yüzeylerle olan etkileşimi de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yüzeyler açık alanda kullanılan zeminde örtücü malzemeler ve açık alanda kullanılan bitkiler olarak sınıflandırılabilir.

6.2.5.1 Uygun yüzey örtücü malzemelerin belirlenmesi

Binalar arası yüzey örtücü malzemeler belirlenirken güneş ışıınımı kazancı ve rüzgâr etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Dolayısıyla zemin örtücü malzeme seçimi yaparken, iklim bölgesinin özellikleri dikkate alınmalı kullanılacak malzemelerin iklim bölgesinin şartlarına uygun özelliklere sahip olmasına özen gösterilmelidir.

Farklı iklim bölgelerine göre binalar arası açık alanlarda kullanılması uygun olan yüzey örtücü malzemeler Çizelge 6.7’da verilmektedir (Orhon, 1998).

Çizelge 6.7 : Farklı iklim bölgelerine göre binalar arası açık alanlarda kullanılması uygun olan yüzey örtücü malzemeler (Orhon, 1998).

İklim Tipi	Uygun Malzeme
Sıcak - Nemli	Çakıl + Çim, Açık renk asfalt, Kısa boylu kaktüs türü, Sarmaşık, vb.
Sıcak - Kuru	Çim, Çakıl + Çim, Stabilize yol, Gölet, Havuz, Su yüzeyi
Ilımlı - Nemli	Çim, Toprak, Asfalt, Beton, Taş, vb.
Ilımlı - Kuru	Çim, Toprak, Açık - koyu renk asfalt, Taş, vb. Havuz, Su yüzeyi
Soğuk	Açık renk yansıtıcı çakıl, vb. Koyu renk ısıt kapasitesi yüksek taş, vb.

Yüzey örtücü malzemelerden güneş ışıınımı kazancı sağlamak için seçilen malzemelerin yutuculuk katsayısı, nem tutuculuğu ve yansıtıcılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek yutuculuğa sahip malzemeler gündüz bünyelerinde biriken

ısıyı ters ışıma yoluyla gece dış ortama verirler. Bu tip malzemelerin yerleşme dokusunda yoğun kullanımı ısı adası etkisi yaratmakta ve yerleşme dokusunun mikro-klimasını olumsuz etkilemektedir.

Bir zemin örtücü olarak su öğesinin kullanılması özellikle bağıl nem oranının düşük olduğu yörelerde, fiziksel konforun sağlanmasında verimli olmaktadır. Su buharlaşırken dış ortamdan ısı çekerek serinlik etkisi yaratmakta, bununla beraber havaya yayılan buhar bağıl nem oranını artırmaktadır. Açık alanlarda su ögesi kullanılırken unutulmaması gereken bir başka konu ise suyun yüksek yansıtıcılığa sahip bir malzeme olmasıdır. Bu özelliğinden dolayı su kamaşmaya sebep olabilmekte ve görsel konforun düşmesinde etkili olabilmektedir.

Zemin örtücü olarak kullanılabilecek çeşitli malzemelerin güneş ışıınımı yutuculuk katsayıları Çizelge 6.8’de verilmektedir (Kılıç, Öztürk, 1983).

Çizelge 6.8 : Çeşitli malzemelerin güneş ışıınımı yutuculuk katsayıları
(Kılıç, Öztürk, 1983).

Malzeme	Yutuculuk Katsayıları
Kar (taze yağmış)	0.13
Buz	0.31
Kırmızı tuğla	0.55
Parlatılmış mermer	0.50 - 0.60
Pürüzlü beton	0.60
Yeşil çim	0.67
Kuru çim	0.68
Meyve bahçeleri	0.70
Çöl	0.75
Meşe ormanı	0.82
Çamlık arazi	0.86
Su	0.94

6.2.5.2 Binalar arası açık alanlarda bitki kullanımı

Yerleşme dokusu içerisindeki bitkiler tasarıma estetik ayrıntılar katmasının yanında fiziki çevrenin konfor seviyesine de katkıda bulunur. Örneğın, sık ekilen ağaçlar yaprakları tarafından havada yayılan gürültüyü büyük oranda sönümleyerek işitsel

konfora katkı sağlar. Bunun yanında ağaç yaprakları uçuşan tozları tutarak havayı filtreler ve rüzgârı perdeler.

Bitkilerin fiziki konforun sağlanmasında faydasının yanı sıra, asıl ön plana çıkan termal performanslarıdır. Kışın yaprağını dökmeyen bitkilerden oluşturulan rüzgâr perdeleri, ısı kayıplarını engelleyerek enerji etkinliğe katkıda bulunur. Yaz aylarında ise ağaç yaprakları ve otların yüzeyi güneş ışıınımını emer ve bina yüzeylerinin aşırı ısınmasını engeller, buharlaşma yoluyla hava sıcaklığının düşmesini sağlar.

Hepsinden daha önemlisi ağaçlar cömert gölgeleme elemanlarıdır. Yapraklarını döken bitkiler kışın binaların güneş ışıınımını kazancını engellemezken, yazın binaları gölgeleyerek ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasına yardımcı olur.

Tabii ki bitkiler iklimin ve coğrafyanın bir parçasıdır ve yaşantılarını devam ettirebilmek için ait oldukları iklim bölgesinin özelliklerine ihtiyaç duyarlar. Yerleşme bölgesinde bitkilendirme çalışması yapılırken öncelikle yöreye ait bitki türleri belirlenmeli daha sonra bu bitki türlerinin yerleşme dokusunda nasıl kullanılacağı kararlaştırılmalıdır.

Aşağıda enerji etkinliği açısından, binalar arasındaki açık alanlarda oluşturulabilecek uygun peyzaj önerileri farklı iklim bölgelerine göre derlenmiştir (Lechner, 2015).

- Sıcak – nemli iklim bölgesi için; güney cephesinde ağaçlandırmadan kaçınılmalı, kuzey cephesinde, yazın gölge etkisi sağlayan ağaçlandırma, doğu ve batı cephelerinde güneşi engelleyen, vantilasyona izin veren yüksek gövdeli, yaprak döken ağaçlar yerleştirilmelidir.
- Sıcak – kuru iklim bölgesi için; kuzey ve güney yönlerinde ağaçlandırmadan kaçınılmalı, doğu ve batı yönlerinde ise (konumlandırmalar yer değiştirebilir), çalılar, duvarlara sarılan sarmaşıklar ve yaprak döken ağaçlar uygulanmalıdır.
- Ilımlı – kuru ve ılımlı – nemli iklim bölgeleri için; kuzey cephesinde soğuk rüzgârlardan korunmak için sürekli yeşil ve dalları alçak olan ağaçlar, güneyde alçak çalılar veya yüksek olmayan ağaçlar uygulanmalı, doğu ve batı cephelerinde ise güneşi engelleyen, vantilasyona izin veren yüksek gövdeli, yaprak döken ağaçlar yerleştirilmelidir.
- Soğuk iklim bölgeleri için, kuzey cephesinde kısmen yükseltilmiş toprak uygulama yararlıdır. Kuzey, doğu ve batı cephelerinde sürekli yeşil olan çalılar ve yeşil, alçak dalları olan ağaçlar tercih edilmeli, güney de ise rüzgâr kırıcı

alçak çalılar ve çim uygulanmalıdır. Binadan uzakta güneydoğu ve güneybatı yönlerinde yaprak döken ağaçlar kullanılabilir.

6.2.6 Bina performans analizlerinin yapılması

Binaların enerji harcamalarında en büyük pay iklimsel konforun sağlanmasında harcanmaktadır. Bu sebeple enerji analizlerinin temel hedefi ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasıdır. Buna karşın binaların enerji etkinliği sadece ısıtma ve soğutma enerjisi bakımından binanın enerji verimliliğiyle değerlendirilmemelidir.

Aynı zamanda binanın kaynak kullanımının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması toplam karbondioksit salımını düşürmekte, çevreye verdiği olumsuz etkileri azaltmaktadır. Bu bağlamda binanın elektrik ve su kullanımının yenilenebilir kaynaklardan sağlanması için çeşitli analizler aşamada değerlendirilmelidir.



7. KONUT VE YERLEŞMELERDE ENERJİ ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN GELİŞTİRİLEN MODELİN ÖRNEK ÜZERİNDE UYGULANMASI

Bu bölümde; geliştirilen model önerisinin sağlamasını yapmak ve ön tasarım modelinin uygulamasını göstermek amacıyla, bir çalışma alanı belirlenmiş ve çalışma alanının üzerinde örnek enerji etkin yerleşme tasarımı ve örnek enerji etkin bina tasarımları için yöntemin nasıl uygulandığı açıklanmıştır.

Çalışmaya altlık oluşturması açısından, Çanakkale ilinin Geyikli beldesi pilot bölge olarak seçilmiş ve bu yörede yerleşme tasarımı yapılabilecek büyüklükte bir çalışma alanı seçilmiştir. Çalışma alanı toplam 45.621 m² alandan oluşmaktadır, manzara yönü batı iken araç ile ulaşım çalışma alanının doğusunda yer alan ana yoldan sağlanmaktadır. Bu aşamadan sonra alınacak kararlar sadece çalışma alanının içinde bulunduğu yörenin iklim ve arazi koşulları için geçerli olmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinin hava fotoğrafı Şekil 7.1’de verilmektedir.



Şekil 7.1 : Çalışma alanına ait hava fotoğrafı

Çalışma alanının Çanakkale ilinin Geyikli beldesinde seçilmesinin temel sebepleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- Yörenin rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olması,
- Beldenin sayfiye amaçlı kullanımından çok, tüm yıl boyunca yerleşim yeri olarak kullanılması,
- Bölgede göçe bağlı nüfus artışı ve yapı stoğunda artış beklenmesi

7.1 Yerleşme Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi

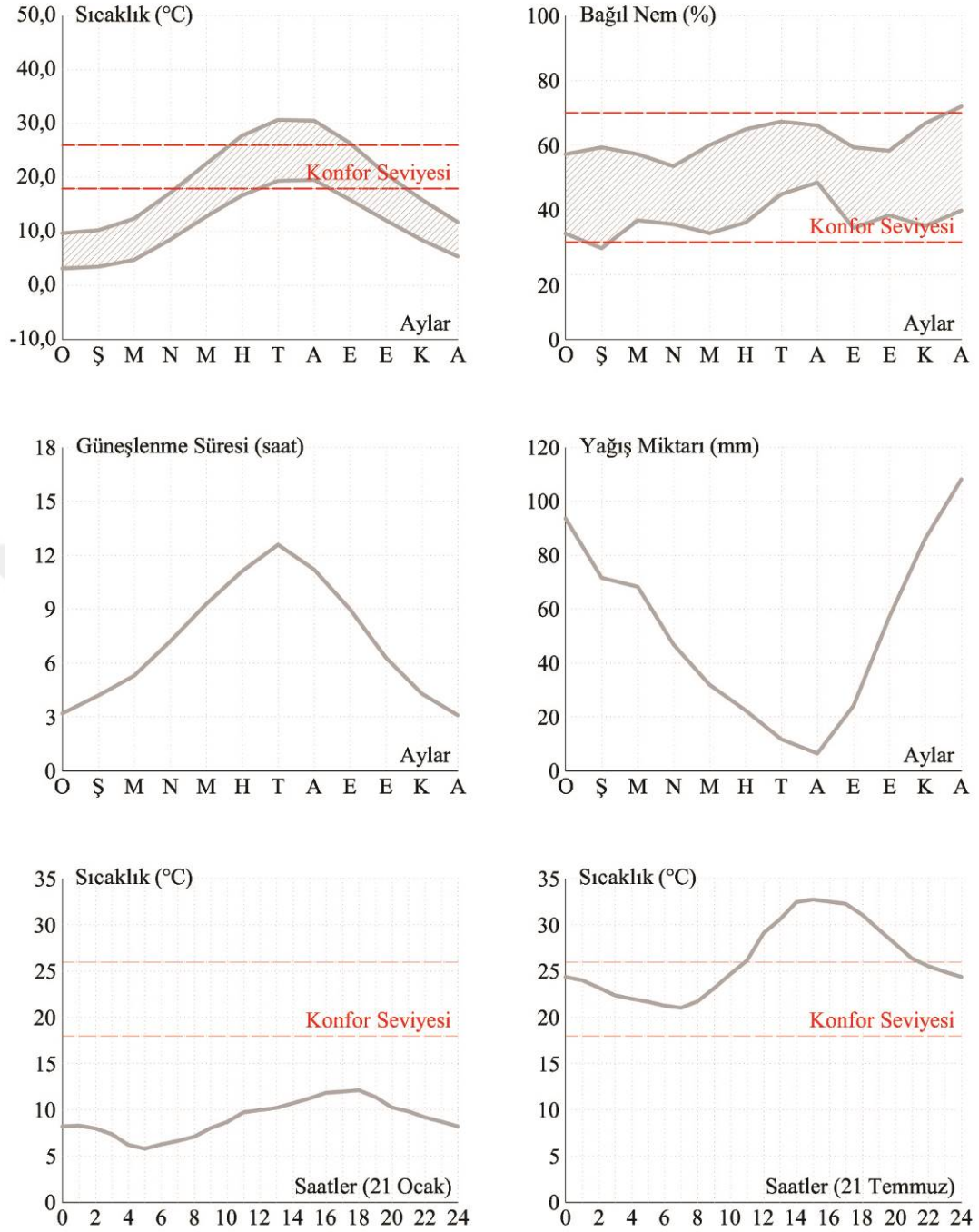
Yerleşme tasarımı parametrelerinin uygun değerlerin belirlenebilmesi için; geliştirilen model önerisine bağlı kalarak, Şekil 6.1’de verilen diagram üzerindeki adımlar izlenmiş ve belirlenen çalışma alanı için yerleşme ölçeğinde örnek proje geliştirilmiştir. Yapılan veri derlemeleri, çevreye ilişkin ve iklimsel analizler, bu analizlerin sonuçları, sonuçların sentezi ve tasarım sürecine aktarımı bu başlığın alt başlıklarında irdelenmektedir.

7.1.1 İklimsel verilerin derlenmesi

Yöreye ait, aylara göre ortalama en yüksek ve en düşük hava sıcaklığı değerleri, aylara göre ortalama en yüksek ve en düşük bağıl nem oranı, aylara göre ortalama güneşlenme süreleri, ortalama yağış miktarı, en soğuk “21 Ocak” ve en sıcak “21 Temmuz” günlerin saatlere göre sıcaklık değerleri MGM veri tabanından elde edilmiştir. İzleyen süreçte değerlerin dağılımını görmek için, bu veriler derlenerek Şekil 7.2’de gösterilen grafikler üzerine işlenmiştir.

7.1.2 Topografik verilerin derlenmesi

Topografik verilerin edinilmesi için Geyikli Belediyesi’ne başvurulmuştur. Belediye arşivinden bölgeye ait imar planları ve hâlihazır haritalar elde edilmiştir. Ardından hâlihazır haritalar üzerine işli eş yükselti eğrileri dijital ortama taşınmıştır. Yükseklik verisi taşıyan eş yükselti eğrileri, topografyayı ilgilendiren analizlerde kullanmak üzere bir GIS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) programı olan “ArcGIS” yazılımına taşınmıştır.

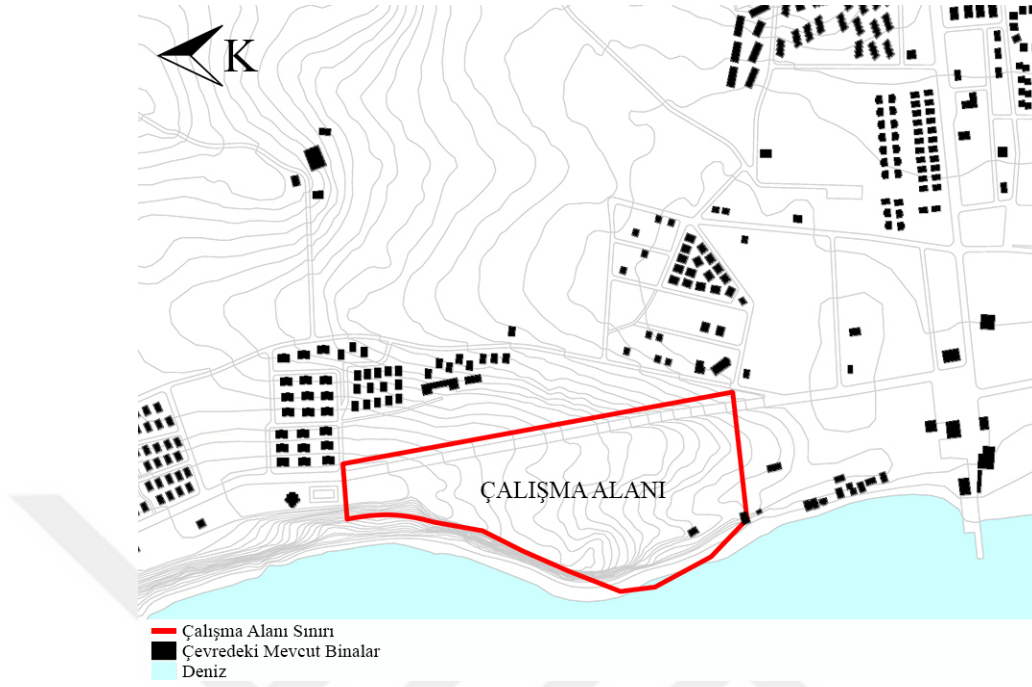


Şekil 7.2 : Derlenen iklim verileri

7.1.3 İklim Tipinin Belirlenmesi

Çalışma alanının içinde bulunduğu yöre; Aydeniz İklim Sınıflandırması'na göre yarı nemli, Eriñç İklim Sınıflandırması'na göre yarı nemli, DeMartonne İklim Sınıflandırması'na göre step – nemli arası, Trewartha İklim Sınıflandırması'na göre kışları serin ve yazları sıcak, Thornthwaite İklim Sınıflandırması'na göre ise yarı kurak – az nemli, mezotermal, su fazlası kış mevsiminde çok kuvvetli olan, yaz buharlaşma

fayda sağlamak anlayışı yerine, manzara ve yol ile ilişki kurma anlayışının öncelikle ele alındığı gözlemlenmektedir.



Şekil 7.4 : Çevredeki mevcut bina dokusu

Çevre yapıların yerleşilmek istenilen alanın güneş ışıını kazanıcı üzerinde herhangi bir engelleyici etkisi yok iken, hakim rüzgâr doğrultusunda (KKD) yoğun yapılaşma gözlemlenmektedir. Bu bina grubunun yerleşmesi planlanan alanın rüzgârını engellediği görülmektedir.

7.1.6 Yerleşmeye uygun eğim analizlerinin yapılması

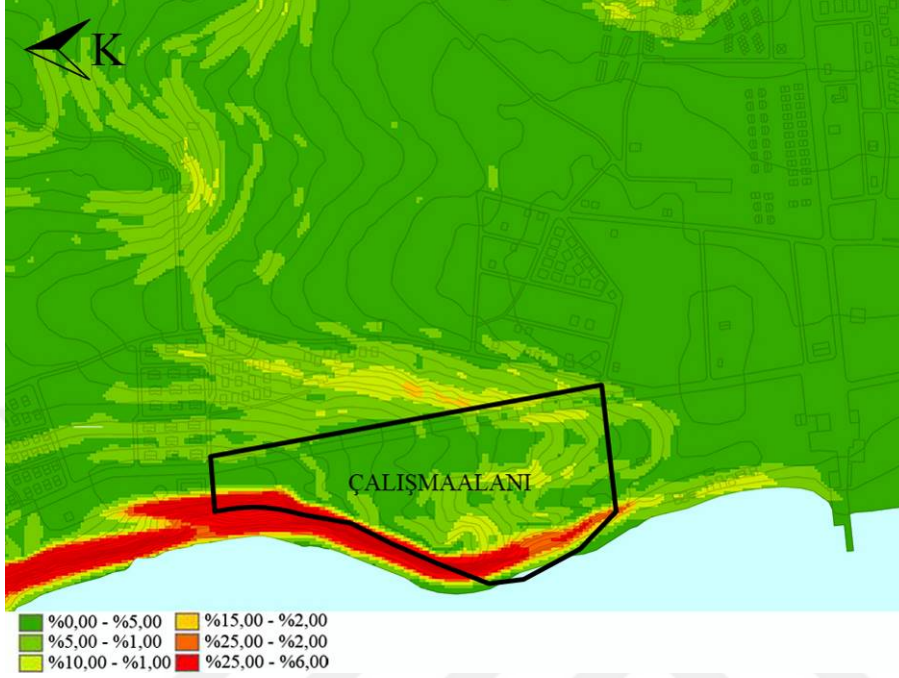
Ilımlı – nemli iklim bölgesi için ideal eğim Şekil 7.5’te gösterildiği üzere 0° - 24° (%0 - 44) açıları arasındır. Bu değerler güneş ışıını kazanıcı ve inşaat maliyetleri açısından kabul edilebilir sınırları tanımlar. Ancak bu proje özelinde engelli erişimi için kabul edilebilir çözümlerin sunulabileceği %25 arazi eğimi üst limit olarak kabul edilmiştir.

GIS programı aracılığıyla yapılan eğim analizi sonuçlarına göre yerleşmesi planlanan alanda %5 - %10 arası eğim tespit edilmiştir.

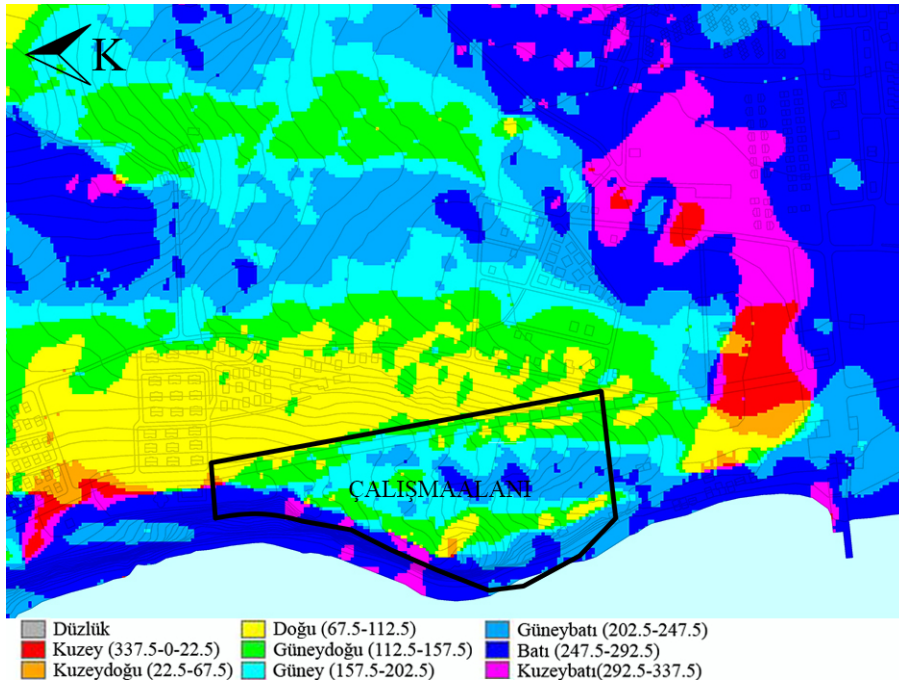
7.1.7 Yerleşmeye uygun yön analizlerinin yapılması

Şekil 6.2’de tarif edildiği üzere ılımlı – nemli iklim bölgeleri için ideal yamaç yönelimi güneyden batıya doğru 23° ile güneyden doğuya doğru 49° arasında kalan yönlerdir. Yapılan yön analizinin sonucu Şekil 7.6’da gösterilmektedir. Bu sonuca göre yerleşme

bölgesinin ağırlıkla güney, güneybatı ve güneydoğu yönlerine baktığı anlaşılmaktadır. Eğimin yönü ile iklim bölgesinin ihtiyaçlarının çakışması, tasarımda izohipslere paralel yerleşimi olanaklı kılmakta ve dolgu hafriyat maliyetlerini azaltmaktadır.



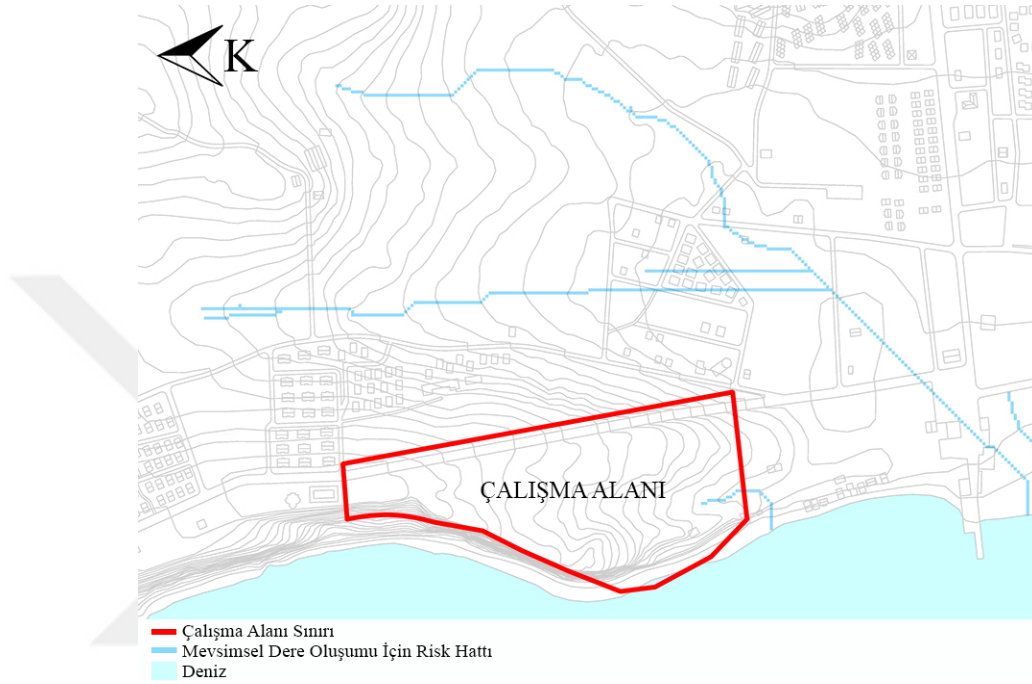
Şekil 7.5 : Eğim analizleri



Şekil 7.6 : Yön analizleri

7.1.8 Mevsimsel su akış rotası analizleri

Yine GIS programı yardımıyla gerçekleştirilen mevsimsel dere oluşumu risk analizinde bölgede iki önemli dere oluşumu açısından riskli bölge tanımlanmaktadır. Bunlardan birisi bölgede mevcut yerleşmelerden birini tehdit ederken, yerleşilmesi planlanan alanda bu açıdan bir risk gözlemlenmemiştir. Mevsimlik dere oluşumu risk şeması Şekil 7.7’de verilmektedir.



Şekil 7.7 : Dere oluşumu risk analizi

7.1.9 Analiz sonuçlarının kesiştirilmesi

İklimsel ve coğrafi veriler ışığında yapılan analizler sonucu Şekil 7.8’de gösterilmiştir. Enerji etkinliği açısından yerleşime uygun olmayan alanlar siyah renkle taranmıştır. Elde edilen sonuca göre yerleşim bölgesinin büyük bir bölümünün yerleşim için uygun olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bu noktada yerleşime uygun alanlar için maksimum bina yoğunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Maksimum bina yoğunluğunun, talep edilen kullanıcı sayısı için yetersiz kalması durumunda yerleşime uygun bulunmayan alanların niteliği belirlenmeli ve binaların bu alanlara taşması durumu göz önünde bulundurulmalıdır.

7.1.10 Maksimum bina yoğunluğunun belirlenmesi

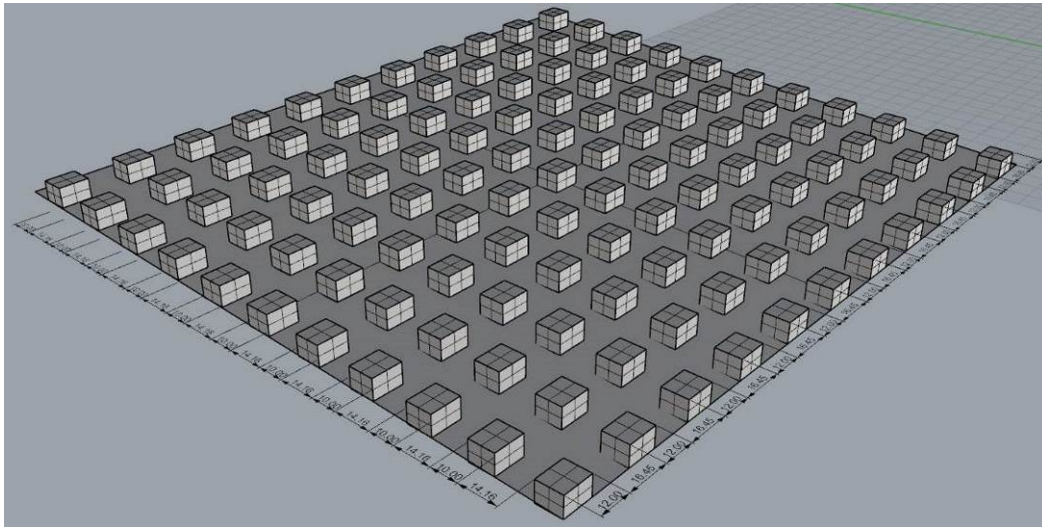
Arazinin verimli kullanılabilmesi amacıyla, yerleşim bölgesinde ulaşılabilecek maksimum bina yoğunluğunun bilinmesi önemlidir. Bu yoğunluğu belirlerken imar

planları dikkate alınmalı, imar planında izin verilen bina taban alanı ve emsalin aşılmamasına özen gösterilmelidir.



Şekil 7.8 : Analiz Sonuçlarının Kesişimi

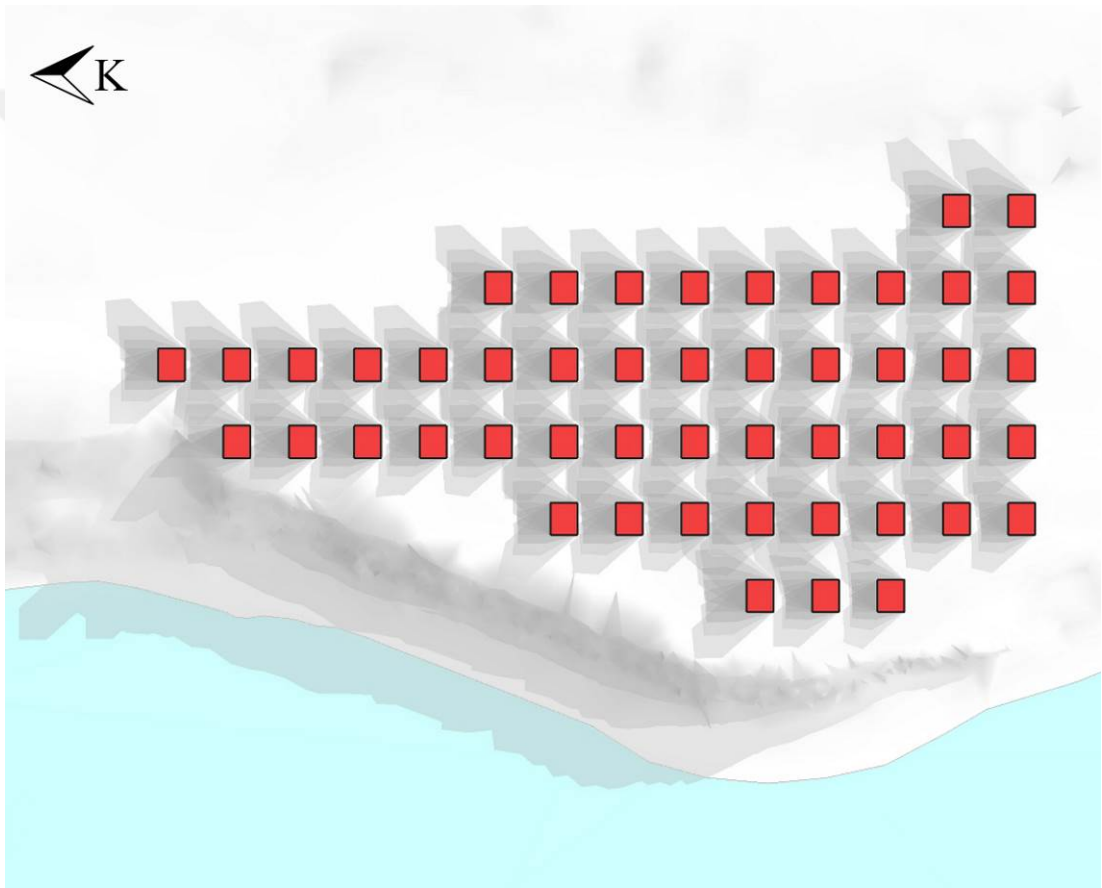
Proje ısıtma yüklerinin en aza indirilmesi prensibiyle tasarlandığı için dizayn günü olarak gölge boyunun en uzun olduğu 21 Aralık günü seçilmiştir. Gün boyunca kazanılan güneş ışıınının %90'ı saat 09.00 ile 15.00 arasında gerçekleştiğinden, gölge boyu hesabı bu saat aralığı için hesaplanmıştır. Hesaplama çalışması alanının enlemi ($39^{\circ} 47' 15''$) kullanılmıştır. Binaların her biri; genişliği 12m, uzunluğu 10m ve yüksekliği 7,5m olan kütleler olarak hesaba dahil edilmiştir. Hesap sonucu Şekil 7.9'da gösterilmiştir.



Şekil 7.9 : Grasshopper çıktısı

Programın çıktısı olan sanal model katı model haline getirilerek “Sketchup” programında dah önceden hazırlanılan 3B arazi modeli üzerine oturtulmuştur. Bu aşamadan sonra yerleşime uygun olmayan alanlara taşan binalar silinmiştir. Bu yöntemle yerleşmede talep edilen kullanıcı sayısının üzerine çıkılması sağlanmıştır.

Son olarak programın sağlamasını yapmak amacıyla arazi üzerine yerleştirilen binaların gölge konisi hazırlanmıştır. Şekil 7.10’da verilen gölge konisi görselinde, beklendiği gibi binaların birbirini gölgelemeden maksimum bina yoğunluğuna ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Buna göre 45.621m² araziye; 120m² taban alanına sahip, iki katlı toplam 49 bina sığmaktadır. Yani toplam bina yoğunluğu %13 olmaktadır.

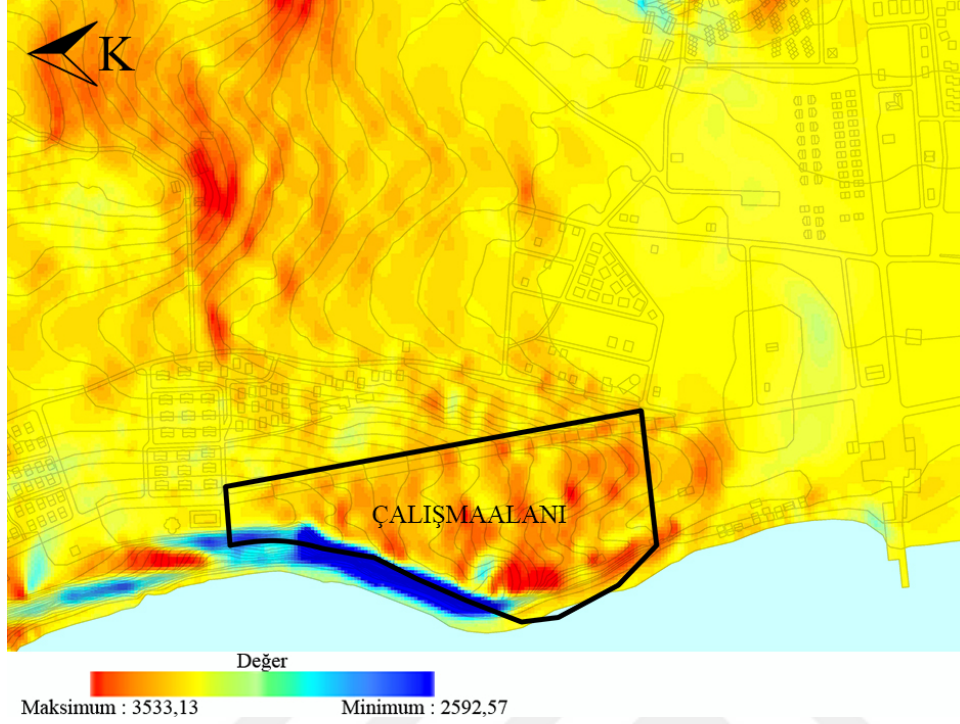


Şekil 7.10 : Gölge konisi ile birlikte maksimum bina yoğunluğu

7.1.11 Güneş analizlerinin yapılması

Yerleşme ölçeğinde alınan kararların enerji etkinliğine katkılarından birisi de binaların enerji ihtiyaçlarının ne düzeyde yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabileceğinin ön tasarım aşamasında belirlenebilmesidir. Bu çerçevede arazi üzerinde güneş ışınlı değelerinin en yüksek olduğu alanlar fotovoltaik paneller için ayrılmıştır. Şekil 7.11’de gösterildiği üzere GIS programı yardımıyla yapılan güneş

analizleri sonucu arazide metrekare başına, aylık ortalama 3000-3500kW güneş ışınlamı potansiyeli olduğu belirlenmiştir.



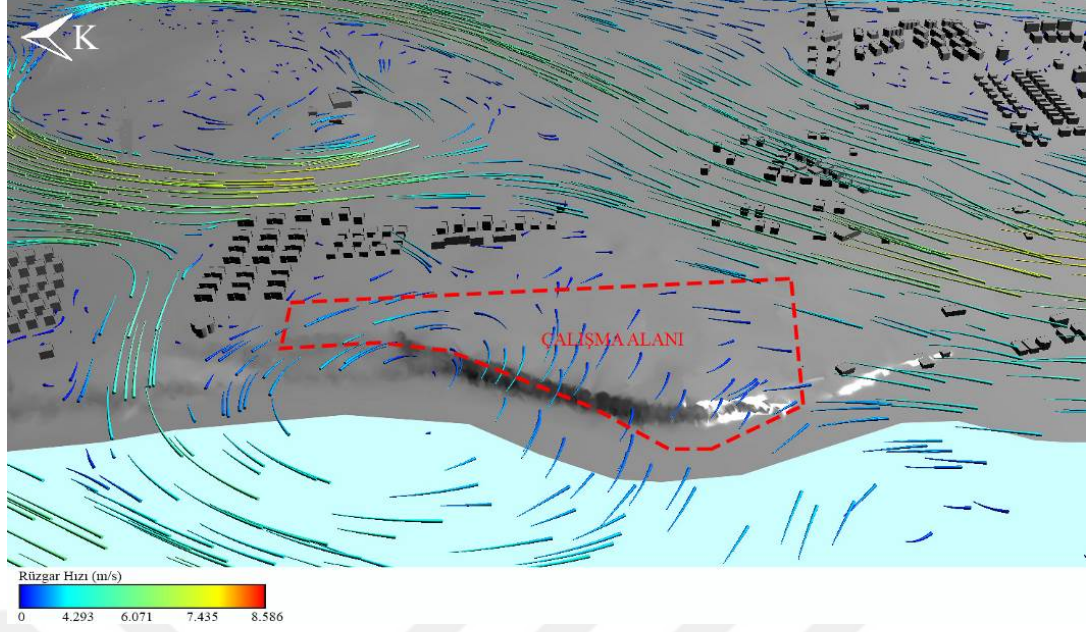
Şekil 7.11 : Güneş analizleri ile belirlenen yıllık ortalama güneş ışınlamı şiddeti

7.1.12 Rüzgâr Analizlerinin Yapılması

Rüzgâr hem kış aylarında hem de yaz aylarında binalarda ısı kayıplarına yol açmakta, bu niteliği de rüzgârı hem ısıtma hem de soğutma yükleri açısından önemli bir parametre yapmaktadır. Ayrıca yerleşme içerisinde rüzgâr türbini kullanılması durumunda, analizler sonucunda elde edilen rüzgâr şiddeti ve rüzgâr dağılımı verileri türbinlerin konumlandırılması için en önemli parametreler olmaktadır.

MGM'nin uzun dönem ölçümleri sonucunda yörede yıllık ortalama rüzgâr hızı 8m/s, hakim rüzgâr yönü ise KKD olarak belirlenmiştir. Bu veriler kullanılarak çalışma alanı ve çevresinin Autodesk Flow Design programı yardımıyla rüzgâr analizleri yapılmıştır. Şekil 7.12'de çevredeki mevcut binaların rüzgâr hızına etkisini gösteren görsel verilmiştir.

Şekilde de görülebileceği üzere, çalışma alanının kuzey ve kuzeydoğusunda konumlanan komşu yerleşmeler çalışma alanına gelen rüzgârı büyük oranda engellemektedir. Çalışma alanının kuzey bölümü çevre binaların perdelemesinden en



Şekil 7.12 : Çevre binaların çalışma alanındaki rüzgâr şiddeti ve dağılımına etkisi

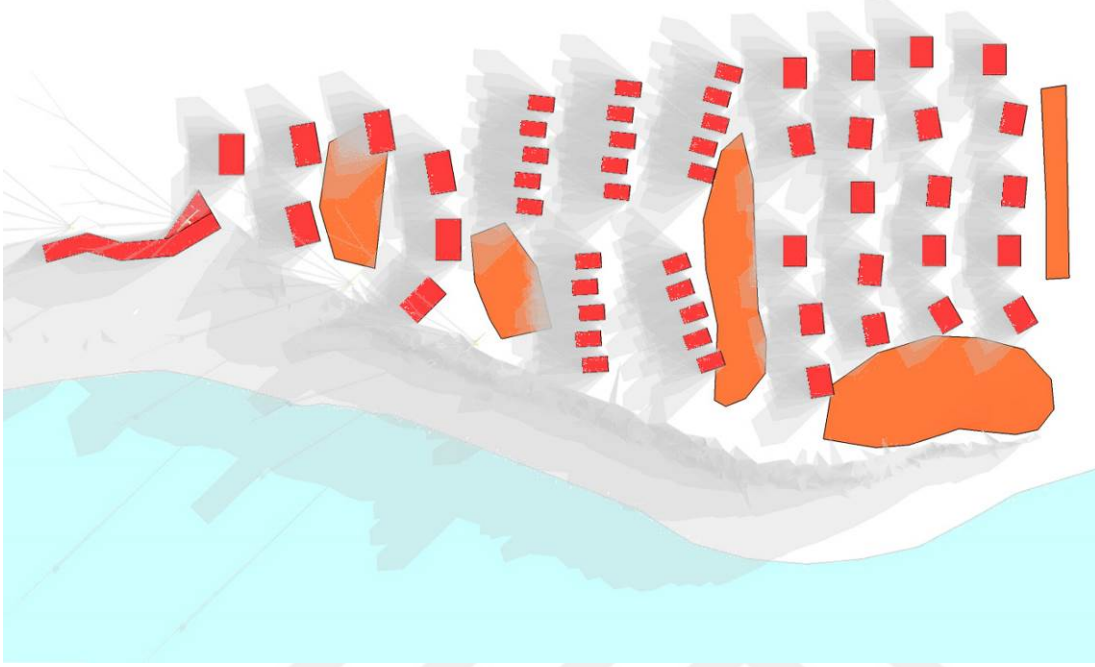
çok etkilenen bölüm olmakta ve bu bölümde bina aralıklarının artırılması yaz aylarında rüzgârın soğutucu etkisinden faydalanmak için önem taşımaktadır.

Çalışmanın güney bölümü ise perdelemekten en az etkilenen bölüm olmaktadır. Yaz rüzgârları için faydalı olan bu duruma kış şartları için hakim rüzgâr doğrultusunda önlem almak gerekmektedir.

7.1.13 Uygun yerleşme dokusunun belirlenmesi

Tüm analizler sonucunda elde edilen verilerin derlenmesi sonucu Şekil 7.13’de gösterilen yerleşim dokusu ortaya çıkmıştır. Şekilde kırmızı taralı alanlar binaları, turuncuyla taranan alanlar fotovoltaik paneller için uygun alanları belirtmektedir. Belirlenen yerleşim dokusunun toplam taban alanı 4.824m² olmakta yani bina yoğunluğu %11 olarak belirlenmektedir.

Yerleşim dokusunun maksimum bina yoğunluğu çalışmasındaki şemadan farklı çıkmasının sebebi, binaların eş yükselti eğrileriyle paralellik gösterecek biçimde konum ve yönlendirmelerinin değiştirilmesi, yoğunluk dağılımını değiştirmek amacıyla binaların kat adetlerinde artırım ve azaltmalara gidilmesi ve tabii ki farklı kullanıcı kitleleri için farklı bina tipolojisi üretmek amacıyla bina formlarında değişiklik yapılması olarak sıralanabilir. Bu aşamada her tasarımcının üç boyutlu arazi üzerine bırakacağı iz farklı olacaktır.



Şekil 7.13 : Analizler sonucu oluşturulan yerleşme dokusu

7.2 Bina Ölçeğinde Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi

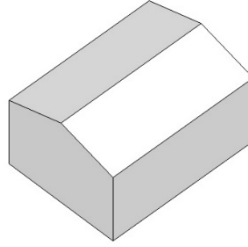
Bina tasarım parametrelerini için uygun değerlerin belirlenebilmesi için; geliştirilen model önerisine bağlı kalarak Şekil 6.5’de verilen diagram üzerindeki adımlar izlenmiş ve belirlenen çalışma alanı için üç farklı bina tipolojisi oluşturulmuştur. Alınan tasarım kararları ve bu kararların alınmasında rol oynayan faktörler bu başlığın alt başlıklarında irdelenmektedir.

7.2.1 Bina formlarının belirlenmesi

Ilımlı – nemli iklim bölgesi için ısıtma ve soğutma dönemlerinin birbirine yakın sürelerle sahip olması hem kış aylarında bina kabuğundan kaynaklı ısı kayıplarını azaltacak, hem de yaz aylarında rüzgârın binayı soğutmasını sağlayacak formları gerekli kılar. Bu iki koşulu aynı anda sağlayabilmek için, bina form kararlarında çeşitli önlemler alınmıştır.

Arazi eğiminin en az olduğu alana yerleşen A tipi konut binaları güneş ışınlımından en fazla fayda sağlayacak biçimde seyrek konumlandırılmıştır. Dolayısıyla rüzgâr

etkilerine en açık bina grubu A tipi konutlardır. Bu çerçevede, kış aylarında ısı kayıplarını azaltabilmek amacıyla bina dış yüzey alanının bina hacmine oranı düşük bir form (A/V oranı 0,67) tercih edilmiştir. Binaya ait formu Şekil 7.14’de, binaya ait görsel Şekil 7.15’de verilmektedir.



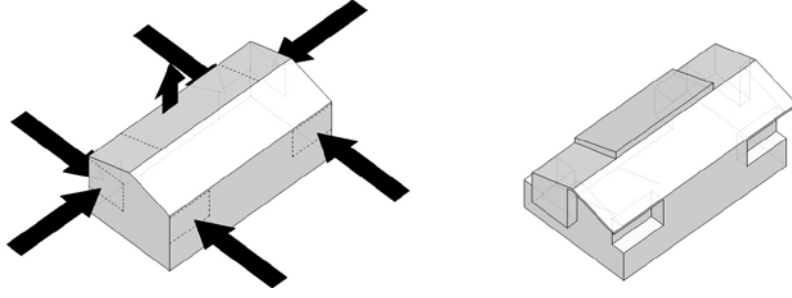
Şekil 7.14 : A tipi formu



Şekil 7.15 : A tipi konuta ait görsel

Arazinin en üst kotunda bulunan B tipi konutların rüzgârı çalışma alanının kuzeydoğusunda bulunan komşu yerleşme tarafından büyük ölçüde perdelenmektedir. Kış aylarında ısı kayıplarının azalmasını sağlayan bu unsur yaz aylarında binaların doğal havalandırma yoluyla soğutma performansını düşürmektedir. Yaz aylarında binaların aşırı ısınmasını engellemek amacıyla B tipi konutların formu ısı kayıplarını artıracak ve yaz aylarında bina kabuğunun gölgelendirilmesini sağlayacak biçimde deforme edilmiştir. Böylece binanın A/V oranı 0.79’a ulaşmıştır.

Ayrıca kuzey cephesine konumlandırılan merdiven boşluğunun çatısı yükseltilerek bu bölüme çatı ışıklığı açılmıştır. Böylece kış aylarında bu mekânın güneş ısınımı kazancı yoluyla ısıtılması, yaz aylarında ise iç mekândaki sıcak havanın yükselerek bu noktadan tahliyesi hedeflenmektedir. B tipi konutlara ait form gelişimi 7.16’da, binaya ait görsel Şekil 7.17’de verilmektedir.

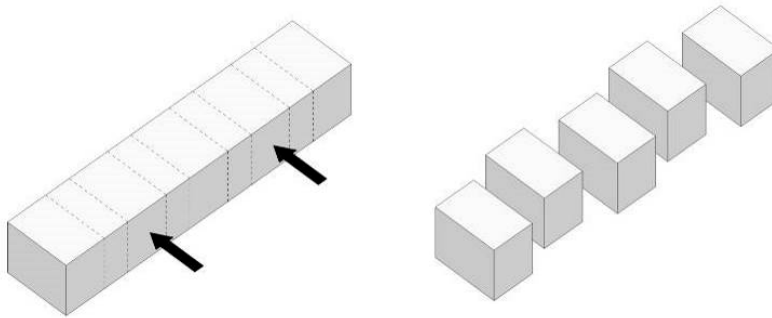


Şekil 7.16 : B tipi form gelişimi



Şekil 7.17 : B tipi konuta ait görsel

Arazi eğiminin en fazla olduğu orta bölümlerde bulunan C tipi konut blokları üç katlı ve sıra ev düzeninde biçimlenmektedir. Blokların uzunluğu ve yüksekliği sebebiyle A tipi blokların rüzgârını büyük ölçüde perdelemesi söz konusu olan blokların formu biçimlendirilirken konut birimleri aralarından rüzgâr geçişine izin verecek şekilde kopartılmıştır. C tipi konut bloklarının A/V oranı 0.77'dir. Form gelişimi Şekil 7.18'de ve binaya ait görsel Şekil 7.19'da gösterilmektedir.



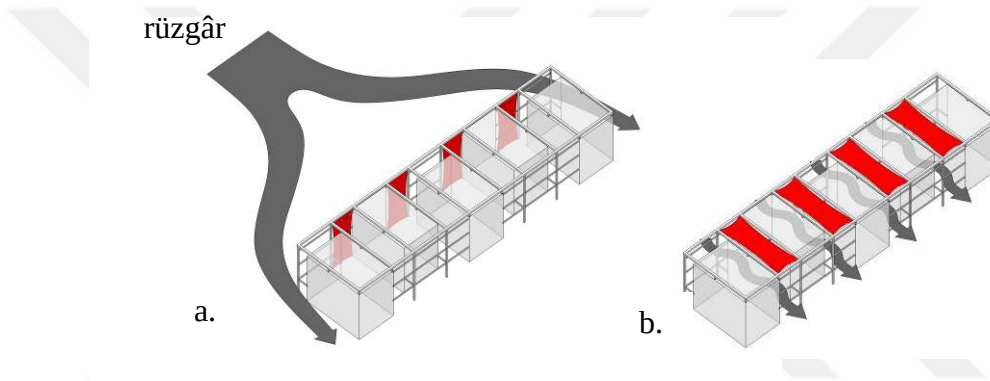
Şekil 7.18 : C tipi form gelişimi

Rüzgârın konut birimlerinin aralarından serbestçe dolaşabilmesi kış aylarında ısı kayıplarını artıracak bir unsur olmaktadır. Bu sorunu çözebilmek adına birimler arasındaki boşlukları kış aylarında kapatacak yaz aylarında ise açacak bir perdeleme sistemi önerilmiştir. Yaz aylarında perde çatı strüktüründeki yuvasına kaydırılmakta

ve gölgelendirme elemanı olarak görev yapmaktadır. Rüzgâr perdesinin mevsimlik hareketleri Şekil 7.20’de gösterilmektedir.



Şekil 7.19 : C tipi konuta ait görsel



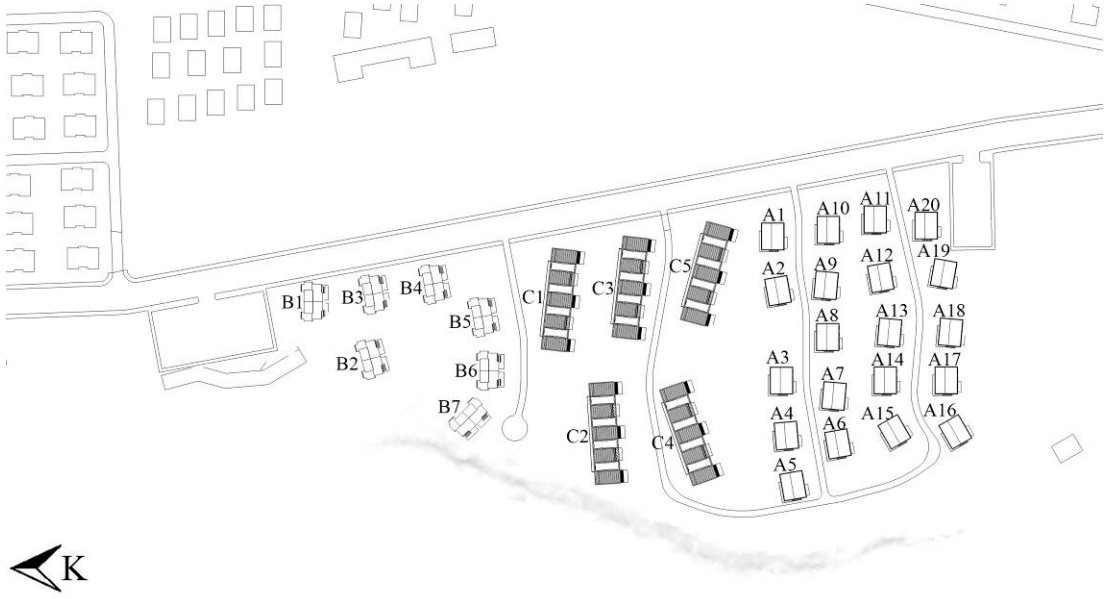
Şekil 7.20 : Kış (a) ve yaz mevsimi (b) rüzgâr perdesinin mevsimlik hareketleri

7.2.2 Bina yönlendirmelerinin belirlenmesi

Projenin tasarımında temel prensip binaların ısıtma döneminde en fazla güneş ışınlamı kazancını sağlamak ve topografyaya en az müdahale ile bunu başarmaktır. Ilımlı – nemli iklim bölgeleri için Çizelge 6.3’de gösterildiği üzere binaların optimum yönlendirmesi geniş cephenin güneyden doğuya doğru 10° açı yapması ile sağlanmaktadır. Topografyaya en az müdahale için ise binaların geniş cephelerinin arazi eğimine mümkün olduğunca paralel yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu iki koşulu beraber sağlayabilmek için bir önceki adımda yapılan “yerleşmeye uygun arazi eğimi” ve “yerleşmeye uygun yamaç yönü” analizlerinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre optimizasyon yapıldıktan sonraki yönlendirme durumu Çizelge 7.1’de gösterilmektedir. Şekil 7.21’de çizelgede yer alan binalar vaziyet planı üzerinde gösterilmektedir.

Çizelge 7.1 : Bina yönlendirmelerinin durumu.

Sıra No	Blok Adı	Geniş Cephe Yönü	Değerlendirme
01	A 1	$G \rightarrow 0^\circ$	1.Derece
02	A 2	$G \rightarrow 10^\circ D$	
03	A 3	$G \rightarrow 0^\circ$	
04	A 4	$G \rightarrow 5^\circ D$	
05	A 5	$G \rightarrow 10^\circ D$	
06	A 6	$G \rightarrow 10^\circ D$	
07	A 8	$G \rightarrow 0^\circ$	
08	A 10	$G \rightarrow 0^\circ$	
09	A 11	$G \rightarrow 0^\circ$	
10	A 12	$G \rightarrow 10^\circ D$	
11	A 14	$G \rightarrow 0^\circ$	
12	A 17	$G \rightarrow 0^\circ$	
13	A 20	$G \rightarrow 0^\circ$	
14	B 1	$G \rightarrow 0^\circ$	
15	B 2	$G \rightarrow 15^\circ D$	
16	B 3	$G \rightarrow 10^\circ D$	
17	B 4	$G \rightarrow 10^\circ D$	
18	B 5	$G \rightarrow 10^\circ D$	
19	B 6	$G \rightarrow 0^\circ$	
20	C 2	$G \rightarrow 5^\circ D$	2.Derece
21	A 7	$G \rightarrow 5^\circ B$	
22	A 9	$G \rightarrow 5^\circ B$	
23	A 13	$G \rightarrow 5^\circ B$	
24	A 18	$G \rightarrow 5^\circ B$	
25	A 19	$G \rightarrow 10^\circ B$	
26	C 1	$G \rightarrow 5^\circ B$	
27	C 3	$G \rightarrow 5^\circ B$	
28	C 4	$G \rightarrow 20^\circ D$	3.Derece
29	A 15	$G \rightarrow 30^\circ B$	
30	A 16	$G \rightarrow 30^\circ B$	
31	B 7	$G \rightarrow 45^\circ B$	
32	C 5	$G \rightarrow 15^\circ B$	



Şekil 7.21 : Bina konum ve yönlendirmeleri

7.2.3 Mekân organizasyonunun belirlenmesi

Mekân organizasyonunun doğru belirlenmesi enerji harcamalarının azaltılmasında bina yönlendirilmesinden daha etkilidir. Bu çerçevede Çizelge 6.5’de verilen bilgiler ışığında tasarlanan konut binalarının mekân organizasyonu şekillenmiştir. Planlama yapılırken en etkili olan parametre ısı kazanç ve kayıpları olmuştur.

Tüm bloklarda ısıtma ihtiyacı az olan mekânlar kuzey cephelerine tampon bölge olarak yerleştirilirken, bu cephede saydamlık oranı %15’i geçmeyecek şekilde planlama yapılmıştır. Kuzey cephesinin opak yüzeylerden oluşmamasın sebebi ise, yaz aylarında KKD yönünden esen hakim rüzgârı binanın içine bu cepheden alarak kuzey güney yönünde karşılıklı havalandırma sağlamaktır.

Ek D’de tasarlanan binalara ait plan, kesit ve görünüş çizimleri verilmektedir. Çizelge 7.2’de ise bina tiplerinin mekân organizasyonları plan şemaları üzerinde gösterilmektedir.

7.2.4 Bina kabuğunun termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Bu başlık altında bina tiplerine göre kabukta tercih edilen saydamlık oranları, bina kabuklarının detayları ve ısı geçirme katsayıları hakkında bilgi verilmektedir. Bina kabuklarının termofiziksel özellikleri belirlenirken yörede hakim olan ılımlı – nemli iklim tipinin gereksinimleri göz önünde bulundurulmuştur.

Çizelge 7.2 : Bina tiplerinin mekân organizasyonları (kuzey sayfanın yukarısidir.).

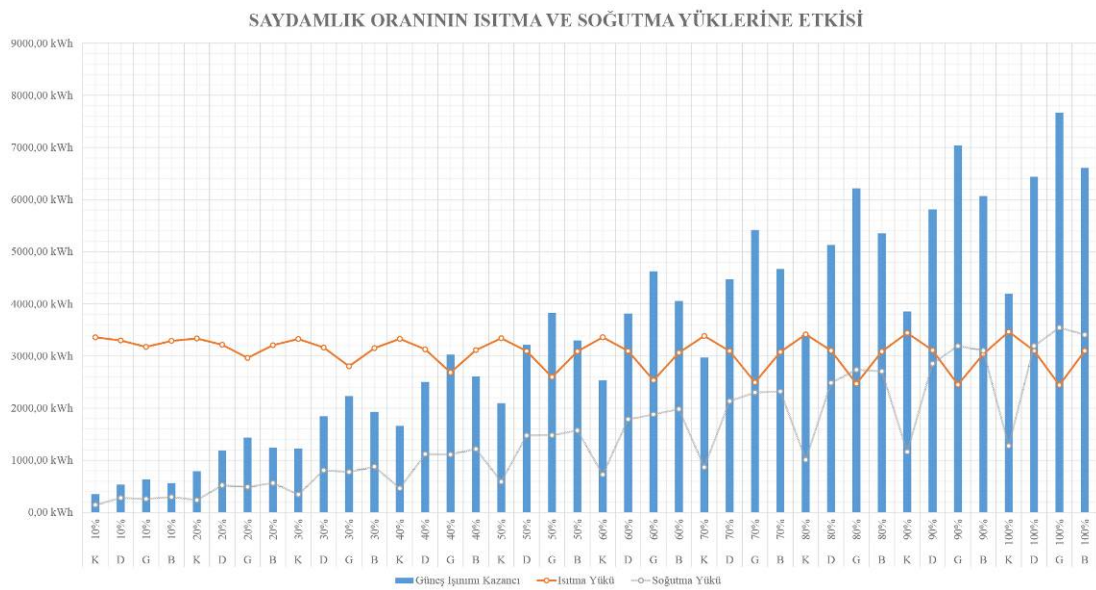
TİP - A Z. KAT		TİP - A 1. KAT	
TİP - B Z. KAT		TİP - B 1. KAT	
TİP - C Z. KAT		TİP - C 1. KAT	
TİP - C 2. KAT			

7.2.4.1 Saydamlık oranının belirlenmesi

Bina cephelerinin saydamlık oranları belirlenirken ısı kazancı ve kaybı arasında denge kurulması amaçlanmıştır. Bilindiği üzere saydam yüzeylerin ısı geçirgenlik direnci bina kabuğunun opak yüzeylerine göre daha düşüktür. Bunda saydamlığı sağlayan camın yoğunluğunun yüksek olması ve ince kesitler ile kullanılması büyük rol oynamaktadır. Buna karşılık Ek C’de sonuçları verilen saydamlık oranının güneş ışıınımı kazancı ve ısıtma – soğutma yükleri ile ilişkisinin incelendiği çalışmada güneş ışıınımı kazancının neredeyse tamamının bu saydam yüzeyler aracılığı ile sağlandığı gözlemlenmiştir.

Binaların cephelerine göre uygun saydamlık oranlarının belirlenmesi amacıyla tez kapsamında yapılan çalışmada; kuzey, doğu, güney ve batı cepheleri için saydamlık oranına bağlı güneş ışıınımı kazancı, ısıtma yükü ve soğutma yükü incelenmiştir. Bu amaçla; 10m genişliğinde 10m derinliğinde ve 3m yüksekliğinde tek hacimden oluşan bir bina ele alınmış, ılımlı – nemli iklim bölgesinin özelliklerini taşıyan Çanakkale ili için binanın enerji simülasyonları yapılmıştır. Çalışmada sadece ilgili cephenin enerji etkinliğine katkısını gözlemlemek amacıyla; her senaryo için ilgili cephenin saydamlık oranı değiştirilirken diğer cepheler opak kabul edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen yıllık toplam güneş ışıınımı kazancı, ısıtma yükü ve soğutma yükü verileri EK C’de çizelge ve grafik formatlarında verilmiştir. Elde edilen verilerin tümü ise Şekil 7.22’de gösterilen grafik üzerinde derlenmiştir.



Şekil 7.22 : Cephe saydamlık oranının ısıtma – soğutma yüklerine etkisi çalışma sonuçlarının derlemesi

Çalışmadan elde edilen verilere göre; kuzey cephesinde güneş ışıını kazancı için en yüksek değeri olan 4195,22 kWh'e saydamlık oranı %100 iken ulaşılmış, ancak ısıtma döneminde yalnızca 1893,38 kWh kazanç sağlanmıştır. Ek C'de verilen grafikten de takip edilebileceği gibi kuzey cephesinde saydamlık oranının ısıtma yüküne değerlendirmeye alınabilecek bir katkısı yoktur. Buna karşılık saydamlık oranının %10'dan %100'e çıkması ile birlikte soğutma yükü de 9 katına çıkmaktadır. Bu sebeple kuzey cephesinde saydamlık oranının görsel konfor gözetilerek %30 seviyesini geçmeyecek oranda düzenlenmesi enerji verimliliği açısından uygun olmaktadır.

Doğu ve batı cephelerinde güneş ışıını kazancının hemen hemen aynı seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Doğu ve batı cephelerinde güneş ışınları alçaktan geldiği için bu cephelerde güneş kontrolü yapmak güney cephesine kıyasla daha zordur. Bu sebeple saydamlık oranı, ısıtma – soğutma yüklerinin dengelenmesi için önemli bir unsurdur.

Yapılan çalışmada görülmüştür ki; doğu ve batı cephelerinde saydamlık oranı arttıkça ısıtma yükü azalan oranda düşmekte, soğutma yükü ise artan oranda yükselmektedir. Bu durumda saydamlık oranındaki değişiklikler ile soğutma yükünden sağlanacak fayda, ısıtma yükünden sağlanacak faydadan daha fazla olmaktadır. Bu sebeple doğu ve batı cephelerinde, enerji verimliliği açısından, mümkün olan en düşük saydamlık oranı tercih edilmelidir. Bu cephelerde saydamlık oranının üst limiti ise ısıtma yükünün en düşük olduğu durum olan; doğu cephesi için %50 ve batı cephesi için %60'ı geçmemelidir.

Çalışmanın sonucuna göre, her durumda en yüksek güneş ışıını kazancı güney cephesinden sağlanmaktadır. Buna ek olarak güneş ışınları bu cepheye yüksekten geldiği için güneş kontrolü yapmak diğer cephelere oranla daha kolaydır. Bu iki veri güney cephesini binanın en değerli cephesi yapmaktadır. Güney cephesi için saydamlık oranı arttıkça ısıtma yükünde %40 seviyesine kadar hızlı bir azalma bu seviyeden sonra yavaş bir azalma gözlemlenirken, soğutma yükünde ise lineer bir artış gözlemlenmektedir. Saydamlık oranı %70 seviyelerinde iken ısıtma ve soğutma yükü eşitlenmekte, bu seviyeyi aştıktan sonra soğutma yükleri ısıtma yüklerine baskın gelmektedir. Bu veriler ışığında güney cephesi için uygun saydamlık oranı %40 ile %70 aralığı olarak belirlenmektedir.

Bina tasarımlarında saydamlık oranının belirlenmesinde etkili olan birincil faktör güneş ışınlamı kazancı, ikincil faktör ise doğal aydınlatma ile görsel konforun sağlanmasıdır. Bu çerçevede tasarlanan binaların cephelerine göre saydamlık oranları bu çerçevede değerlendirilerek düzenlenmiştir. Tasarlanan binaların cephelerine göre saydamlık oranları Çizelge 7.3’de verilmektedir.

Çizelge 7.3 : Tasarlanan binaların cephelerine göre saydamlık oranları

Blok Tipi	Cephe Saydamlık Oranı (%)			
	Kuzey	Doğu	Güney	Batı
A	14,56	13,61	54,97	10,68
B	24,26	16,09	52,95	16,09
C	4,87	24,34	67,98	24,34

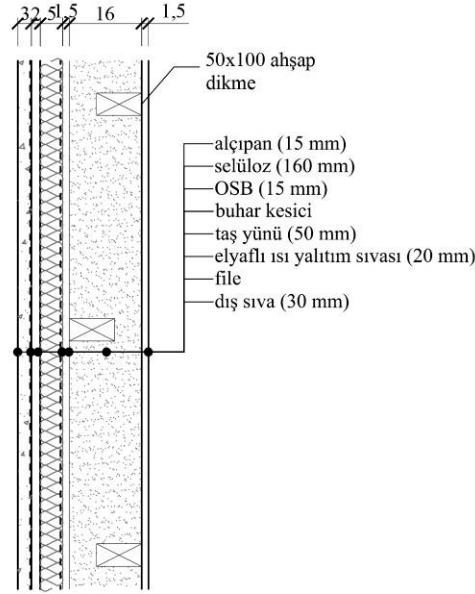
7.2.4.2 Kabuğun toplam ısı geçirme katsayısı

Bina tasarımında doğal malzemelerin kullanımı hem iç mekân hava kalitesini artırmakta, hem de üretim sürecinde çevreye verilen zararı azaltmaktadır. Binaların kabuğunda bu çerçevede nefes alan doğal malzemeler kullanılmasına önem verilmiştir.

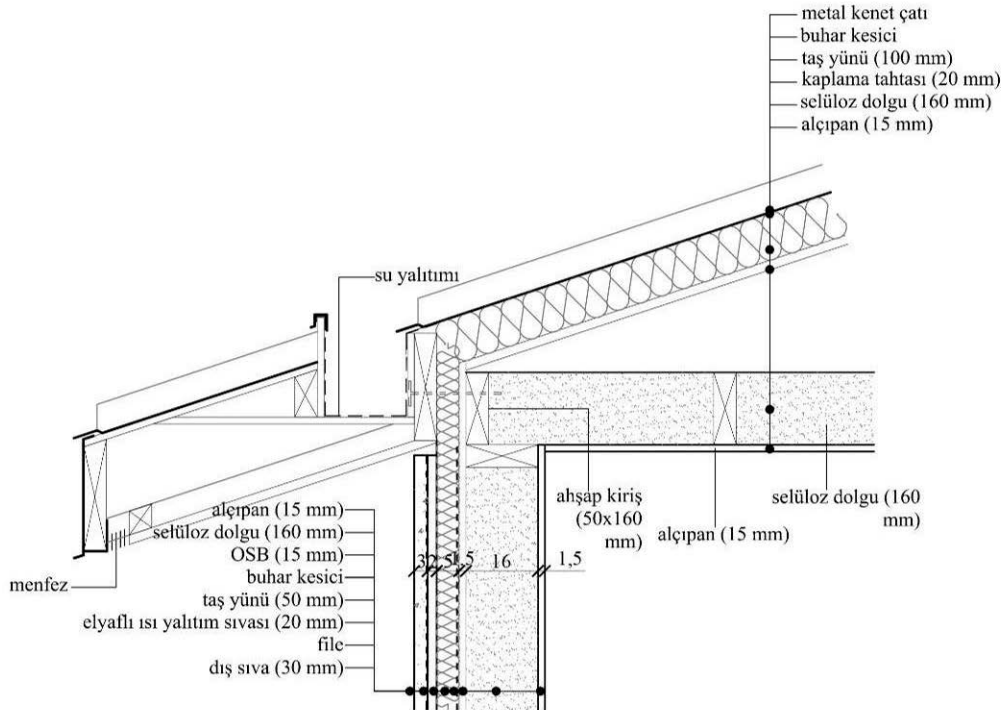
Dış duvarlar ahşap dikmeli selüloz dolgulu duvarlardan oluşmaktadır. Ahşap dikmeler şaşırtmalı konumlandırılarak olası ısı köprülerinin önüne geçilmektedir. Duvar kalınlığını incelterek daha düşük ısı geçirgenlik katsayısı elde etmek amacıyla dışardan duvara taş yünü ile ek ısı yalıtımı yapılmıştır. Toplam 30cm kalınlığa sahip dış duvarın U-değeri 0,193 W/m²K olarak hesaplanmıştır. Şekil 7.23’de dış duvara ait detay çizimi verilmektedir.

A ve B tipi konutların eğimli çatıları ahşap kırma çatı olarak tasarlanmıştır. 10cm kalınlığında taş yünü ile ısı yalıtımı sağlanan çatı, ek su yalıtımına gerek olmaması sebebiyle metal kenetli çatı sistemi ile kaplanmıştır. Şekil 7.24’de detay çizimi verilen eğimli çatı kesitinin U-değeri 0,195 W/m²K olarak hesaplanmıştır.

C tipi konutlarda bulunan teras çatılar ise ekstensif yeşil çatı sistemi ile detaylandırılmıştır. Hafif olması sayesinde ahşap taşıyıcı sisteme ek yük getirmeyen yeşil çatının U-değeri 0,127 W/m²K olarak hesaplanmıştır. Şekil 7.25’de yeşil çatıya ait detay çizimi verilmektedir.



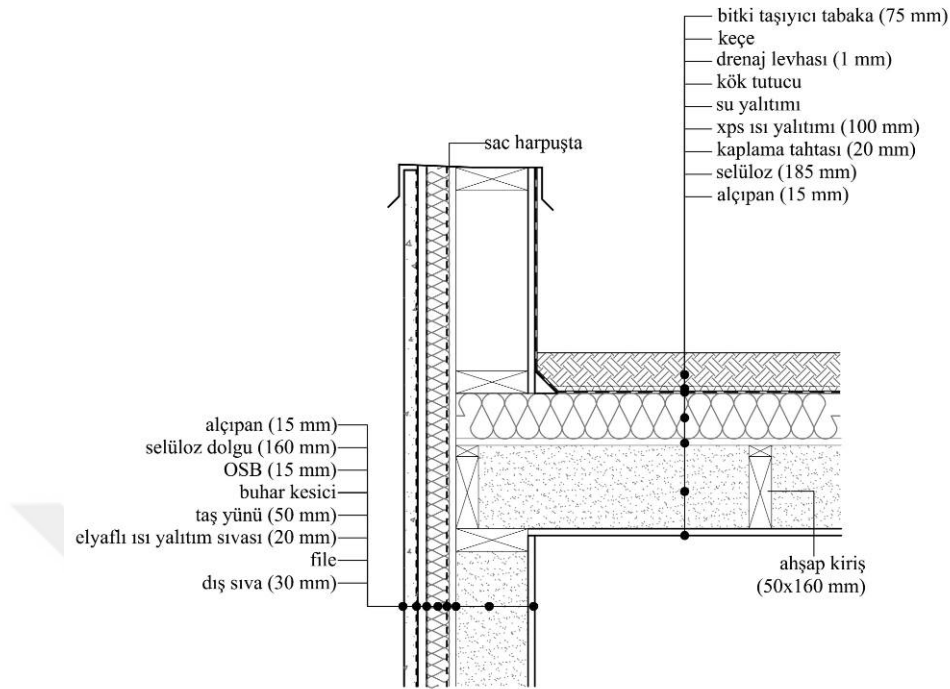
Şekil 7.23 : Dış duvar detay çizimi (plan)



Şekil 7.24 : Eğimli çatı detay çizimi (kesit)

Binaların zemin döşemesinde balmumu katkılı sıkıştırılmış toprak kullanılmaktadır. Betondan daha hafif olmasına karşın termal kütesinin betondan daha yüksek olması sebebiyle, kat döşemelerinde de sıkıştırılmış toprak kullanılmıştır. Estetik görüntüsü ile günümüzde kullanımı tekrar kullanımı yaygınlaşan bir malzeme olan sıkıştırılmış toprak yüksek termal kütesi sayesinde gün boyu kazandığı ısıyı gece ortama yayararak

ısıtma yükünün azaltılmasında önemli bir rol oynar. Şekil 7.26’da detay çizimi verilen zemin döşemesinin U-değeri 0,197 W/m²K olarak hesaplanmıştır.



Şekil 7.25 : Yeşil çatı detay çizimi (kesit)

Kapılar ile beraber, bina kabuğunun ısı performansını en zayıf olarak nitelendirilebilecek pencerelerde ahşap doğrama ile birlikte low-e çift cam kullanılmıştır. Böylece pencerelerin U-değeri 1.493 W/m²K değerine ulaşmıştır. Masif ahşap dış kapıların U-değeri ise 2,250W/m²K değerindedir.

7.2.5 Binalar arası açık alanların tasarımı

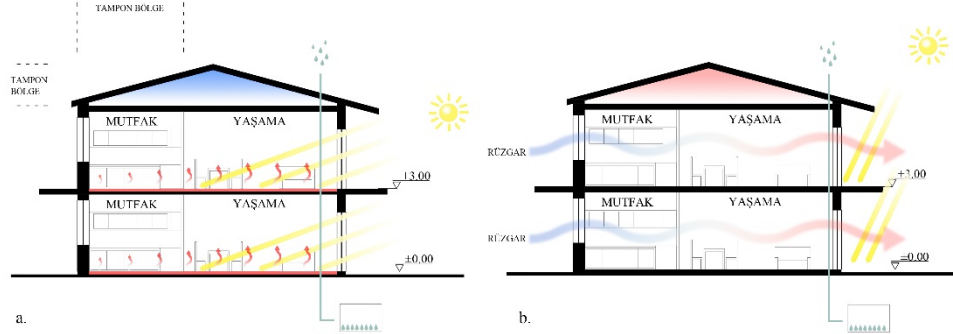
Binalar arası açık alanların tasarımında yutuculuk katsayısı düşük, geçirgen malzemeler tercih edilmiştir. Bu kararın alınmasında binaların birbirinden uzak olması, dolayısıyla yüzey örtücü malzemelerin gün boyunca güneş ışınımına maruz kalması birincil etmendir. Bir diğer etmen ise projenin çıkış noktalarından birisi olan çevresel tahribatın en aza indirilmesidir. Bu yaklaşım binalar arası mesafelerde kullanılan bitkilerin seçimi ile de desteklenmiştir.

Binalar arası alanlarda bitki kullanımı temelde üç parametre ile belirlenmiştir. Bunlar; gölgelendirme faktörü, rüzgâr perdelemesi ve iklimle uyumlu bitki seçimi olarak sıralanabilir.

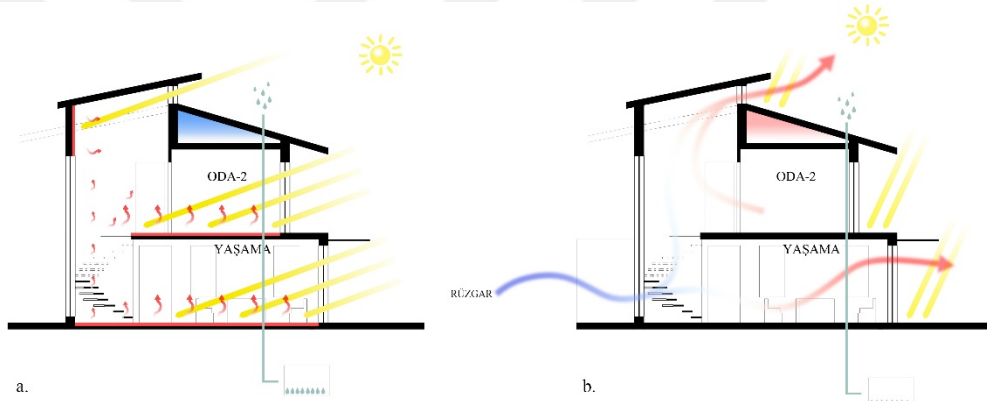
Binaların yazın gölgelendirilmesi istenilen güneyli yönlerde geniş yapraklı, yaprağını döken bitkiler tercih edilmiştir. Böylece kış aylarında en az, yaz aylarında en fazla

7.2.6 Bina performans analizlerinin yapılması

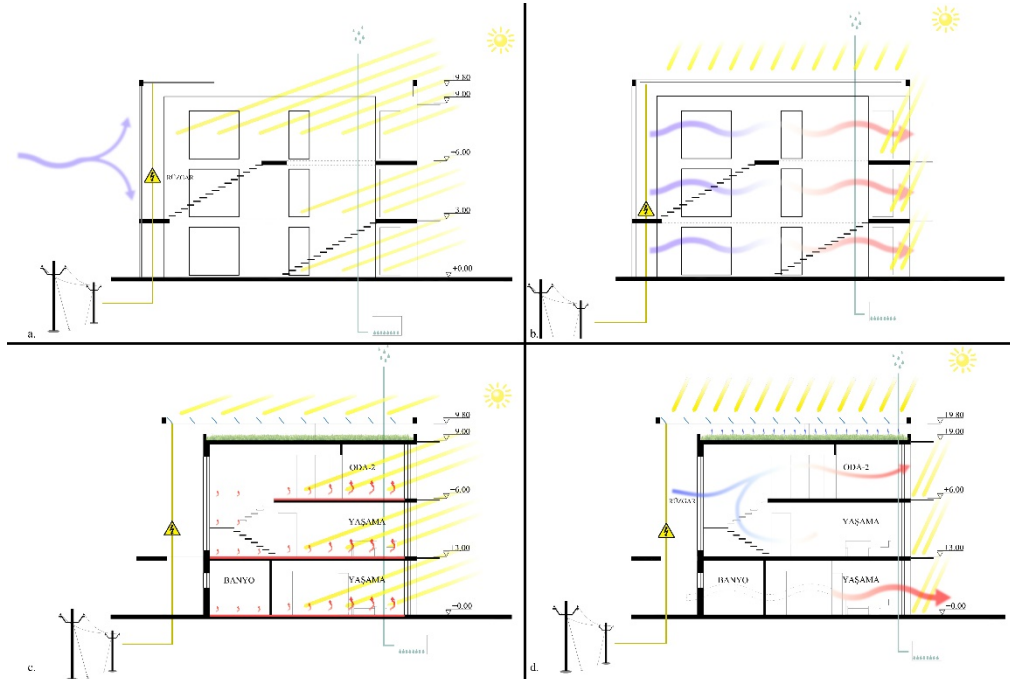
Enerji verimliliği söz konusu olduğunda temel hedef kaynak kullanımını en düşük seviyede tutmaktır. Bu da binaları pasif sistemler olarak tasarlamak ile mümkün olmaktadır. Şekil 7.27’de A tipi, Şekil 7.27’de B tipi ve Şekil 7.28’de C tipi konutların pasif ısıtma ve soğutma prensipleri kesit üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 7.27 : A tipi konutlara ait kesitler; kış(a), yaz(b)



Şekil 7.28 : B tipi konutlara ait kesitler; kış(a), yaz(b)



Şekil 7.29 : C tipi konutlara ait kesitler; kış-dış(a), yaz-dış(b), kış-iç(a), yaz(b)

Bina performans analizlerinin ilk aşaması; bir önceki adımda elde edilen kabuk tasarımı ile, ısıtma ve soğutma yükü altında olmadan iç mekânda iklimsel konfor seviyesinin yılın hangi dönemlerinde sağlandığının değerlendirilmesidir. İkinci aşamada bu noktadan ilerleyerek ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmakta ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak yüklerin karşılanmasını sağlayacak çözüm önerisi üretilmelidir.

-Isıtma ve soğutma yüklerinin belirlenmesi:

Proje kapsamında tasarlanan binaların enerji verimliliğinin değerlendirilebilmesi ve enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabilmesi için Design Builder programı yardımıyla binaların enerji simülasyonları yapılmıştır. Analizin ilk aşamasında Design Builder ara yüzü içerisinde binalar bire bir modellenmiş ve bir önceki adımda belirlenen kabuk tasarımları modellenen binalara işlenmiştir. Daha sonrasında binalar ısıtma ve soğutma sistemleri kapalı durumda iken enerji simülasyonu çalıştırılmıştır. Böylece güneş ışıınımı kazancı, doğal ventilasyon ve kabuk performansının iç mekânda iklimsel konforun sağlanmasına olan katkısı değerlendirilmiştir.

Simlasyonlara hazırlık aşamasında, A ve B bloklar için hane başına kullanıcı sayısı dört, C bloklar için iki kişi kabul edilmiştir. Daha sonra bu değerler hane sayısı ile çarpılıp toplam metrekareye bölünmüş ve programa metrekare başına insan yoğunluğu olarak girdi sağlanmıştır. Analizlerin ilk aşaması için simülasyonlarda ısıtma sistemi kapalı tutulmuş, doğal ventilasyonun; dış hava sıcaklığının 18°C altına düştüğü durumlarda ve iç hava sıcaklığının 28°C üzerine çıktığı durumlarda kullanılmadığı kabul edilmiştir. Bu çalışma kapsamında yapılan simülasyonlarda evsel sıcak su kullanımı için ısıtma yükü kapsam dışında bırakılmıştır.

Simülasyon sonuçlarına göre ısıtma ve soğutma sistemleri kapalı durumda iken; A ve B tipi konut binaları için Ocak, Şubat, Mart, Kasım, Aralık aylarında ve C tipi konut binaları için ise Ocak, Şubat, Aralık aylarında iç mekânda iklimsel konforun sağlanmasında güneş ışıınımı kazancı yeterli olmamaktadır. Yılın geri kalanında güneş ışıınımı kazancı binaların ısıtma yüklerinin karşılanmasında yeterli olmaktadır.

Yine simülasyon sonuçlarına göre A ve B tipi konut binaları için Temmuz aylarında ve C tipi konut binaları için ise Temmuz ve Ağustos aylarında doğal havalandırma ile yapılan soğutma iklimsel konforun sağlanmasında yeterli olmamaktadır.

İç ortamda bağıl nem oranı ise tüm bina tiplerinde, yıl boyunca konfor seviyesi olarak kabul edilen %40 - %60 aralığında kalmaktadır. Konut tiplerine ait ısıtma ve soğutma sistemlerinin kapalı olduğu durum senaryosuna ait veriler Çizelge 7.4, Çizelge 7.5 ve Çizelge 7.6’de verilmektedir.

Çizelge 7.4 : A tipi ısıtma soğutma kapalı durum verileri.

Aylar	Dış Hava Sıcaklığı (°C)	Güneş Işınımı Kazancı (kWh)	İç Hava Sıcaklığı (°C)	İç Ortam Bağıl Nem Oranı (%)
Ocak	8,91	1025,80	17,01	52,50
Şubat	8,36	942,65	16,68	45,14
Mart	10,46	988,84	17,56	48,03
Nisan	14,37	773,78	19,75	50,53
Mayıs	20,97	894,37	23,71	48,73
Haziran	24,44	928,35	26,56	47,43
Temmuz	25,82	939,45	27,29	44,35
Ağustos	25,38	898,82	26,55	52,97
Eylül	23,03	1020,01	25,36	50,29
Ekim	16,95	1136,33	21,73	48,96
Kasım	11,45	1170,23	19,16	41,99
Aralık	9,80	805,13	16,48	52,96

MGM’nin 2011 yılından günümüze kadar topladığı verilere göre Çanakkale ili için yıllık ortalama 167 gün ısıtma ve 101 gün soğutma yapılması gerekmektedir (URL-23). Simülasyon sonuçlarına göre ise yıllık en çok ısıtma enerjisine ihtiyaç duyan B tipi konut binalarında yılda 96 gün ısıtma, soğutma enerjisine en çok ihtiyaç duyan C tipi konut binalarında ise yılda 67 gün soğutma yapılması gerekmektedir. Bu verilerle, tasarlanan binaların Çanakkale ilinin iklimsel şartlarına göre enerji verimli olduğunu söylemek mümkündür.

Analiz çalışmasının ikinci aşamasında binaların enerji harcamaları önerilen dönemlerde ısıtma soğutma yükü altında simüle edilmiştir. Buna göre ısıtma döneminde ısıtma sistemi 24 saat aktif olacak ve iç mekân sıcaklığını 21°C’da tutacak şekilde tanımlanmıştır. Soğutma döneminde ise soğutma sistemi doğal ventilasyon yapılmayan zamanlarda çalışacak ve iç mekân sıcaklığını 24°C’da tutacak şekilde

tanımlanmıştır. Böylece en olumsuz durum senaryosuna ait enerji harcamaları elde edilmektedir.

Çizelge 7.5 : B Tipi ısıtma soğutma kapalı veri çizelgesi.

Aylar	Dış Hava Sıcaklığı (°C)	Güneş Işınımı Kazancı (kWh)	İç Hava Sıcaklığı (°C)	İç Ortam Bağlı Nem Oranı (%)
Ocak	8,91	1401,59	16,32	54,59
Şubat	8,36	1293,81	15,99	47,03
Mart	10,46	1397,93	18,18	49,14
Nisan	14,37	1169,05	19,82	50,60
Mayıs	20,97	1333,38	23,81	48,54
Haziran	24,44	1368,81	26,71	47,07
Temmuz	25,82	1387,29	27,40	44,14
Ağustos	25,38	1360,57	26,70	52,57
Eylül	23,03	1483,00	25,43	50,12
Ekim	16,95	1566,28	21,54	49,78
Kasım	11,45	1600,19	19,54	43,55
Aralık	9,80	1108,25	15,94	54,53

Çizelge 7.6 : C Tipi ısıtma soğutma kapalı veri çizelgesi .

Aylar	Dış Hava Sıcaklığı (°C)	Güneş Işınımı Kazancı (kWh)	İç Hava Sıcaklığı (°C)	İç Ortam Bağlı Nem Oranı (%)
Ocak	8,91	6756,40	17,88	49,27
Şubat	8,36	6269,20	18,09	41,10
Mart	10,46	6644,42	19,92	43,47
Nisan	14,37	5451,48	20,62	48,57
Mayıs	20,97	6260,02	24,21	47,55
Haziran	24,44	6244,44	27,00	46,53
Temmuz	25,82	6435,60	27,72	43,61
Ağustos	25,38	6714,35	27,16	51,53
Eylül	23,03	7345,35	25,93	49,08
Ekim	16,95	8007,74	23,52	47,51
Kasım	11,45	7699,66	21,49	39,01
Aralık	9,80	5318,61	17,18	49,83

Simülasyon sonucu elde edilen enerji harcamaları Çizelge 7.7’de verilmektedir. Bu sonuçlara göre A tipi konutlar için gerekli yıllık ısıtma enerjisi 3.386,47 kWh, soğutma enerjisi ise 2.142,98 kWh olarak hesaplanmaktadır. Aynı şekilde B tipi konutlar için gerekli yıllık ısıtma enerjisi 4.669,95 kWh, soğutma enerjisi ise 1.665,89 kWh’dir. Son olarak C tipi konutlar için gerekli yıllık ısıtma enerjisi 13.947,06 kWh, soğutma enerjisi ise 11.839,54 kWh/m² olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 7.7 : Isıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri.

Yükler	A Tipi Konut (201,56m ²)	B Tipi Konut (256,98m ²)	C Tipi Konut (858,29m ²)
Isıtma Yüğü (kWh/m ² yıl)	16,80	18,17	16,25
Soğutma Yüğü (kWh/m ² yıl)	10,63	6,44	13,79
Aydınlatma Yüğü (kWh/m ² yıl)	11,86	12,82	12,78

Tasarlanan binalara ait metrekare başına elde edilen ısıtma ve soğutma yükleri “Enerji Etkin Mimari Tasarım Örnekleri” başlığı altında verilen örneklere çok yakındır. Buna dayanarak tasarlanan binaların iklimsel konforun sağlanmasında enerjiyi etkin kullandığı söylenebilir.

-Elektrik enerjisinin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması:

Proje alanının seçiminde etkili olan faktörlerden birisi bölgenin güneş ve rüzgâr potansiyellerinin yüksek olmasıdır. “Uygun yerleşme dokusunun seçimi” aşamasında yapılan analizler sonucu fotovoltaik panellerin ve rüzgâr türbinlerinin uygun konum ve yönlendirmeleri belirlenmiştir. Çalışmanın bu aşamasında ise binaların elektrik enerjisi talebi belirlenmekte ve buna göre kurulu güç hesabı yapılmaktadır.

Elektrik yükünü belirlemek için ilk adım olarak her evde kullanılan elektrikli ev aletlerinin günlük toplam enerji harcamaları belirlenmiştir. Hesaba dahil edilen elektrikli ev aletleri ve enerji harcamaları Çizelge 7.8’de gösterilmektedir.

Belirlenen günlük toplam elektrik enerjisi ihtiyacı 365 ile çarpılarak yıllık talep bulunmuş, ilerleyen aşamalarda yıllık talep değerlendirilmiştir.

İkinci adımda; Design Builder simülasyonları ile elde edilen ısıtma enerjisi, soğutma enerjisi ve aydınlatma enerjisi ve elektrikli ev aletleri beraber değerlendirilmiş ve

yerleşmenin toplam elektrik ihtiyacı bulunmuştur. Çizelge 7.9’da yerleşmenin toplam enerji ihtiyacı verilmektedir.

Çizelge 7.8 : Eelektrikli ev aletlerinin yükleri.

Elektrikli Ev Aletleri	Yük (kWh/gün)	Kullanım	Adet	Toplam (kWh/gün)
Buzdolabı (A Sınıfı)	1,23	7/24	32	39,36
Çamaşır Makinası (A Sınıfı)	0,95	2 yıkama / hafta	32	30,40
Bulaşık Makinası (A Sınıfı)	1,05	2 yıkama / hafta	32	33,60
İndüksiyonlu Ocak	3,60	3 sa / gün	32	115,20
Elektrikli Fırın	6,00	3 sa / gün	32	192,00
Mikrodalga Fırın	0,10	20 dk / gün	32	3,20
Ütü	0,77	3 sa / hafta	32	24,64
Elektrikli Süpürge	0,40	4 sa / hafta	32	12,80
Fön Makinası	0,08	3 dk / gün-kişi	400	32,00
Televizyon	3,60	6 sa / gün	32	115,20
Bilgisayar	1,20	6 sa / gün	200	240,00
Diğer	+%30	7/24	-	251,52
TOPLAM				1089,92

Çizelge 7.9 : Yerleşmenin toplam enerji ihtiyacı.

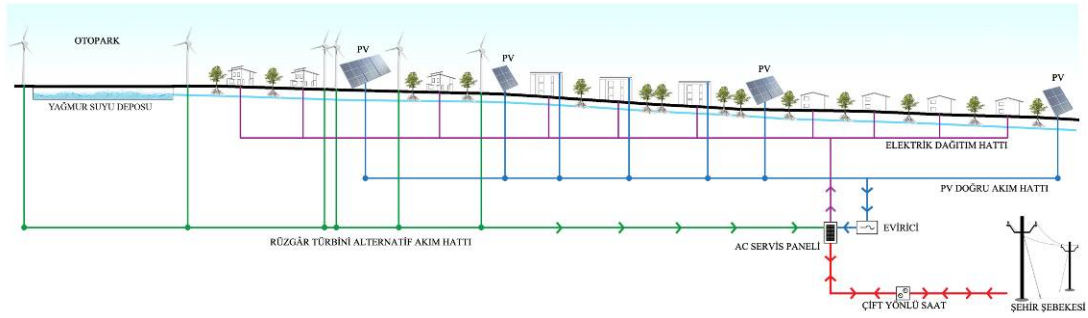
Elektrik Talebi	Isıtma	Soğutma	Aydınlatma	Ev Aletleri	Toplam
Günlük (kWh)	466,18	311,37	344,42	1.089,92	2211,88605
Yıllık (kWh)	170.154,35	113.648,53	125.714,73	397.821	807.338,41

Bu veri daha sonra Homer isimli elektrik şebekesi optimizasyon programında kullanılarak rüzgâr türbinleri ve fotovoltaik paneller için optimizasyon istenmiştir. Program içerisinde tasarlanan yerleşmenin toplam elektrik enerjisini karşılayacak, şehir şebekesine bağlı fotovoltaik panel sayısı ve rüzgâr türbini sayısı için simülasyon yapılmıştır. Bu ölçekte bir yerleşme için şehir şebekesinden ayrılmak olumlu bulunmamıştır. Şebekeden bağımsız sistemler iklimsel değişkenlere bağlı olarak sık sık üretimdeki kesintiyi kullanıcıya yansıtmaktadır. Bunu engellemek için

kullanılması gereken akü miktarı ve akülerin saklanacağı alan enerji etkinliği kapsamında verimsi bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucu çalışma alanında, arazinin en çok rüzgâr alan tepe noktasına 50 kW gücünde 5 adet rüzgâr türbini yerleştirilmiştir. Her bir türbin %33,04 verimle yılda ortalama 3.356 saat çalışmaktadır. Buna göre yıllık 723.617,50 kWh elektrik enerjisi üretebilmektedir.

Güneş analizleri sonucu belirlenen fotovoltaik havzalarına yerleştirilen 245 W gücünde 965 adet fotovoltaik panel ve C tipi konutların çatısına yerleştirilen 160 adet fotovoltaik panel ortalama %15,39 verimle yılda 4390 saat çalışarak 371.614,16 kWh elektrik enerjisi üretmektedir. Bu sonuçlara göre yerleşme içerisinde bulunan konutların elektrik enerjisinin tamamı yenilenebilir kaynaklardan sağlanabilmektedir. Şekil 7.30'da yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin nasıl sağlandığı gösterilmiştir.



Şekil 7.30 : Yerleşmede yenilenebilir kaynakların kullanım şeması



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değışikliğinin sorumlusu olan sera gazları salımının en büyük etmeni olan enerji tüketimi her geçen gün artış göstermektedir. Günümüzde; dünya genelinde, binaların enerji tüketimi %30'un üzerine çıkmakta ve bunda en büyük pay sahibi konutlar olarak gösterilmektedir.

Konut binalarının kullanıcıların iklimsel ve görsel konfor durumunda olmasını sağlamak için enerji tüketimi gereklidir. Bu çerçevede harcanması zorunlu olan ısıtma, soğutma ve aydınlatma amaçlı tüketilen enerjinin büyük oranda azaltılarak binaların pasif sistemler olarak tasarlanması ve kullanılması zorunlu olan enerjinin de yenilenebilir kaynaklardan sağlanması hemen hemen tüm meslek gruplarının gündemindedir.

Binalar bütün yaşam döngüsü boyunca enerji harcarlar. Bu harcanan enerjide en büyük pay ise mimari tasarım ile doğrudan ilişkilendirilebilen kullanım evresinde gerçekleşmektedir. Henüz ön tasarım aşamasındayken binanın kullanım evresinde harcanacak enerjinin büyük bir bölümü kaldırmak mümkündür.

Konutlarda enerji verimliliğinin artırılması yolunda; bu çalışma kapsamında çeşitli kaynaklardan derlenen bilgiler ışığında, konut ve yerleşmelerde enerji etkinliğinin geliştirilmesine yönelik alınması gereken kararlar sistematik bir sınıflandırma ile yol haritasına dönüştürülmüştür. Tasarımcılara yol gösterici olmasının hedeflendiğı çalışmada, özellikle iş yükünü artıran analiz ve hesaplama çalışmalarında izlenecek yol belirlenmiş, yerleşme ölçeğinde “bina aralıkları hesaplama programı” gibi yenilikçi çözümler geliştirilmiştir.

Yürütölen ana çalışmayla beraber tez kapsamında saydamlık oranının ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi irdelenmiş ve Türkiye'nin farklı enlemleri için güneş enerjisinden yarar sağlama açısından uygun bina aralıklarına ilişkin değerler de derlenmiştir.

Tasarım parametrelerine ilişkin belirlenen uygun değerler örnek enerji etkin konut ve yerleşme tasarımına girdi olarak ele alınmıştır. Yapılan çeşitli analizler ve bu analizlerin senteziyle olgunlaşan proje kullanıcının iklimsel konforunu sağlarken, enerji etkinliğinin de sistematik bir yol izlenerek sağlanabileceğini göstermiştir. Ön tasarımı yapılan enerji etkin konutlar Çanakkale için belirlenen yıllık ortalama ısıtma döneminin %57'sinde ve yıllık ortalama soğutma döneminin %66'sında aktif sistemlere ihtiyaç duymaktadır. Yerleşmenin elektrik enerjisinin tamamı sahaya kurulu fotovoltaik paneller ve rüzgâr türbinlerinden elde edilmektedir.

Bu çalışma kapsamında yapılan analizlerde kullanılan veriler, hesaplamalar sonucu elde edilmiştir. Ön tasarım aşamasında, tasarımcıya fikir vermesi açısından analizlerde hesaplamaya dayalı verilerin kullanılması olumlu bulunmakla beraber, uygulamaya yönelik yapılan çalışmalarda özellikle güneş ve rüzgâr analizlerinde kullanılacak verilerin ölçüme dayalı olması geçerli sonuçlar elde etmek açısından önemlidir.

Bu çalışma, yeni yapılacak konut ve yerleşmelerin enerji etkin olarak tasarlanması ve değerlendirilmesinde izlenecek yolu belirlemesi açısından önem taşımaktadır. Böyle bir çalışma ile enerji etkinliği açısından; ön tasarım aşamasında ve uygulama aşamalarında doğru kararların alınmasına; dolayısıyla enerji etkin konut ve yerleşmelerin gerçekleşmesine olanak sağlayacaktır.

Bu tür konut ve yerleşmelerin uygulanmasıyla sağlanabilecek kaynak ve enerji tasarrufunun diğer sektörlerle de olumlu katkı sağlayabileceği; özellikle ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. İleride yapılacak çalışmalarda maliyet analizlerinin de yapılması, enerji ve maliyet etkin optimizasyonun yapılması açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Atıl, A., Gülgün B., Yörük İ.** (2005). Sürdürülebilir Kentler ve Peyzaj Mimarlığı. *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(2): 215-226.
- Anon.** (1979). Energy Conservation - Design Resource Handbook. The Royal Architectural Institute of Canada, OTTOWA.
- Ayaz, E.** (2002). *Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aykal, F., Gümüş, B., Özbudak Akça Y.B.,** (2009) Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Kullanılması.V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu 2009. Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü-Elektrik Müh. Bölümü, Diyarbakır.
- Bekar, D.** (2007). *Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Berköz, E. Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G., ve diğerleri.** (1995). *Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı Araştırma Raporu*. İstanbul: TÜBİTAK- İNTAG 201.
- Barutçu, B.** (2016). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Eğitimi Ders Notları*. İ.T.Ü. Building Management Institute, İstanbul.
- Bozdoğan, B.** (2003). *Mimari Tasarım ve Ekoloji*, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bruntdland G.** (1987). *Ortak Geleceğimiz Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporu*. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı.
- Ciravoğlu A.** (2009). Mimarlık ve Çevreci Yaklaşımlar Bir Arka plan Denemesi. *Mimar. ist*, 32: 38-42.
- Cook, M.G.** (2011). The Zero-Carbon House. Wiltshire.
- Daniels, K.** (1979). The Technology of Ecological Building: Basic Principles and Measures, Examples and Ideas, Birkhauser Verlag Basel Boston, Berlin 56.
- Dönmez, Y.** (1984) Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları. İ.T.Ü. Yayın No: 2506, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102
- Durdyev, S.** (2010). *Rüzgâr Enerjisinde Uygun Türbin Seçimi*. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 71s, İstanbul.
- Edwards, B.** (1998). Green Architecture. *Architectural Design* 2001, 74: 4-30.
- Eryıldız D.İ.** (2003). Çevreci Mimarlık. *Mimarlar Odası Ankara Şubesi*, Bülten 12:2-7.

- İlken Z.** (2000). Jeotermal Enerjinin Çevre Dostu Uygulamaları: Isı pompaları, Kuyu İçi Eşanjörler, Isı Boruları. Yerel Yönetimlerde Jeotermal Enerji ve Jeoteknik Uygulamalar Sempozyumu 20-22 Kasım 2000. Dildiri kitabı, 209-216. İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Inter Academy Council** (2011). *Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future*, Last Updated: February 1, 2013 <http://www.interacademycouncil.net/CMS/Reports/11840.aspx>
- Hasol, D.** (2005). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Hau, E.** (2005). Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Applications, Economics. Krailling, Germany.
- Hegner H.D. , Sağlam O.** (2003). Binaların Enerji Performansı AB Yönergesi 2002/91/EC: AB, Almanya ve Türkiye'deki Hazırlıklar. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 434: 2004-6
- Gültekin, A.B.** (2007). Yapı Malzemelerinin Çevresel Etkilerinin Bazı Normlar Bağlamında irdelenmesi. *Tasarım Dergisi*, 170:120-122.
- Kılıç, A., Öztürk, A.** (1983). Güneş Enerjisi, İSTANBUL.
- Keskin, T.** (2010). *Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu*, 2. Taslak Web: Türkiye'nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı'nın Geliştirilmesi Projesi
- Krusche, P. M., Althaus, D. ve Gabriel, I.** (1982), Ökologisches Bauen, Herausgegeben vom Umweltbundesamt, Bauverlag GmbH., Berlin.
- Lechner, N.** (2000). Heating, Cooling, Lighting Design Methods For Architects, John Wiley and Sons
- MTB,** (2000). *Ministry for Transport and Buildings, Germany: Entwurf der Energieeinsparverordnung Tagungsbeitrag zum 10. Symposium Thermische Solarenergie.*
- Mukund R., Patel,** (1999). Wind and Solar Power Systems, America.
- Olgvay, V.** (1992). *Bioclimatic Design With Climate, Approach to Architectural Regionalism*, s:89, NEW YORK.
- Özçuhadar, T.** (2007). *Sürdürülebilir Çevre için Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Orhon, İ.** (1988) Toplu Konut İşletmesi, Mart 1988. Proje Planlama – Tasarım El Kitabı, Yayın no: U.9
- Özdemir, B.,B.** (2005) *Sürdürülebilir Çevre için Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, S.** (2002). *Bina Performans Analizi Programları ile Enerji Etkin Binalarda Tasarım Süreci*, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Palz, W., Steemers, T., C.** (1998), *Solar Houses in Europe (How They Have Worked)*, W. Houghton-Ewans D. Turrent, C. Whittaker, Londra: 7,11,14,26
- Sensoy, S., Ulupınar Y.** (2007) İklim Sınıflandırmaları. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Sepetçioğlu M.S.** (2013). Şanlıurfa İli Taşkın sorunları ve Çözüm Önerileri, e-Journal of New World Siences Academy. ISSN: 1306-3111
- Soysal, S.** (2008). *Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketimi İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. Mimarlık Fakültesi, Ankara.
- Şahin, N.İ.** (2010). *Binalarda Su Korunumu*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tıkansak, T.E.** (2013). Konutlarda Enerji Etkinliği, *International Journal of Architecture and Planning*, Volume 1, Issue 2: 189-200.
- TS-825** (2009). *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK** (2005). *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr>
- Türe, S.** (2001). Biyokütle Enerjisi. *Temiz Enerji Vakfı Yayınları*, 7: 1,5,12-19,24,25
- UNEP** (2002). *Küresel Çevreye Bakış Raporu*, Birleşmiş Milletler Çevre Programı GEO-3
- UNFCCC** (2005). United Nations Framework Convention on Climate Change Key GHG Data, 2005 <http://unfccc.int/resource/docs/2005/sbi/eng/18a02.pdf>
- United Nations** (2005). *Department of Economic and Social Affairs Population Division*, World Population Prospects The 2004 Revision.
- Utkutuğ, G.** (2000). Yeni Bin Yıla Girerken Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Ekolojik ve Enerji Etkin Hedefler ile Bina Tasarımı ve İşletimi, *Ulusal Enerji Verimliliği Kongre Kitabı*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 148.
- Uzun, T.** (1997). *Mimari Tasarıma Ekolojik Yaklaşım, Adana'da Bir Tasarım Denemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Adana.
- Yasan, A.S.** (2011). *Bina Tasarım Parametrelerinin Enerji Harcamalarına Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yücel, Morgil** (1998). Yüksek Öğretimde Çevre Olgusunun Araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14: 84-91.
- Zeren, L. v.d.** (1987). *Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeline İlişkin Çalışma*, Çevre ve Şehircilik Uygulama-Araştırma Merkezi, İ.T.Ü. , İstanbul.
- Zeren, L. v.d.** (1990). Fiziksel Çevre Kontrolü Ders Notları, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi, İ.T.Ü., İstanbul.
- Url-1** <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/>, erişim tarihi 19.04.2016.

Url-2< <http://www.ibec.or.jp/jsbd/V/index.htm> > , erişim tarihi 01.05.2016.

Url-3< <http://www.ibec.or.jp/jsbd/V/score.htm> > , erişim tarihi 01.05.2016.

Url-4<http://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en#d_1125>, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-5< <http://www.karawitz.com/bambushaus>>, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-6<<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab081572.pdf>>, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-7<http://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en#d_2761>, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-8<<http://www.ibec.or.jp/jsbd/M/index.htm>>, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-9<<http://www.ibec.or.jp/jsbd/M/score.htm>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-10<<http://www.white-design.com/architecture/all-projects/lilac/>>, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-11<<http://www.zedfactory.com/#!/upton-rural-zed/tic5q>>, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-12<<http://www.zedfactory.com/#!/newport/lem4t> >, erişim tarihi 01.05.2016.

Url-13<<http://www.mcarchitects.it/sostenibilita>>, erişim tarihi 15.04.2016.

Url-14<http://cukurovagunesenerjisi.com/Upload/Urun/Urun_245137965679.jpg>, erişim tarihi 18.04.2016

Url-15<http://www.guneshaber.net/upload/resimler/4B4_parabolik2.jpg>, erişim tarihi 18.04.2016

Url-16<<https://energisurya.files.wordpress.com/2008/10/monokristal.gif>>, erişim tarihi 12.04.2016

Url-17<<http://www.gunessistemleri.com/img/poly-si.jpg>>, erişim tarihi 12.04.2016

Url-18<http://www.cleantechinvestor.com/portal/images/stories/magazin/2011_6/solar_buffett.jpg>, erişim tarihi 12.04.2016

Url-19<http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_turbin.html>, erişim tarihi 12.04.2016

Url-20<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Darrieus_windmill.jpg>, erişim tarihi 12.04.2016

Url-21<<http://www.altemaenerji.com/wp-content/uploads/2015/01/r%C3%BCzgar-t%C3%BCrbini-elektrik-%C3%BCretimi.jpg>>, erişimtarihi12.04.2016

Url-22<<http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklimsiniflandirmalari.aspx?m=CANAKKALE>>, erişim tarihi 12.04.2016

Url-22<<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx?g=merkez&m=17-00&y=2015&a=05>>, erişim tarihi 12.04.2016

EKLER

EK A: Binaların birbirlerine göre konumlarının, hakim rüzgâra göre yönlendirmelerinin rüzgâr hızı ve türbülans yoğunluğuna etkisi ile pencere konum ve boyutlarının iç mekânda doğal havalandırmaya etkisi gösterilmiştir.

EK B: Türkiye illerinin, bina gölge boyları gözetilerek hazırlanan minimum bina aralıkları çizelgesi verilmiştir.

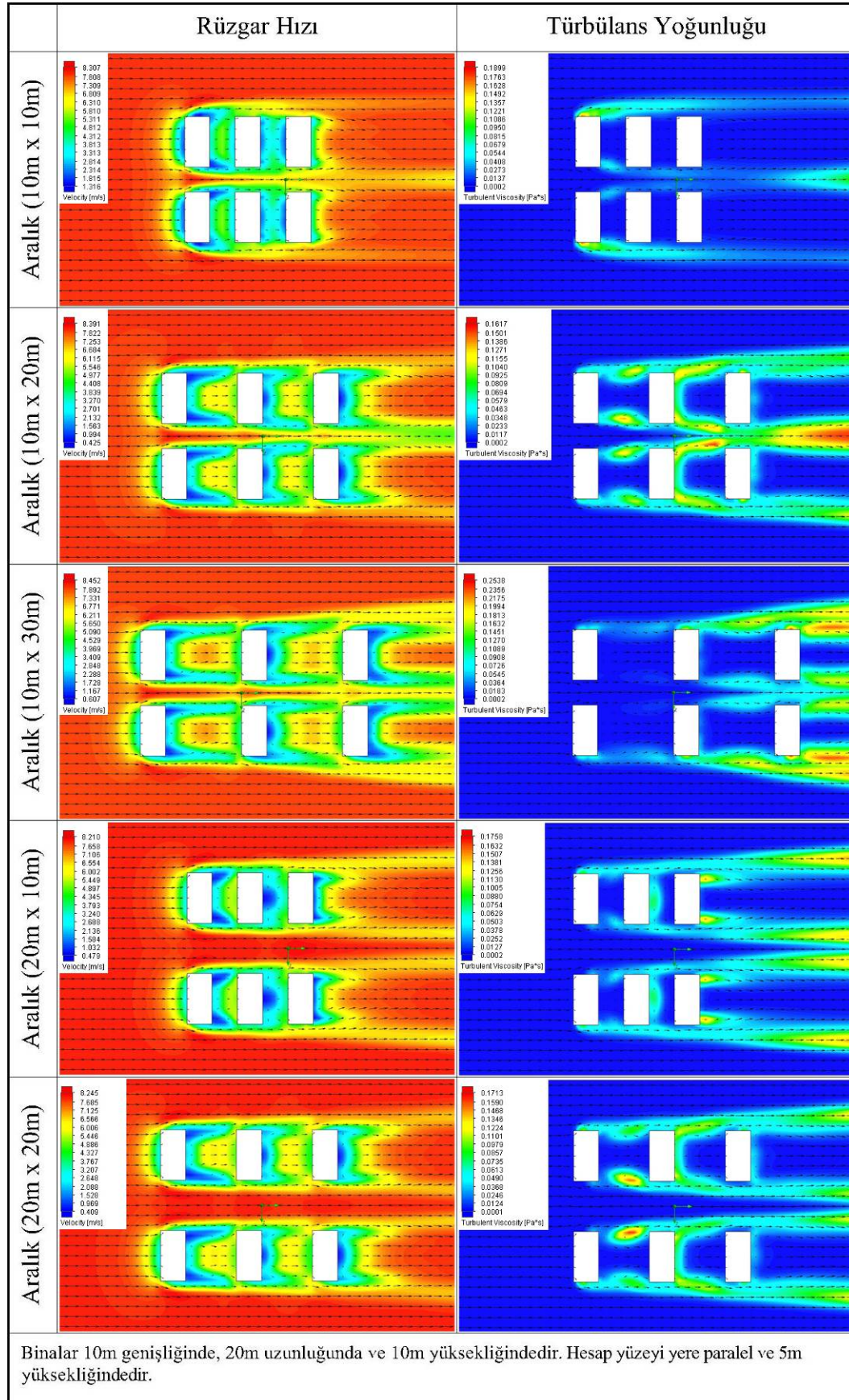
EK C: Türkiye'nin beş iklim bölgesi için yönler göre saydamlık oranı ısı kazanç grafikleri verilmiştir.

EK D: Tasarlanan binalara ait plan, kesit ve görünüş çizimleri verilmektedir.

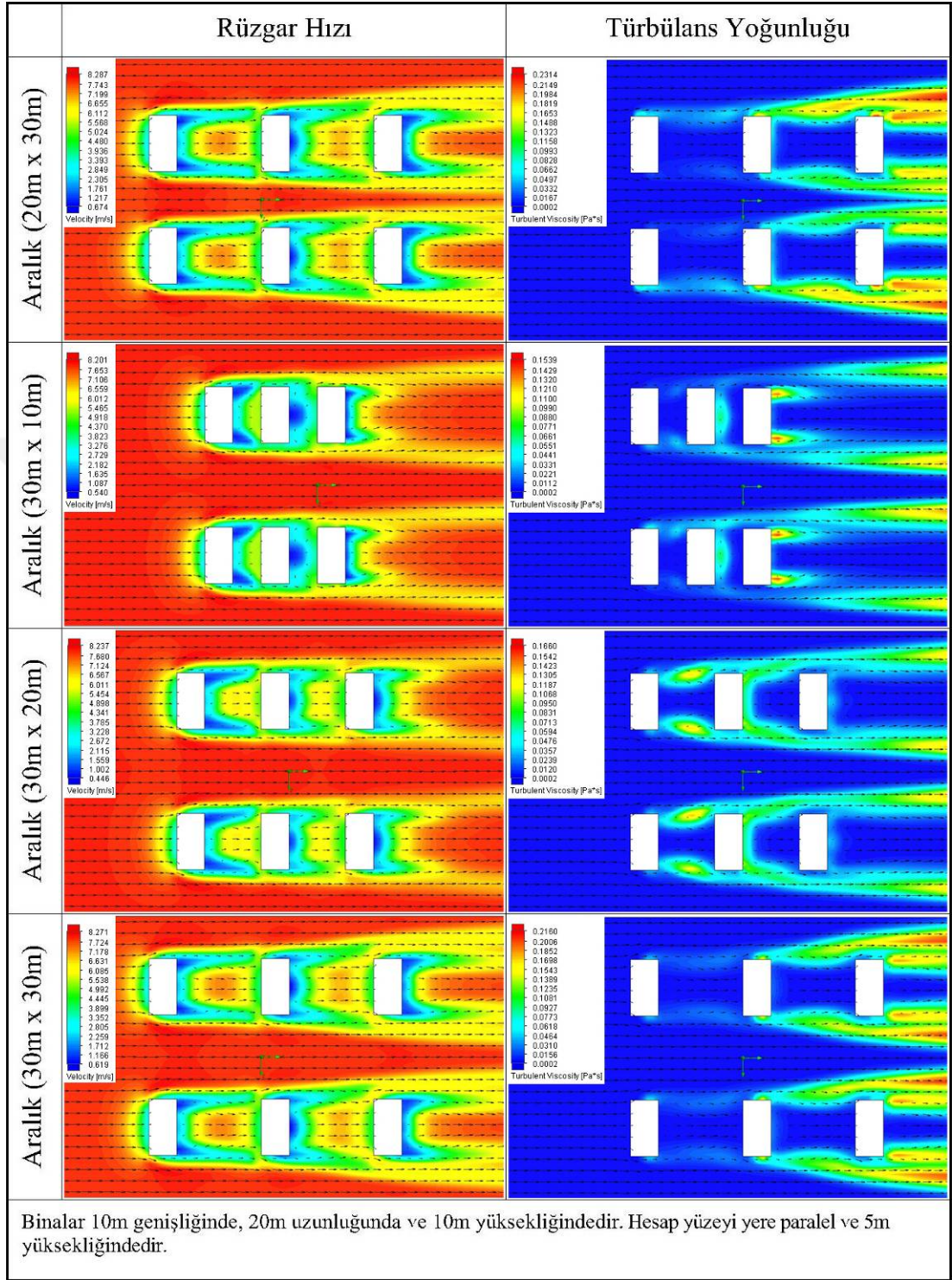
EK E: Projeye ait çeşitli görseller yer almaktadır.

EK A

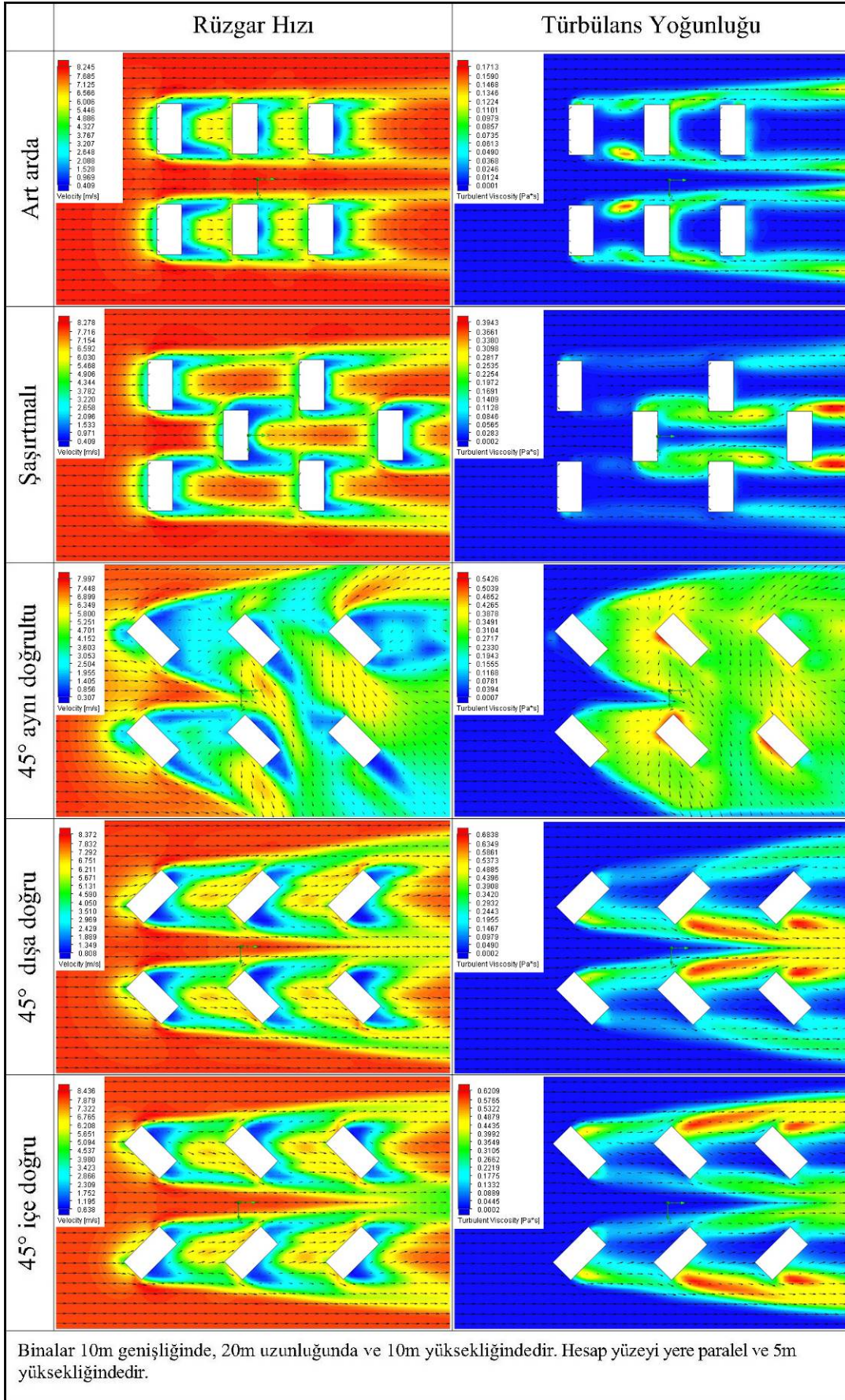
Çizelge A.1: Binalar arası mesafelerin rüzgâr hızına ve türbülans yoğunluğuna etkisi.



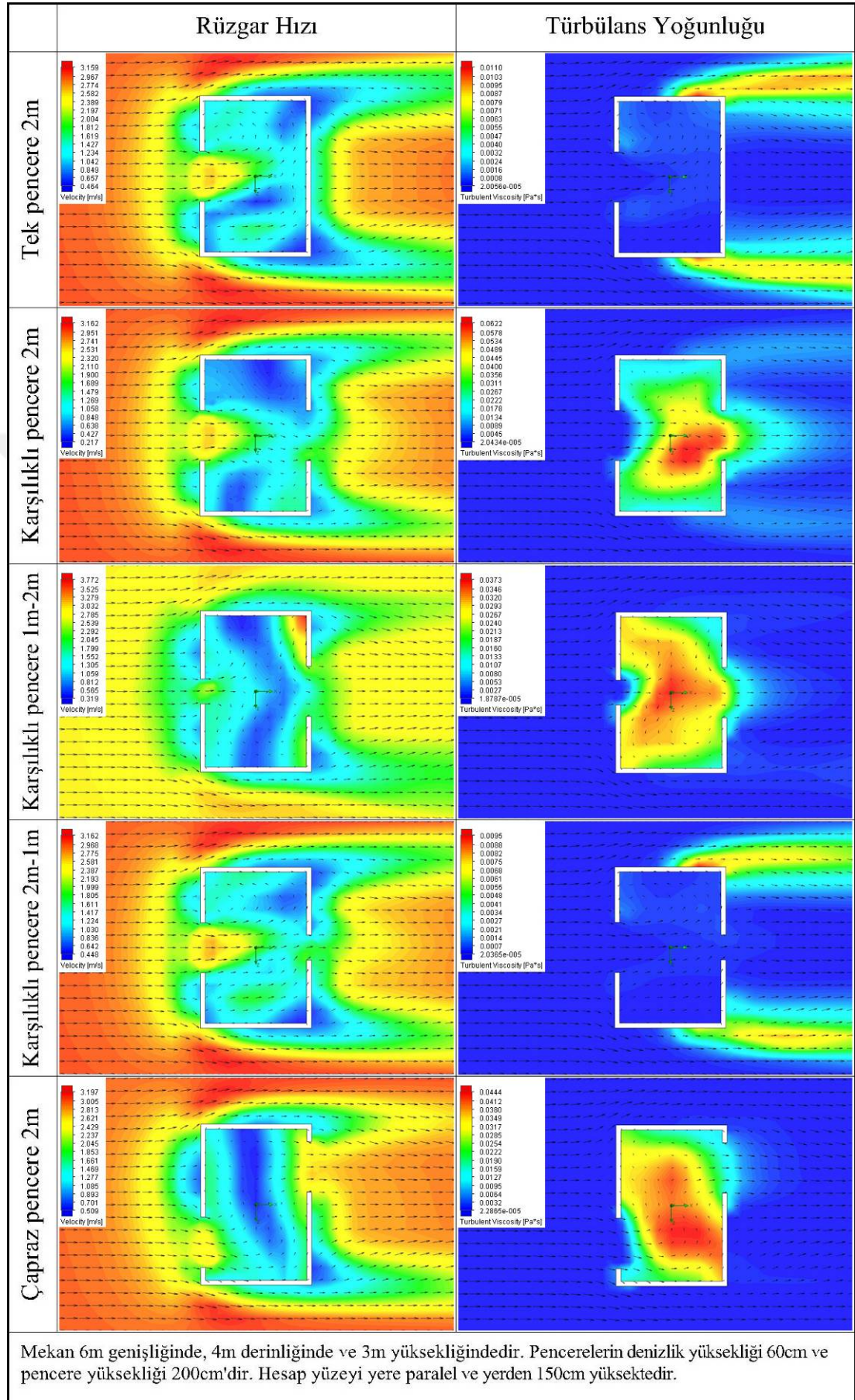
Çizelge A.1 (devam): Binalar arası mesafelerin rüzgâr hızına ve türbülans yoğunluğuna etkisi.



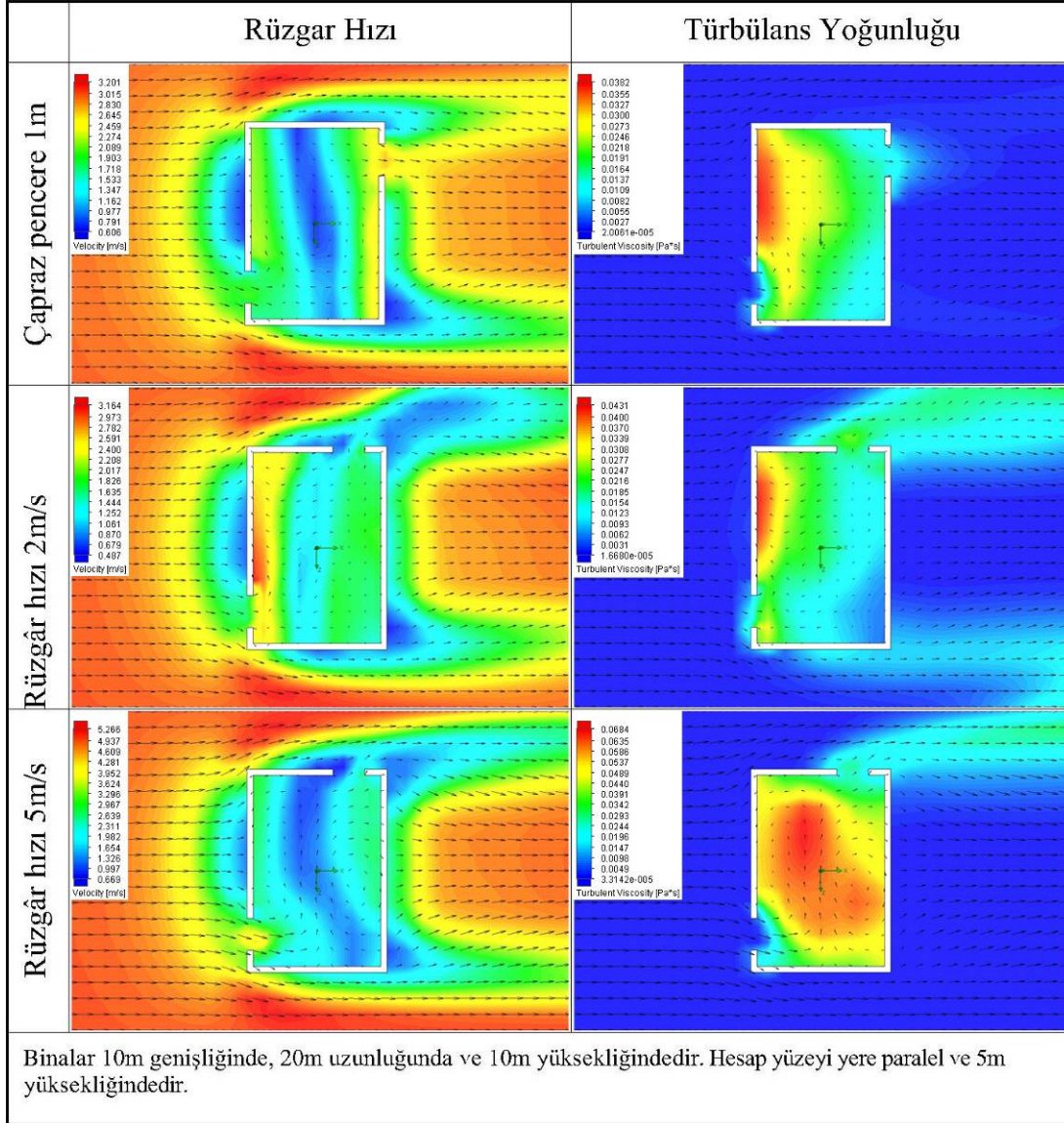
Çizelge A.2: Binaların konum ve yönlendirmelerinin rüzgâr hızına ve türbülans yoğunluğuna etkisi.



Çizelge A.3: Pencere konum ve büyüklüklerinin doğal havalandırmaya etkisi.

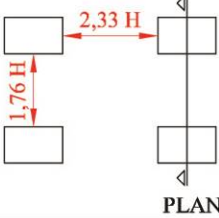
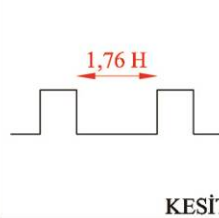
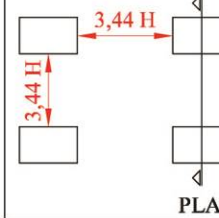
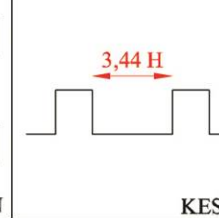
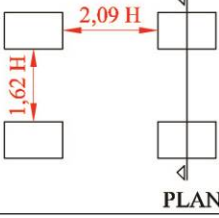
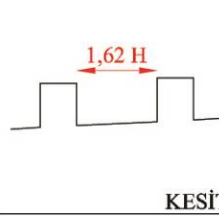
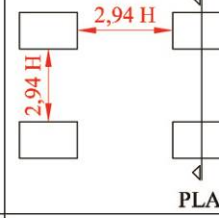
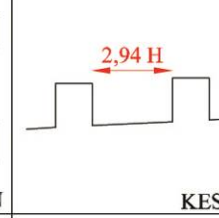
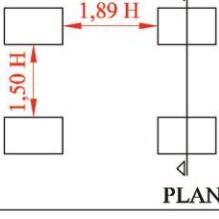
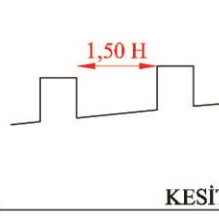
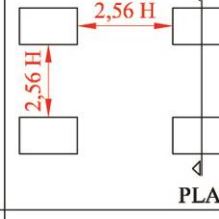
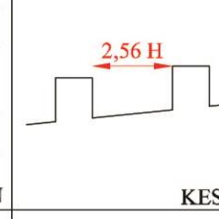
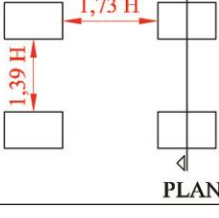
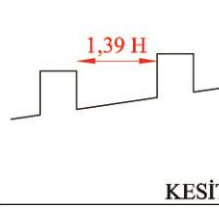
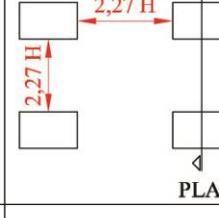
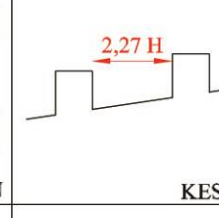
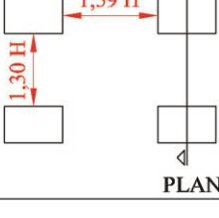
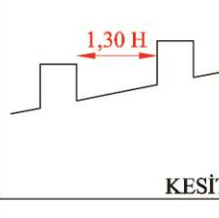
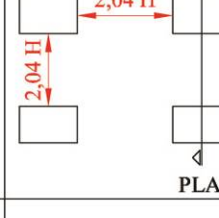
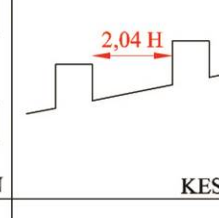
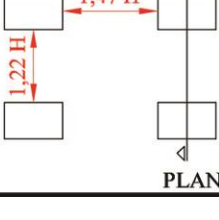
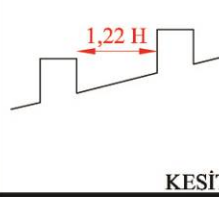
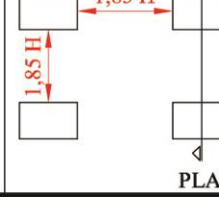
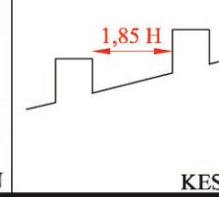


Çizelge A.3 (devam): Pencere konum ve büyüklüklerinin doğal havalandırmaya etkisi.

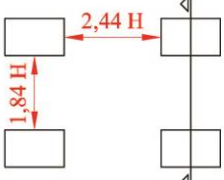
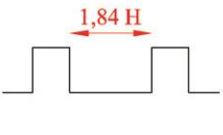
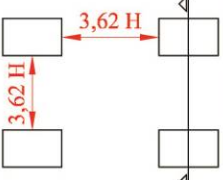
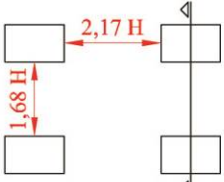
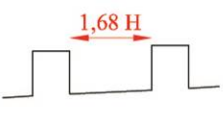
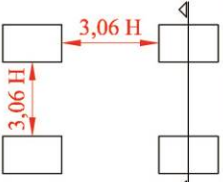
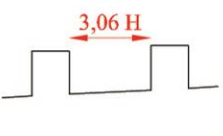
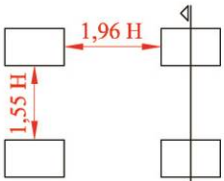
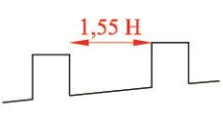
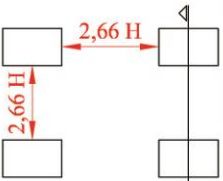
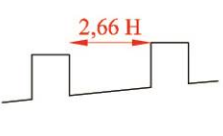
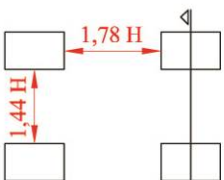
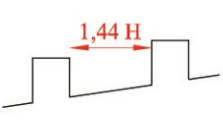
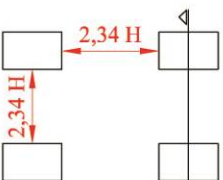
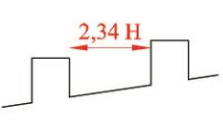
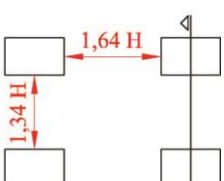
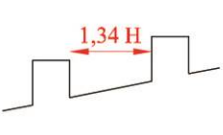
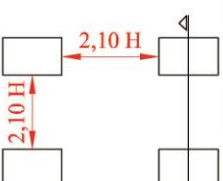
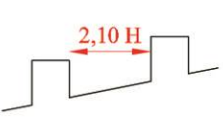
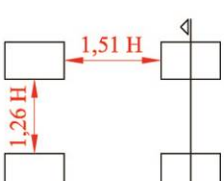
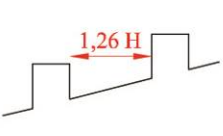
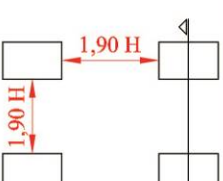
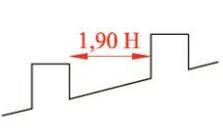


EK B

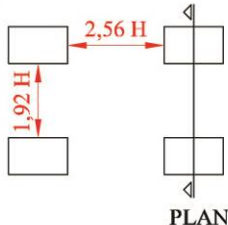
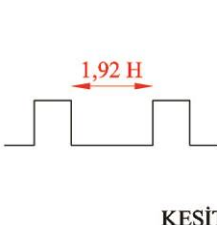
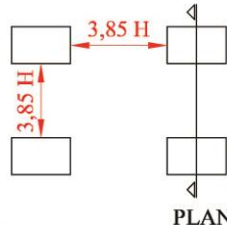
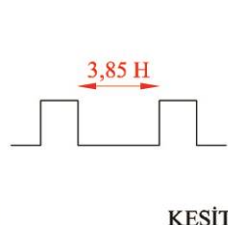
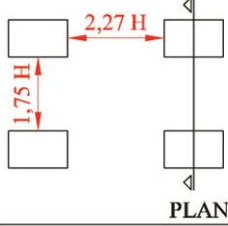
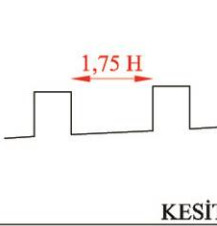
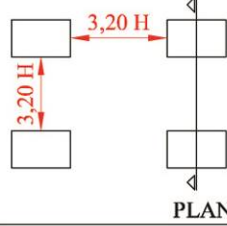
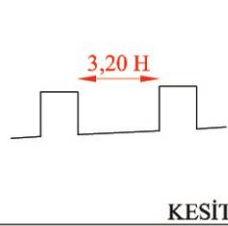
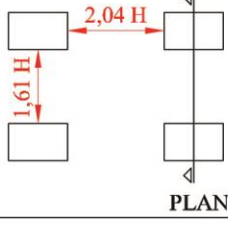
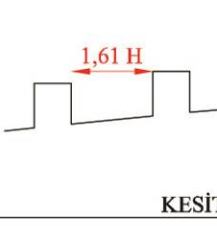
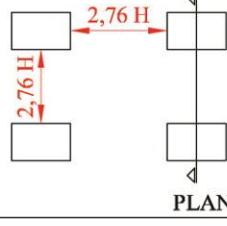
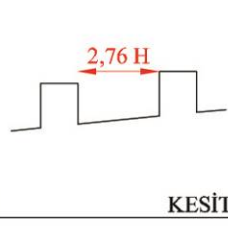
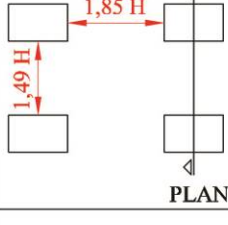
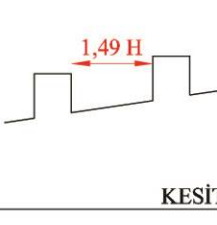
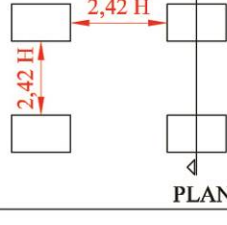
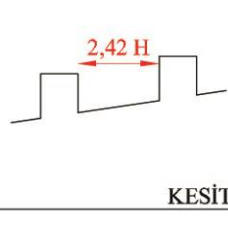
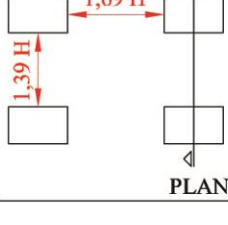
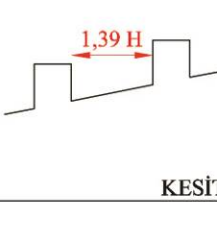
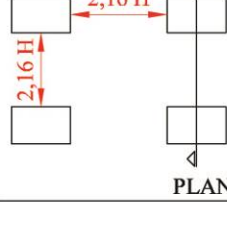
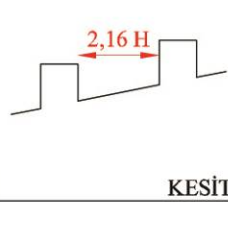
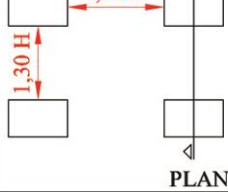
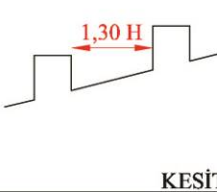
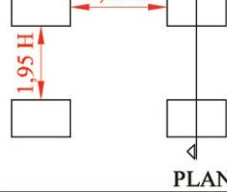
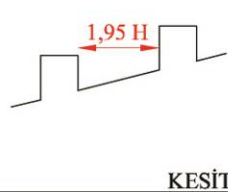
Çizelge B.1 : 37° Enlemi için uygun bina aralıkları.

37° ENLEMİ İÇİN MİNİMUM BİNA ARALIKLARI (Adana, Antalya, Gaziantep, Hatay, Mersin, Konya, Mardin, Muğla, Şanlıurfa, Karaman, Kilis, Osmaniye)					
	Cephe Azimutu 0°		Cephe Azimutu 45°		
Arazi Eğimi %0	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %5	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %10	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %15	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %20	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %25	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	

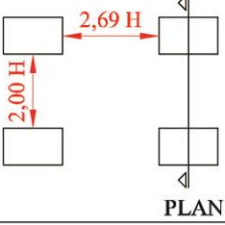
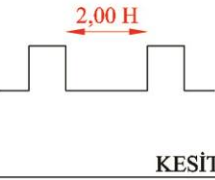
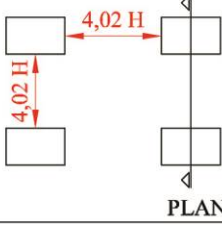
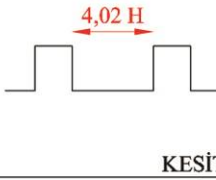
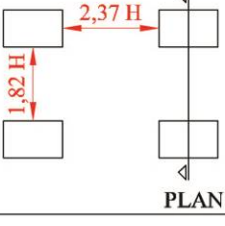
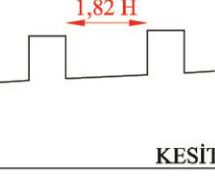
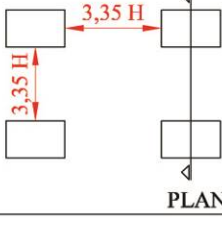
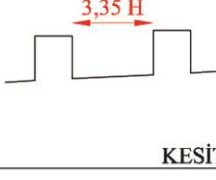
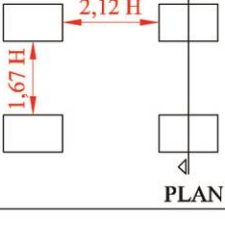
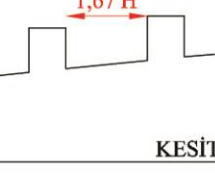
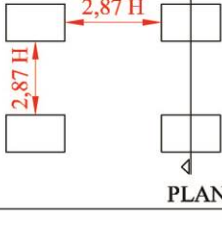
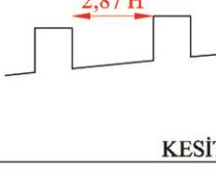
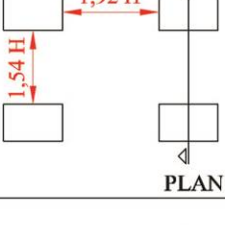
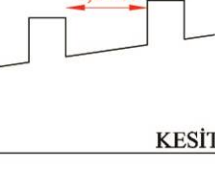
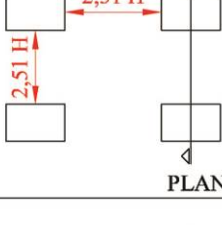
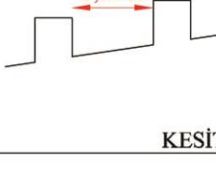
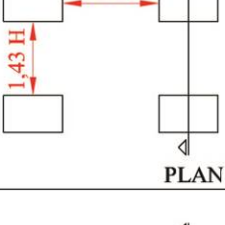
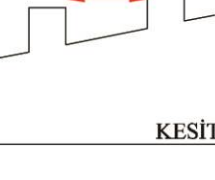
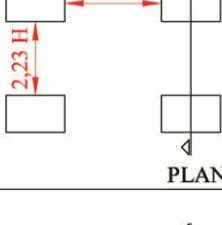
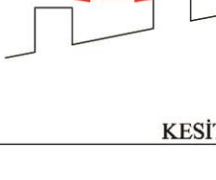
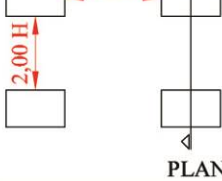
Çizelge B.2: 38° Enlemi için uygun bina aralıkları.

38° ENLEMİ İÇİN MINİMUM BİNA ARALIKLARI (Adıyaman, Aydın, Bitlis, Burdur, Denizli, Diyarbakır, Hakkari, Isparta, İzmir, Malatya, Kahramanmaraş, Niğde, Siirt, Van, Aksaray, Şırnak)				
	Cephe Azimutu 0°		Cephe Azimutu 45°	
Arazi Eğimi %0	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %5	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %10	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %15	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %20	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %25	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT

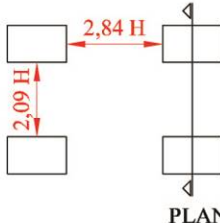
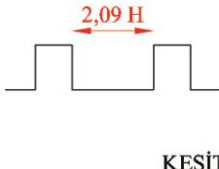
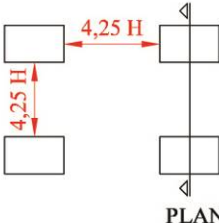
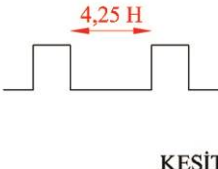
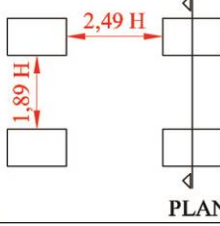
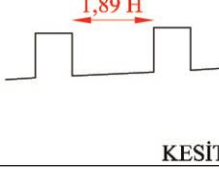
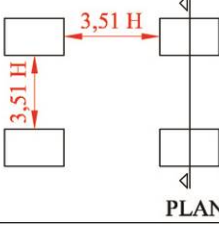
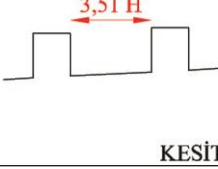
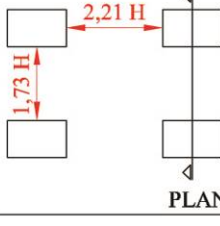
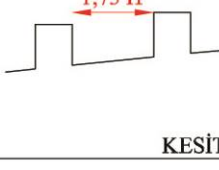
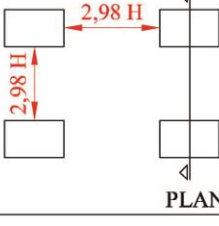
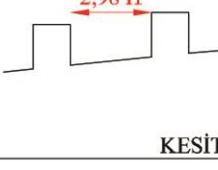
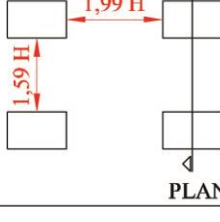
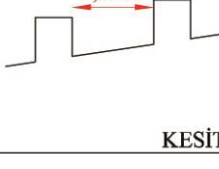
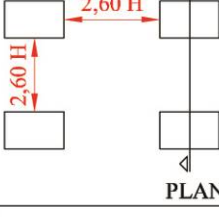
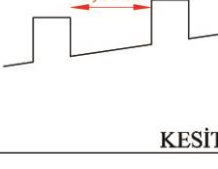
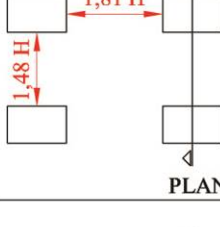
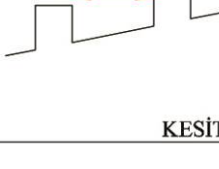
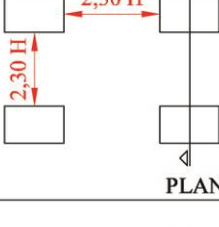
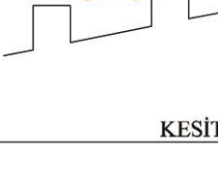
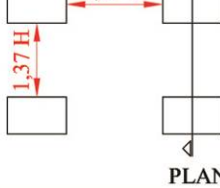
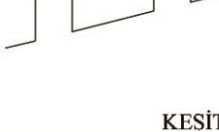
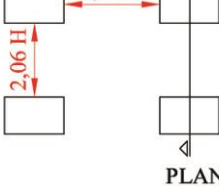
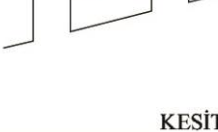
Çizelge B.3: 39° Enlemi için uygun bina aralıkları.

39° ENLEMİ İÇİN MİNİMUM BİNA ARALIKLARI (Afyonkarahisar, Bingöl, Çorum, Elazığ, Kayseri, Kırşehir, Kütahya, Manisa, Muş, Nevşehir, Tunceli, Uşak)					
	Cephe Azimutu 0°		Cephe Azimutu 45°		
Arazi Eğimi %0	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %5	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %10	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %15	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %20	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %25	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	

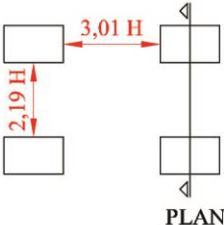
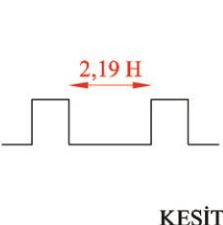
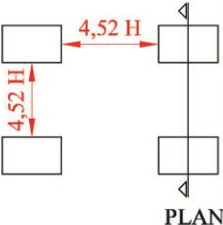
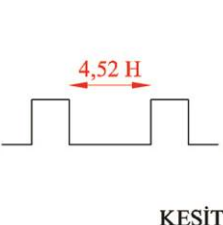
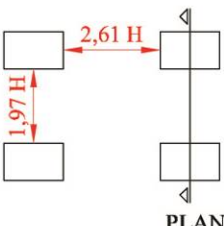
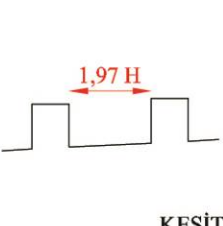
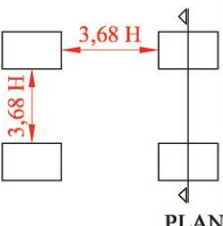
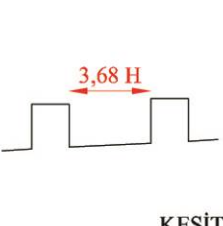
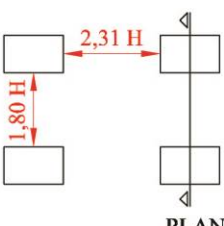
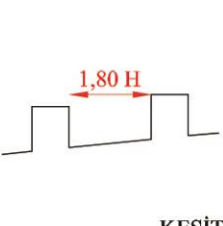
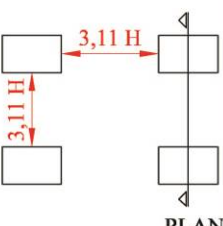
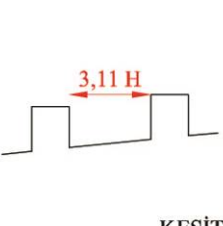
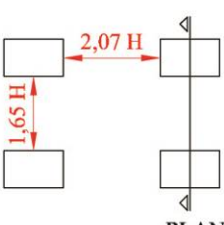
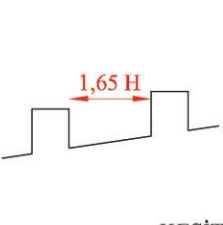
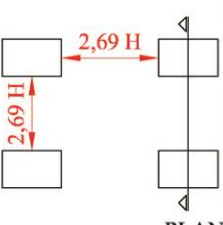
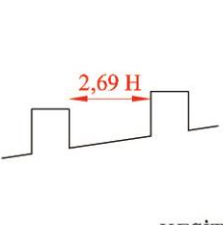
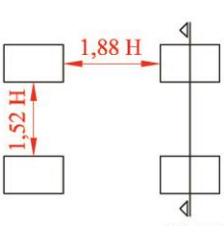
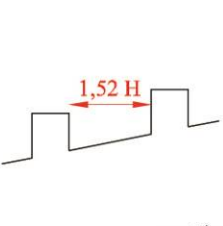
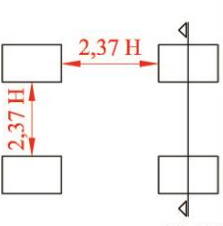
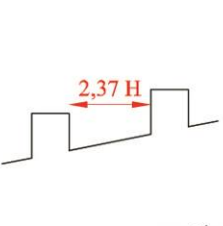
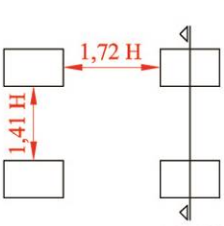
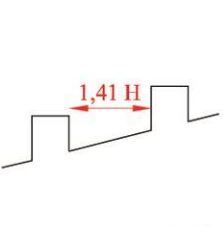
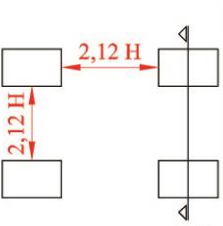
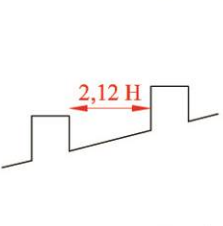
Çizelge B.4: 40° Enlemi için uygun bina aralıkları.

40° ENLEMİ İÇİN MİNİMUM BİNA ARALIKLARI (Ağrı, Ankara, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Gümüşhane, Sivas, Tokat, Yozgat, Bayburt, Kırıkkale, Iğdır)					
	Cephe Azimutu 0°		Cephe Azimutu 45°		
Arazi Eğimi %0	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %5	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %10	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %15	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %20	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %25	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	

Çizelge B.5: 41° Enlemi için uygun bina aralıkları.

41° ENLEMİ İÇİN MİNİMUM BİNA ARALIKLARI (Amasya, Artvin, Bolu, Çankırı, Giresun, İstanbul, Kars, Kastamonu, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Tekirdağ, Trabzon, Zonguldak, Batman, Ardahan, Yalova, Karabük, Düzce)					
	Cephe Azimutu 0°		Cephe Azimutu 45°		
Arazi Eğimi %0	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %5	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %10	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %15	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %20	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	
Arazi Eğimi %25	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT	

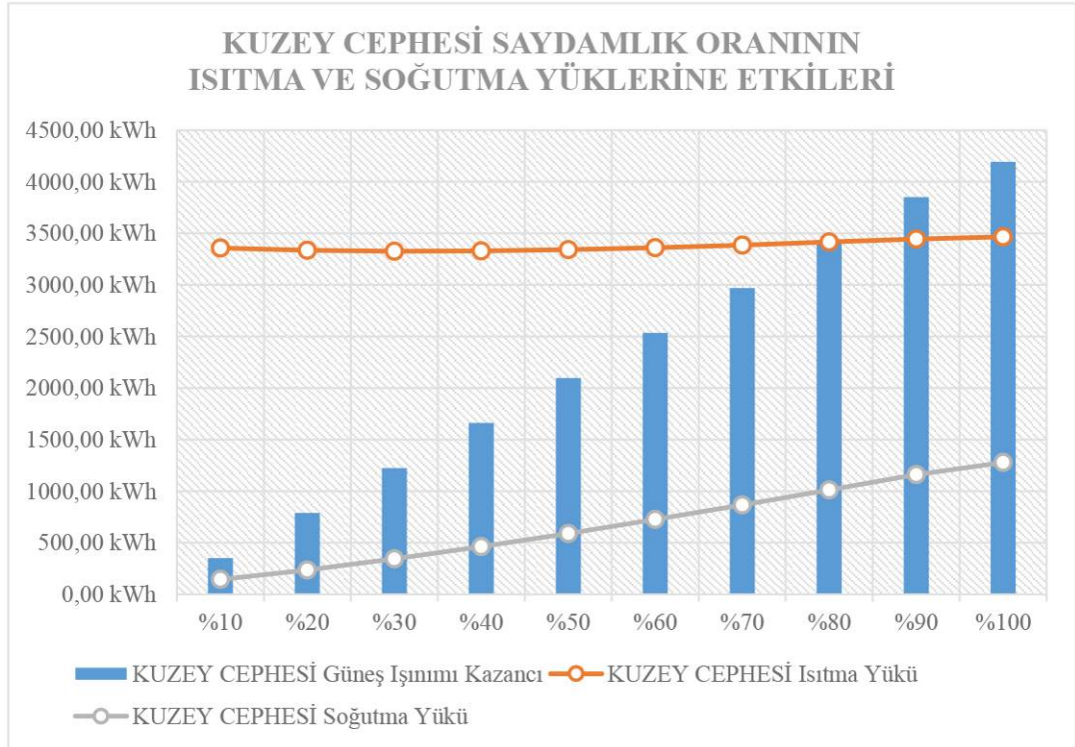
Çizelge B.6: 42° Enlemi için uygun bina aralıkları.

42° ENLEMİ İÇİN MİNİMUM BİNA ARALIKLARI (Edirne, Kırklareli, Sinop, Bartın)				
	Cephe Azimutu 0°		Cephe Azimutu 45°	
Arazi Eğimi %0	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %5	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %10	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %15	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %20	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT
Arazi Eğimi %25	 PLAN	 KESİT	 PLAN	 KESİT

EK C

Çizelge C.1: Kuzey Cephesi.

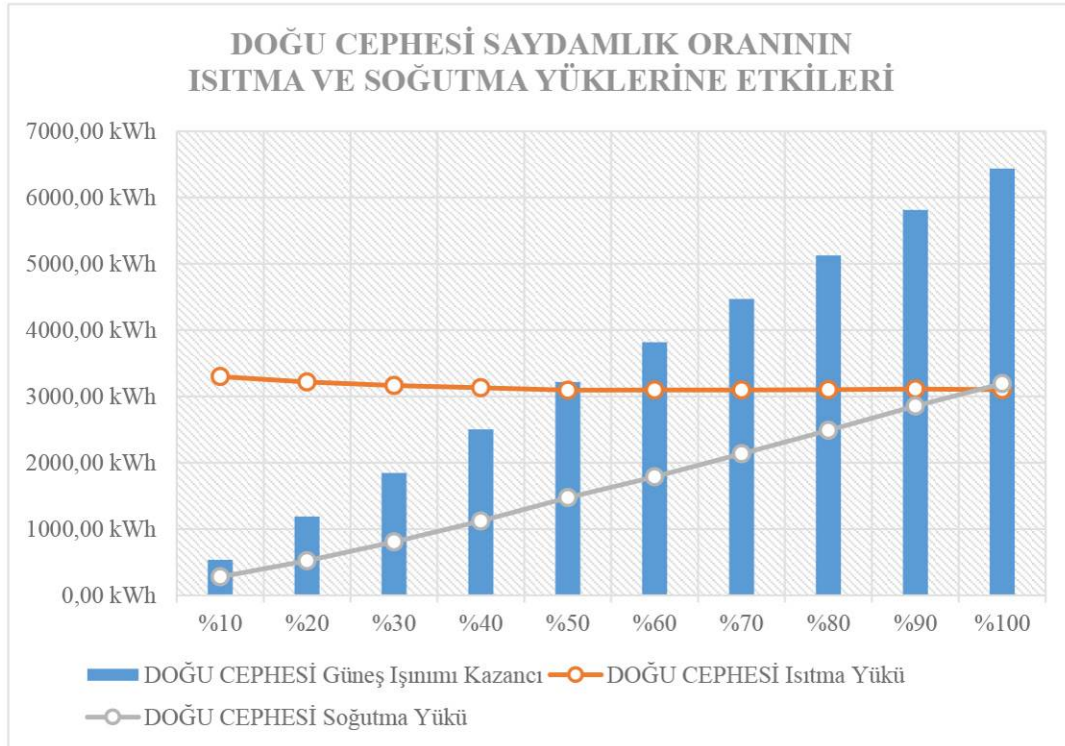
Saydamlık Oranı	KUZEY CEPHESİ		
	Güneş Işınımı Kazancı	Isıtma Yüğü	Soğutma Yüğü
%10	352,41 kWh	3359,43 kWh	144,63 kWh
%20	788,66 kWh	3336,21 kWh	236,58 kWh
%30	1225,06 kWh	3327,31 kWh	343,66 kWh
%40	1661,48 kWh	3330,41 kWh	463,37 kWh
%50	2097,90 kWh	3342,11 kWh	590,32 kWh
%60	2534,19 kWh	3360,69 kWh	725,54 kWh
%70	2970,71 kWh	3385,54 kWh	867,00 kWh
%80	3407,15 kWh	3416,28 kWh	1011,54 kWh
%90	3853,38 kWh	3444,33 kWh	1162,06 kWh
%100	4195,22 kWh	3466,28 kWh	1278,43 kWh



Şekil C.1: Kuzey Cephesi Saydamlık Oranının Isıtma ve Soğutma Yüklerine Etkileri

Çizelge C.2: Doğu Cephesi .

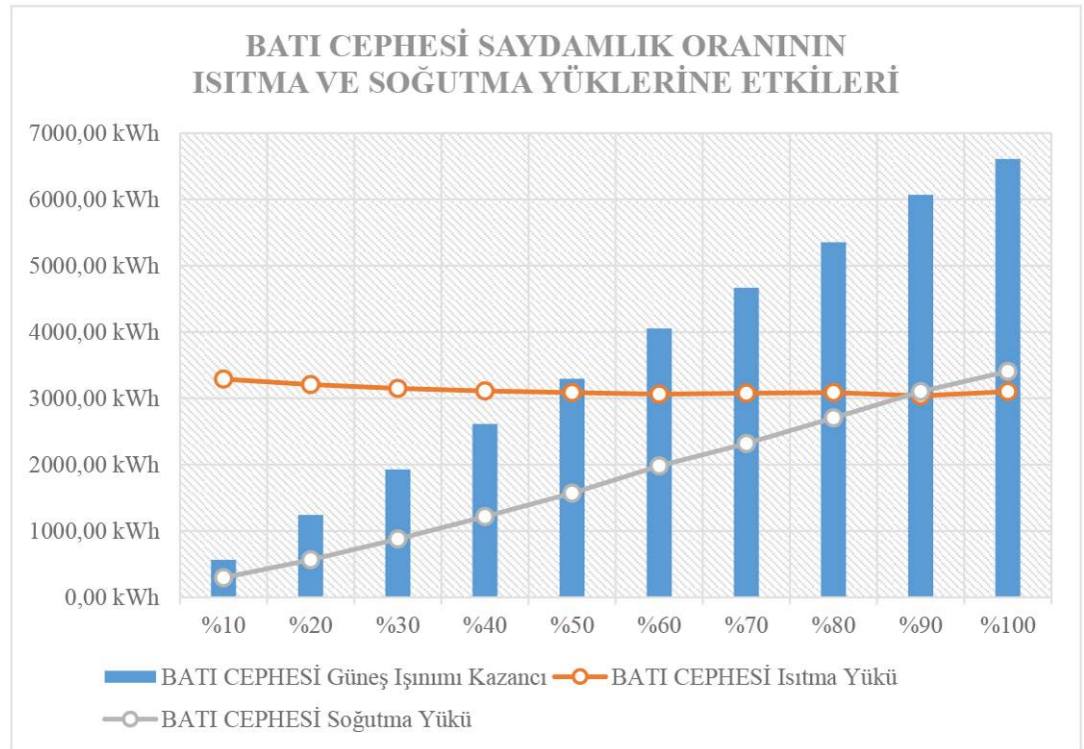
Saydamlık Oranı	DOĞU CEPHESİ		
	Güneş Işınımı Kazancı	Isıtma Yüğü	Soğutma Yüğü
%10	533,74 kWh	3298,69 kWh	279,13 kWh
%20	1189,91 kWh	3216,62 kWh	522,67 kWh
%30	1846,29 kWh	3163,62 kWh	808,86 kWh
%40	2502,61 kWh	3128,56 kWh	1119,22 kWh
%50	3217,10 kWh	3094,45 kWh	1475,72 kWh
%60	3815,26 kWh	3096,25 kWh	1785,94 kWh
%70	4471,80 kWh	3096,04 kWh	2134,25 kWh
%80	5128,26 kWh	3104,06 kWh	2486,24 kWh
%90	5812,41 kWh	3109,67 kWh	2853,19 kWh
%100	6436,95 kWh	3100,94 kWh	3193,31 kWh



Şekil C.2: Doğu Cephesi Saydamlık Oranının Isıtma ve Soğutma Yüklerine Etkileri

Çizelge C.3: Batı Cephesi.

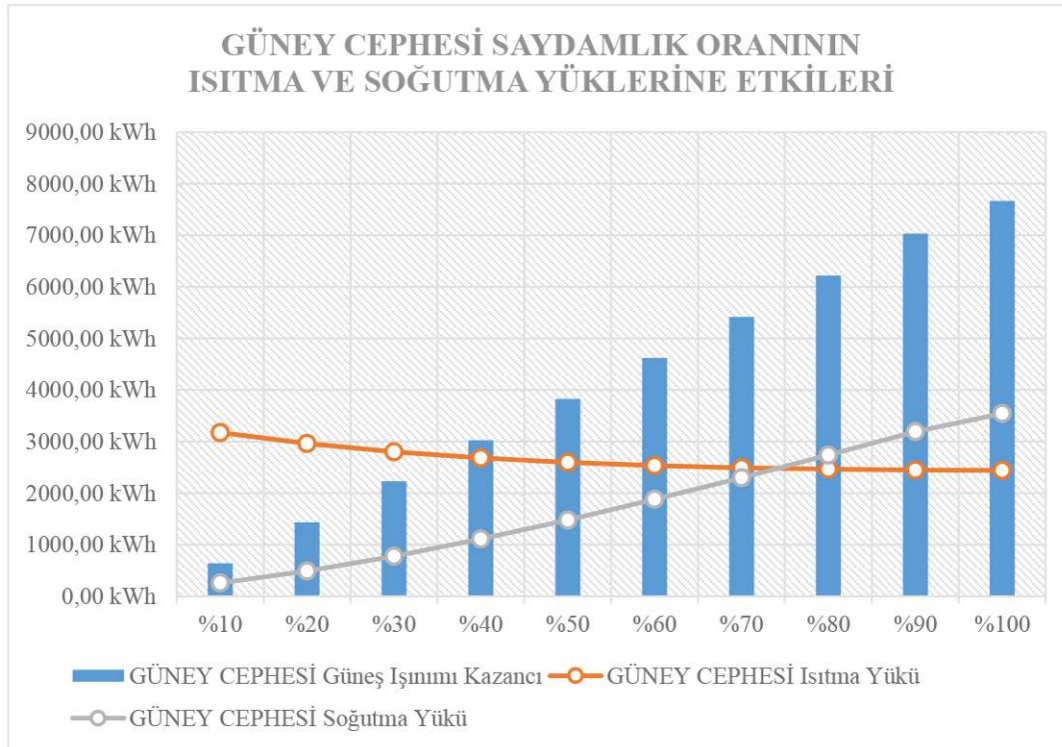
Saydıamlık Oranı	BATI CEPHESİ		
	Güneş Işınımı Kazancı	Isıtma Yüğü	Soğutma Yüğü
%10	564,86 kWh	3290,90 kWh	297,19 kWh
%20	1242,61 kWh	3208,45 kWh	564,07 kWh
%30	1927,70 kWh	3152,06 kWh	878,75 kWh
%40	2612,83 kWh	3113,51 kWh	1217,25 kWh
%50	3298,07 kWh	3089,79 kWh	1572,82 kWh
%60	4056,21 kWh	3065,08 kWh	1981,90 kWh
%70	4668,28 kWh	3078,42 kWh	2321,50 kWh
%80	5353,54 kWh	3087,09 kWh	2706,06 kWh
%90	6067,75 kWh	3039,12 kWh	3104,62 kWh
%100	6608,92 kWh	3100,74 kWh	3408,00 kWh



Şekil C.3: Batı Cephesi Saydıamlık Oranının Isıtma ve Soğutma Yüğülerine Etkileri

Çizelge C.4: Güney Cephesi.

Saydımlık Oranı	GÜNEY CEPHESİ		
	Güneş Işınımı Kazancı	Isıtma Yüğü	Soğutma Yüğü
%10	638,17 kWh	3175,73 kWh	259,50 kWh
%20	1434,97 kWh	2964,13 kWh	489,82 kWh
%30	2231,86 kWh	2803,79 kWh	776,40 kWh
%40	3028,74 kWh	2684,58 kWh	1111,17 kWh
%50	3825,64 kWh	2595,41 kWh	1480,15 kWh
%60	4622,59 kWh	2533,94 kWh	1880,04 kWh
%70	5419,51 kWh	2492,93 kWh	2300,99 kWh
%80	6216,44 kWh	2469,07 kWh	2736,97 kWh
%90	7035,80 kWh	2450,70 kWh	3191,64 kWh
%100	7664,45 kWh	2442,24 kWh	3544,61 kWh

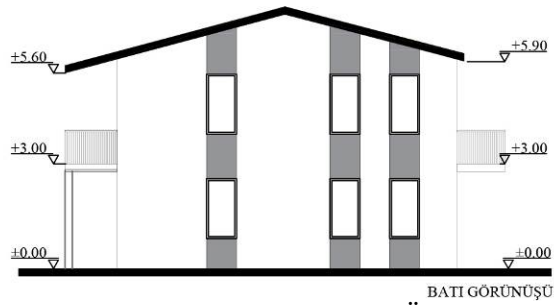
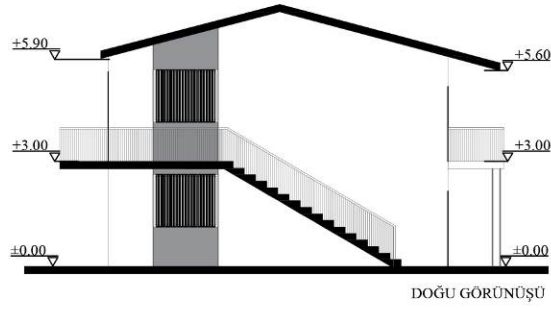
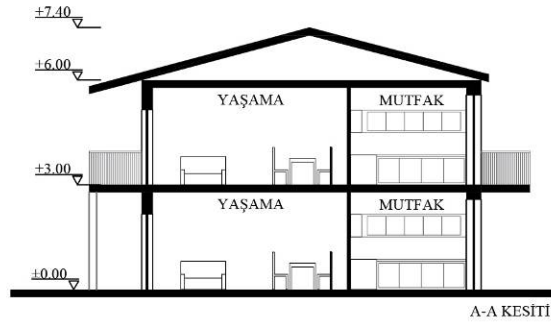
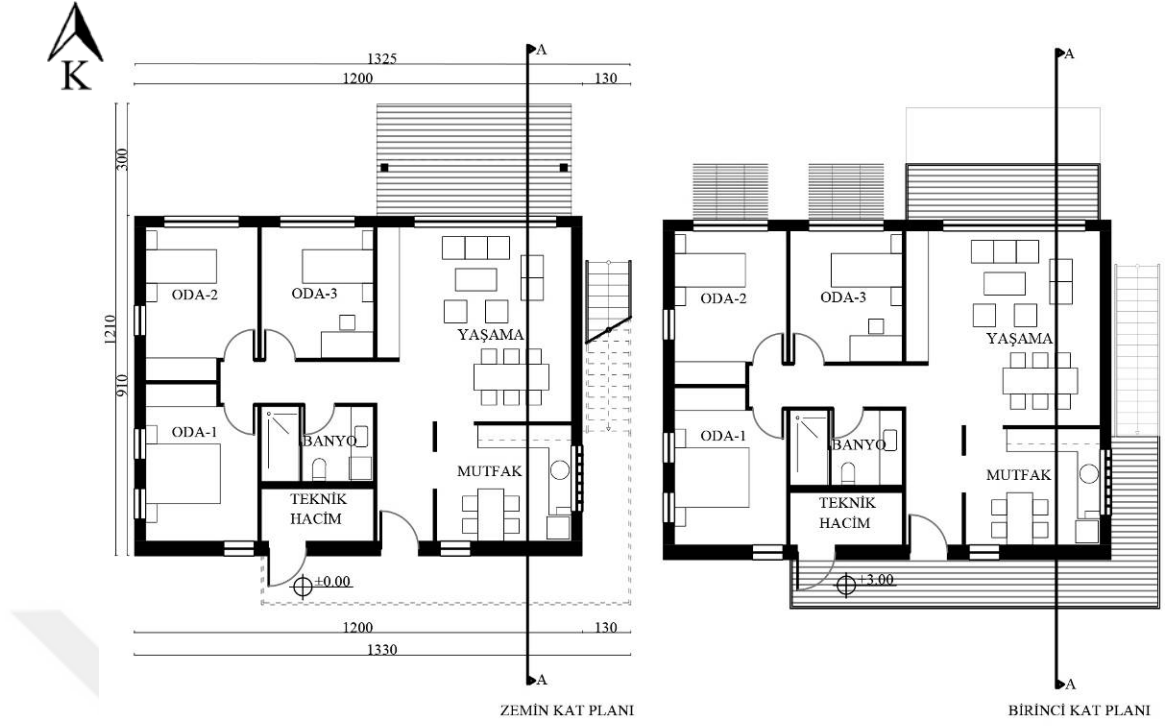


Şekil C.4: Batı Cephesi Saydımlık Oranının Isıtma ve Soğutma Yüğülerine Etkileri

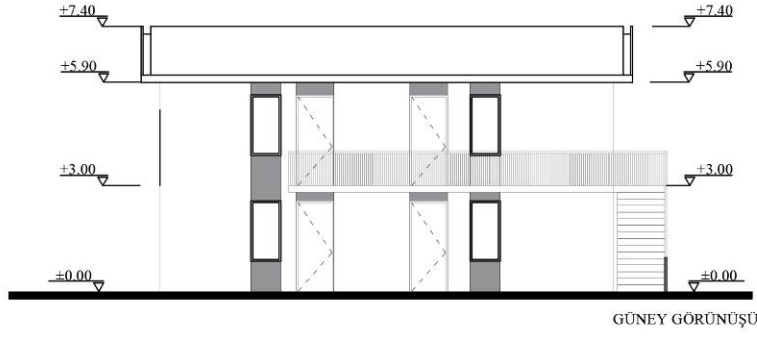
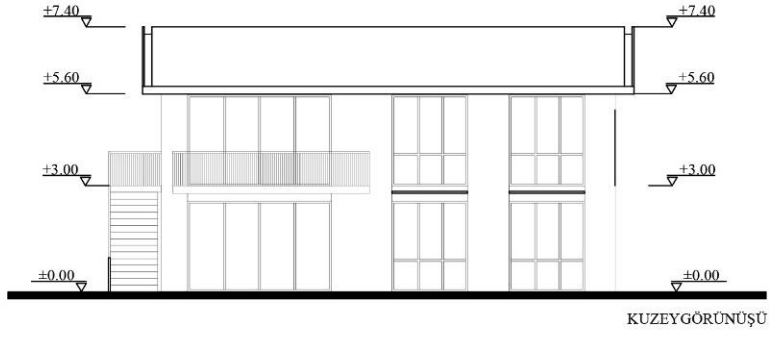


Şekil D.1: Vaziyet Planı

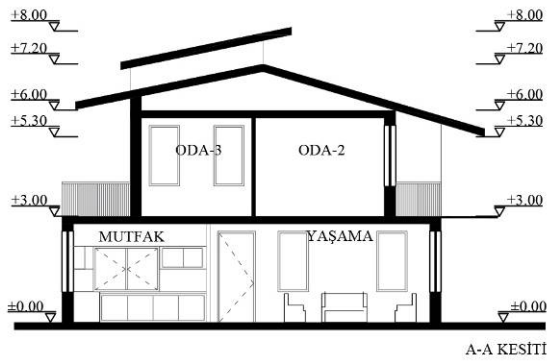
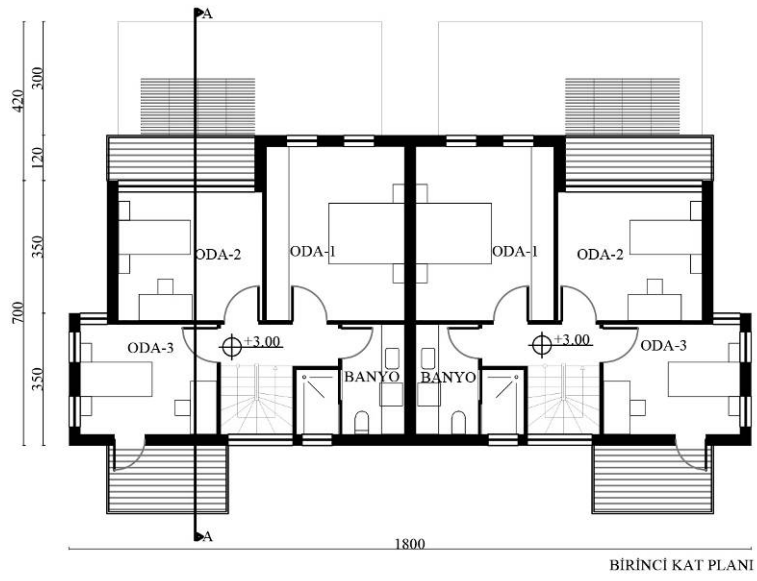
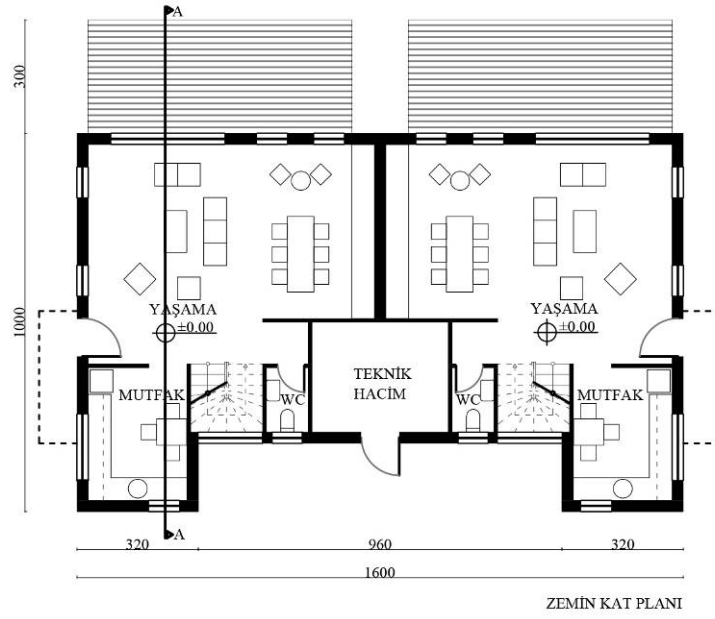




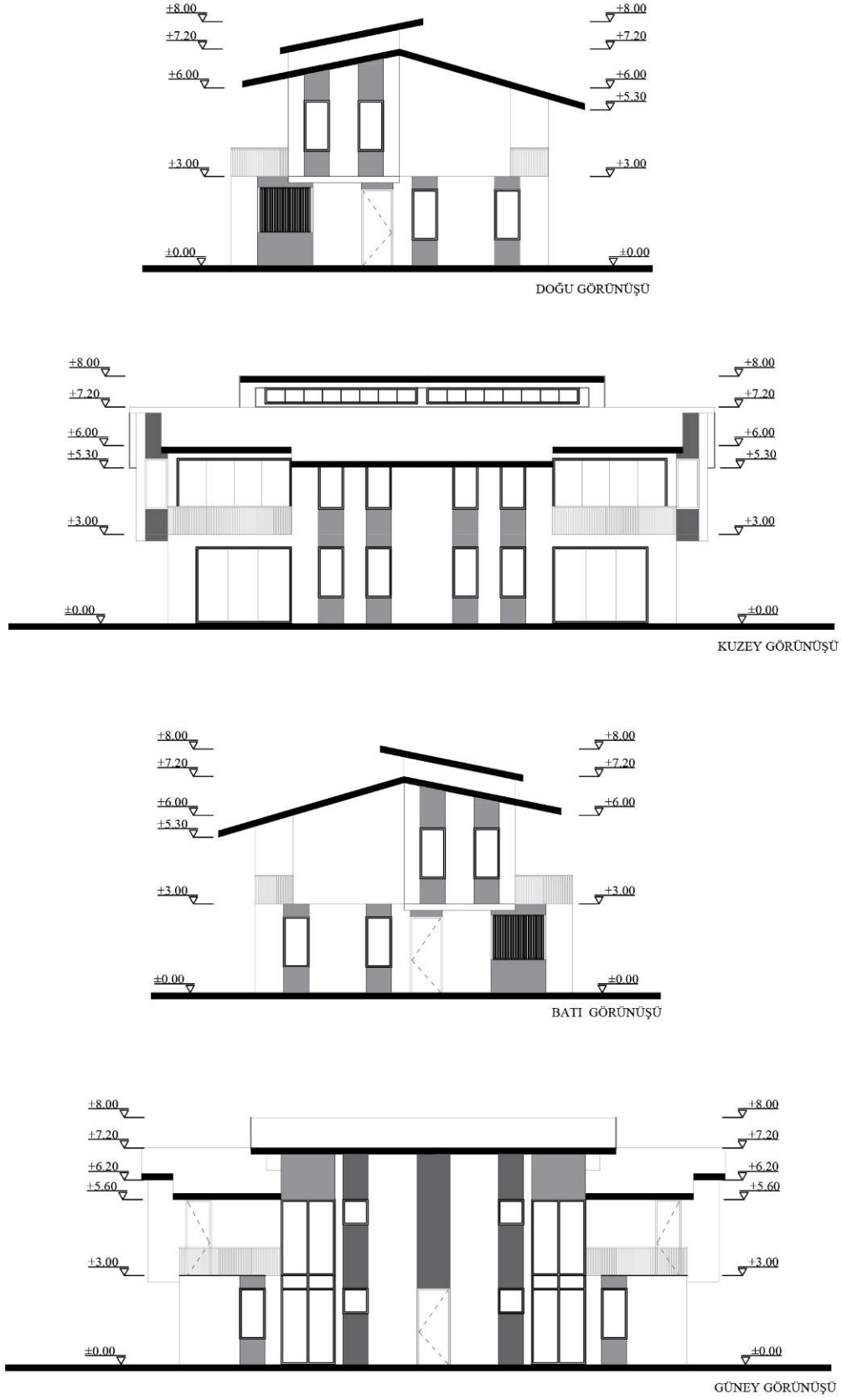
Şekil D.2: A Tipi teknik çizimleri Ö:1/200



Şekil D.2 (devam): A Tipi teknik çizimleri Ö:1/200



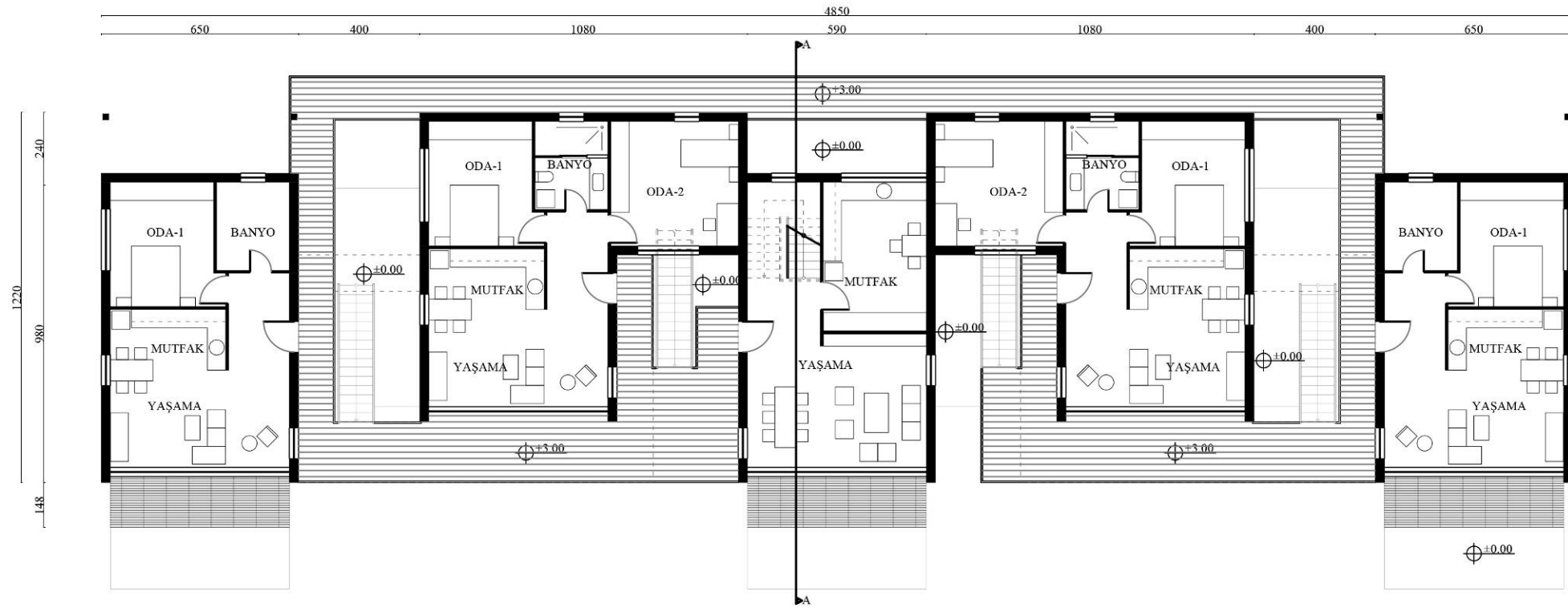
Şekil D.3: B Tipi teknik çizimleri Ö:1/200



Şekil D.3 (devam): B Tipi teknik çizimleri Ö:1/200

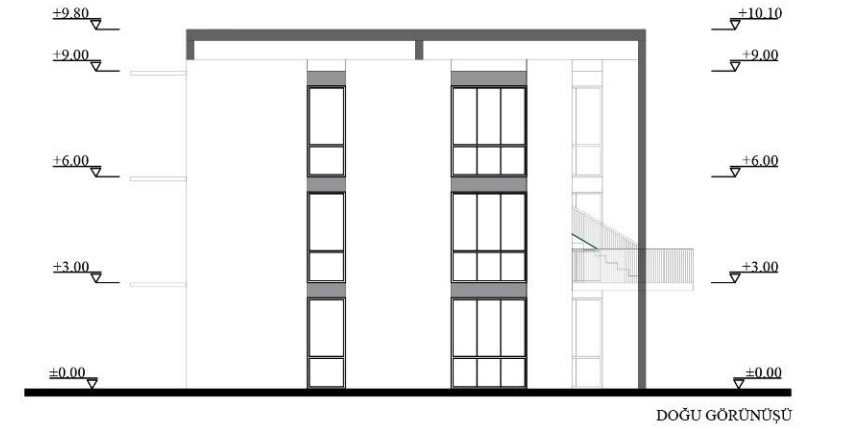
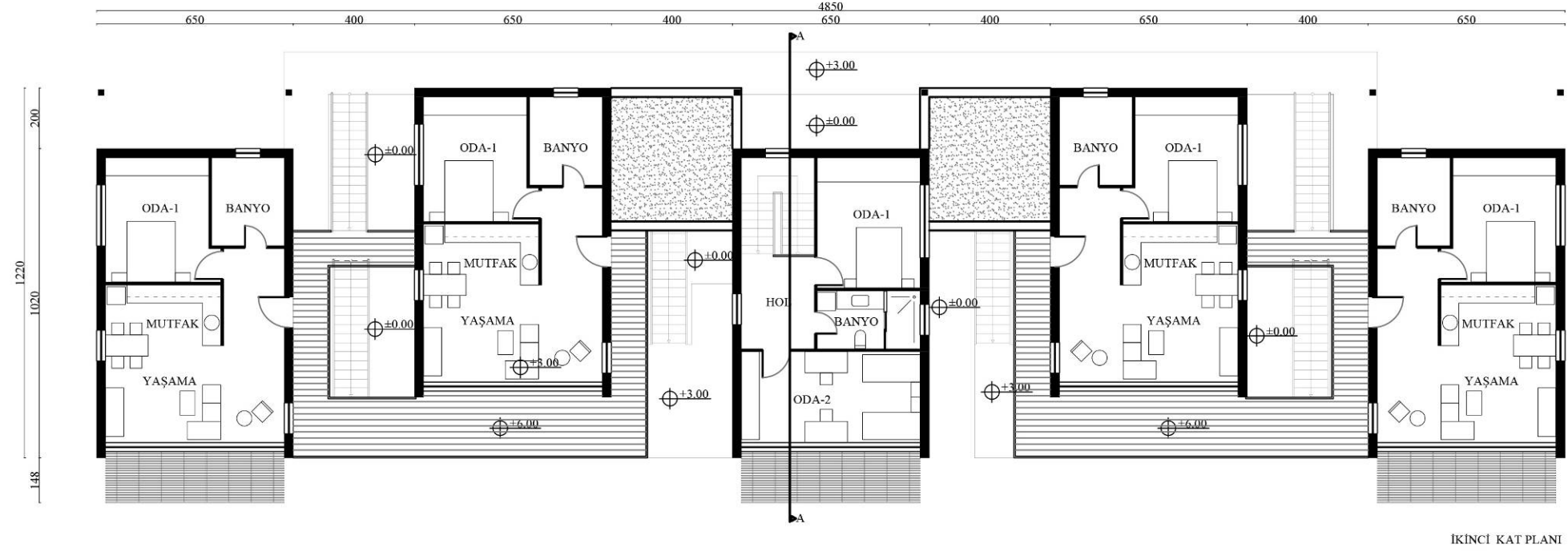


ZEMİN KAT PLANI

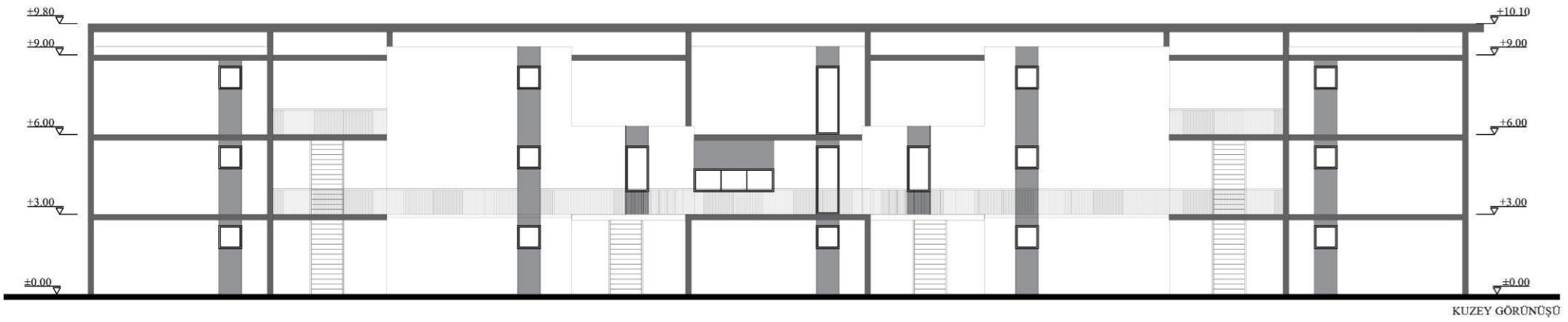
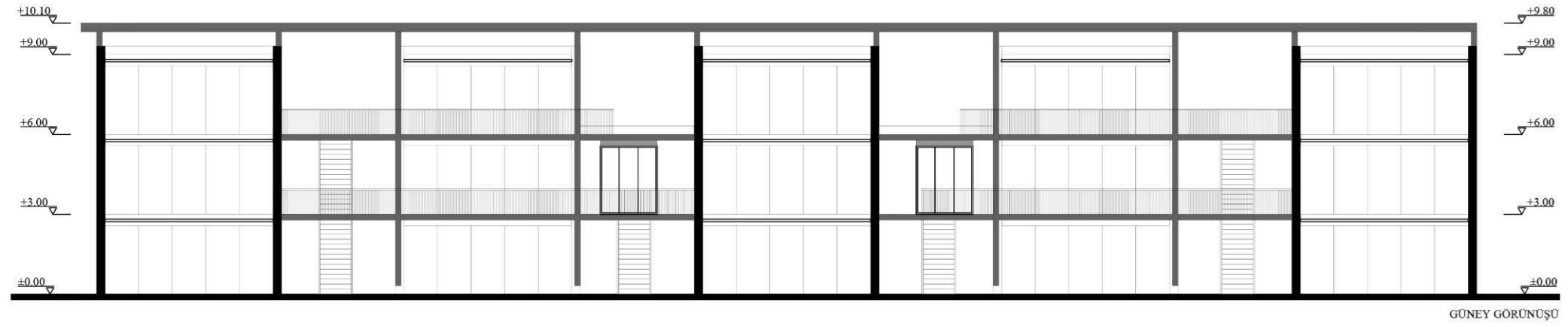


BİRİNCİ KAT PLANI

Şekil D.4: C Tipi teknik çizimleri Ö:1/200



Şekil D.4 (devam): C Tipi teknik çizimleri Ö:1/200



Şekil D.4 (devam): C Tipi teknik çizimleri Ö:1/200



EK E



Şekil E.1: A tipine ait görsel



Şekil E.2: B tipine ait görsel



Şekil E.3: C tipine ait görsel



Şekil E.4: Otopark alanından yerleşim alanına bakan görsel



Şekil E.5: A tipi yerleşim alanı ve otopark alanı görünümü



Şekil E.6: Yerleşim dokusu genel görünüm



Şekil E.7: Yerleşim alanından görsel



Şekil E.8: C tipi balkonundan yerleşim bölgesine bakış



Şekil E.9: Yerleşim bölgesi denizden görünüm



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Alican Işın
Doğum Tarihi ve Yeri : 1990, İstanbul
E-posta : alicanisin@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

Öğrencilik hayatından beri yarışmalara katılıp ödüller almakla birlikte katıldığı yarışmaların yanında;

- İTÜNOVA Teknoloji A.Ş.,
- Umut İnan Mimarlık Atolyesi ve
- Mutlu Çilingiroğlu MİAR Mimarlık'ta çalışmış ve mesleki tecrübesini edinmiştir.