

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUT VE YERLEŞMELERDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN
ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İMAR MEVZUATININ
İRDELENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Işıl KALPKIRMAZ

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

HAZİRAN 2018

**KONUT VE YERLEŞMELERDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN
ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İMAR MEVZUATININ
İRDELENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Işıl KALPKIRMAZ
(502141532)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL

HAZİRAN 2018

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502141532 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Işıl KALPKIRMAZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “KONUT VE YERLEŞMELERDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İMAR MEVZUATININ İRDELENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

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

Jüri üyeleri : **Prof. Dr. Aslıhan ÜNLÜ TAVİL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Yiğit YILMAZ
Bahçeşehir Üniversitesi

Teslim Tarihi : **4 Mayıs 2018**
Savunma Tarihi : **5 Haziran 2018**





İçinde merak duygusunu taşıyan herkese,



ÖNSÖZ

Bu çalışmada; konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından imar mevzuatı, İstanbul, Başakşehir’ de çalışma alanı olarak seçilen 3 farklı yerleşme dokusu üzerinde analiz edilmiştir. Özellikle bina aralıkları, bina yükseklikleri, eğim ve yönlenme parametreleri mevzuat kapsamında irdelenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu çalışmanın her aşamasında yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Gül Koçlar Oral’a, bu süreçte hep yanımda olan değerli aileme ve dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2018

Işıl KALPKIRMAZ
Şehir Plancısı / Mimar



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Kapsamı ve Amacı	3
1.2 Çalışmanın Yöntemi	4
2. KONUT VE YERLEŞMELERDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI	7
2.1 Enerji Etkinliği, Planlama ve Mimarlık	7
2.2 Güneş Enerjisinin Konut ve Yerleşmelerde Etkin Kullanımı	11
2.3 Güneş Enerjisi Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımında Etkili Olan Parametreler	16
2.3.1 Çevreye ilişkin parametreler	17
2.3.1.1 Topografya	17
2.3.1.2 Yakın çevre yapılaşması	18
2.3.2 İklimle ilişkin parametreler	18
2.3.2.1 Dış iklimsel parametreler	18
2.3.2.2 İç iklimsel parametreler	24
2.3.3 Kullanıcıya ilişkin parametreler	25
2.3.3.1 Metabolizma düzeyi	25
2.3.3.2 Giysi türü	26
2.3.3.3 İnsanın Mekândaki Konumu ve Duruş Şekli	26
2.3.4 Yerleşmeye ilişkin parametreler	27
2.3.4.1 Yerey parçasının belirlenmesi	27
2.3.4.2 Bina aralıkları	32
2.3.5 Binaya ilişkin parametreler	37
2.3.5.1 Bina yönlenmesi	37
2.3.5.2 Bina formu	38
2.3.5.3 Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri	39
2.3.5.4 Mekân organizasyonu	41
2.3.5.5 Doğal havalandırma	42
2.3.5.6 Güneş Kontrolü	43
3. GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI VE İMAR MEVZUATI	45
3.1 Türkiye’de İmar Mevzuatı ve Genel Kavramlar	45
3.1.1 İstanbul İmar Yönetmeliği	47

3.1.2 İstanbul 1/100 000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı (15.06.2009 t.t.li).....	48
3.1.3 İmar planları	49
3.2 Dünyada Güneş Enerjisinin Etkin Kullanımı ve İmar Mevzuatı.....	49
3.2.1 ABD, Colorado, Boulder imar mevzuatı.....	50
3.2.2 Almanya, Stuttgart, Arkadien Winnenden ve Freiburg im Breisgau, Vauban imar mevzuatı	52
3.2.3 Avustralya, Batı Avustralya imar mevzuatı	56
4. GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İSTANBUL İMAR MEVZUATININ BAŞAKŞEHİR ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ	61
4.1 Başakşehir İlçesinde Seçilen Yerleşme Dokularının Tanıtılması	63
4.2 Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi ve Programa Aktarılması.....	69
4.2.1 Çevreye ilişkin parametreler	69
4.2.2 İklimle ilişkin parametreler	69
4.2.2.1 Dış iklimle ilişkin parametreler	69
4.2.2.2 İç iklimle ilişkin parametreler	70
4.2.3 Kullanıcıya ilişkin parametreler	70
4.2.4 Yerleşmeye ilişkin parametreler.....	70
4.2.5 Binaya ilişkin parametreler	70
4.3 Dokuların Mevcut Durum ve İmar Mevzuatındaki Değişen Koşullara Göre Enerji Analizlerinin Yapılması ve Karşılaştırılması.....	71
4.3.1 Mevcut durum analizleri	71
4.3.1.1 Doku 1 için mevcut durum analizleri	72
4.3.1.2 Doku 2 için mevcut durum analizleri	76
4.3.1.3 Doku 3 için mevcut durum analizleri	80
4.3.2 Dokuların düz ve eğimli yerey parçasında olmaları durumunun karşılaştırılması	84
4.3.2.1 Doku 1 için düz ve eğimli durum karşılaştırması	84
4.3.2.2 Doku 3 için düz ve eğimli durum karşılaştırması	85
4.3.3 Mevcut ve İstanbul İmar Yönetmeliği'ndeki durumların karşılaştırılması	86
4.3.3.1 Doku 1 için mevcut ve yönetmelik durumlarının karşılaştırılması	87
4.3.3.2 Doku 2 için mevcut ve yönetmelik durumlarının karşılaştırılması	90
4.3.3.3 Doku 3 için mevcut ve yönetmelik durumlarının karşılaştırılması	92
4.3.4 Mevcut ve nazım imar planındaki durumların karşılaştırılması.....	94
4.3.4.1 Doku 1 için mevcut ve nazım imar planı durumlarının karşılaştırılması	95
4.3.4.2 Doku 2 için mevcut ve nazım imar planı durumlarının karşılaştırılması	96
4.3.4.3 Doku 3 için mevcut ve nazım imar planı durumlarının karşılaştırılması	98
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	101
KAYNAKLAR.....	109
EKLER	115
ÖZGEÇMİŞ.....	135

KISALTMALAR

ASHRAE	: The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BM	: Birleşmiş Milletler
°C	: santigrat derece
CH₄	: Methane
Clo	: giysilerin ısı yalıtımı direnci
CO₂	: Carbon dioxide
COP	: Coefficient of Performance
COP21	: 2015 United Nations Climate Change Conference
ÇDP	: Çevre Düzeni Planı
E	: East
ECOSOC	: United Nations Economic and Social Council
EER	: Energy Efficiency Ratio
GEPA	: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
Gt	: Giga ton
GW	: Gigawatt
Ha	: Hektar
HFCs	: Hydrofluorocarbons
IEA	: International Energy Agency
IIASA	: International Institute for Applied System Analysis
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
kWh	: Kilowatt Hour
m	: metre
m²	: metrekare
MET	: Metabolic equivalent
N	: North
NİP	: Nazım İmar Planı
N₂O	: Nitrous oxide
PFCs	: Perfluorocarbons
R-Codes	: Residential Design codes

S	: South
SF₆	: Sulfur hexafluoride
sn	: saniye
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TMY	: Tipik Meteorolojik Yıl
TOKİ	: T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜBİTAK MAM	: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UİP	: Uygulama İmar Planı
UN	: United Nations
vb.	: ve bunun gibi, ve benzeri
W	: Watt
W	: West
WAPC	: Western Australian Planning Commission
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

SEMBOLLER

ψ	: Yüzey azimut açısı
i	: Güneşin geliş açısı
β	: Güneşin yükseliş açısı
γ	: Saat açısı
δ	: Deklinasyon açısı
Φ	: Güneşin azimut açısı
s	: Eğim açısı
ζ	: Profil açısı
u	: Binanın etrafındaki zeminde oluşturduğu gölgeli alan derinliği
h	: Yükseklik
$Hö$	: Ön cephe yüksekliği
Ha	: Arka cephe yüksekliği
V	: Hacim
A	: Alan
A/V	: Kabuk yüzey alanının (A) bina hacmine (V) oranı
Q	: Tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarı
U	: Toplam ısı geçirme katsayısı
SO	: Saydamlık oranı
d	: Malzeme kalınlığı
δ	: Yoğunluk
c	: Özgül ısı
λ	: Isı iletim katsayısı
R	: Isı taşınım direnci
w	: Bina aralıkları
h/w	: Bina yüksekliğinin bina aralığına oranı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Belirli eylem türleri için metabolizma düzeyleri.....	26
Çizelge 2.2 : Belirli tip giysilerin dirençleri	26
Çizelge 2.3 : 40° enleminde ılımlı-nemli iklim bölgesi özelliğindeki İstanbul için cephe yönü ve saatlere bağlı olarak profil açıları	34
Çizelge 2.4 : Farklı iklim bölgelerine göre optimum ve geçerli bina yönelmeleri..	38
Çizelge 2.5 : İklim bölgelerine göre tercih edilebilecek yapı kabuğu özellikleri.....	41
Çizelge 2.6 : Binalardaki hacimlerin uygun yönlendiriliş durumları	42
Çizelge E.1 : Doku 1 için mevcut durum enerji analizleri	131
Çizelge E.2 : Doku 2 için mevcut durum enerji analizleri	132
Çizelge E.3 : Doku 3 için mevcut durum enerji analizleri	133



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : İklim değişikliği ile kent planlama paradigmalarının gelişimlerinin zaman içerisindeki etkileşimleri.....	9
Şekil 2.2 : Türkiye’de nihai enerji tüketim sektörlerinin 2009-2013 yılları arasındaki değişimi (bin TEP).....	10
Şekil 2.3 : Sektörlere göre ekonomik emisyon azaltım potansiyeli, 2030.....	11
Şekil 2.4 : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası	12
Şekil 2.5 : Acoma Pueblo yerleşimi.	13
Şekil 2.6 : Sokrates’in Güneş Evi (M.Ö. 469-397).....	13
Şekil 2.7 : Priene çizimsel rekonstrüksiyon.....	14
Şekil 2.8 : Güneş enerjisi etkin konut ve yerleşme tasarımında etkili olan parametreler	17
Şekil 2.9 : Bir yüzeye gelen güneş ışıma değerini etkileyen bileşenler.....	19
Şekil 2.10 : Dünya üzerinde bir P noktasına göre güneş yörüngeleri.....	19
Şekil 2.11 : Mevsimlerin oluşumu.....	20
Şekil 2.12 : Güneş Açıları.....	21
Şekil 2.13 : Grosse-Arber’de açık atmosfer koşullarında günlük hava sıcaklığı değişimi.....	22
Şekil 2.14 : Hafif rüzgarlı açık bir günde şehir ve kırsal alan sıcaklıklarının günlük değişimi.....	23
Şekil 2.15 : Ağaçsız geniş meydan, dar cadde ve ağaçlı geniş bulvardaki günlük sıcaklık değişimi	23
Şekil 2.16 : İstanbul (Göztepe) yöresine ait rüzgar gülleri.....	24
Şekil 2.17 : Yerey parçasının iklim türüne ve termal kuşağa bağlı olarak konumu..	28
Şekil 2.18 : Farklı eğime sahip alanların tanımlanmasına ilişkin örnek eğim analizi	29
Şekil 2.19 : Farklı eğim ve yöne sahip yerey parçalarının güneş ışıınımı kazançlarındaki değişim ve sektör ortayları	30
Şekil 2.20 : Ilımlı nemli iklim bölgesinde yer alan İstanbul için örnek arazi parçası üzerinde yerleşmeye uygun yerey parçasının termal kuşağa göre konumu	31
Şekil 2.21 : Güneşin yükseliş açısı ve cephe-güneş azimut açısı	33
Şekil 2.22 : Bir binanın yatay düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliklerinin hesaplanması.....	35
Şekil 2.23 : Ön cephe yüksekliğine bağlı olarak binanın eğimli bir düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliklerinin hesaplanması	36
Şekil 2.24 : Arka cephe yüksekliğine bağlı olarak binanın eğimli bir düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliklerinin hesaplanması	37
Şekil 2.25 : Aynı hacme sahip ilgili geometrik şekillerin yüzey alanlarının karşılaştırılması.....	39
Şekil 2.26 : Talep edilen toplam ısı yükü yüzdelilerinin karşılaştırması	39
Şekil 2.27 : Ventilasyon (havalandırma) giriş ve çıkış açıklıkları.....	42

Şekil 3.1 : Türk imar mevzuatında plan türleri ve plan hiyerarşisi.....	47
Şekil 3.2 : Güneş Sınırı (Solar fence)	51
Şekil 3.3 : Tipik yerleşim planında solar yönlenme	52
Şekil 3.4 : Vauban Kentsel Tasarım Planı	54
Şekil 3.5 : Vauban’da yer alan pasif ve aktif enerjili evlerin ülke ortalamasıyla karşılaştırılması	55
Şekil 3.6 : Arkadien Winnenden Mahallesi tasarım çalışmaları ve mevcut durum...	56
Şekil 3.7 : Yeni yapılması planlanan binalar için istenen gölge analizleri örneği, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes).....	58
Şekil 3.8 : Vaziyet Planı ve analizleri örneği, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes)	58
Şekil 3.9 : Doğal topografyaya uyum, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes)	59
Şekil 3.10 : Mekân organizasyonu ve gün ışığı, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes)	59
Şekil 4.1 : Çalışmanın adımları.....	62
Şekil 4.2 : Başakşehir İlçesi’nin İstanbul’daki konumu	63
Şekil 4.3 : İstanbul Çevre Düzeni Planı’nda Gelişme Alanları ve Başakşehir	63
Şekil 4.4 : Başakşehir İlçesi mahalleleri	64
Şekil 4.5 : Başakşehir Kayabaşı Mahallesi’nde seçilen yerleşme dokuları	65
Şekil 4.6 : Çalışma dokularında geçerli olan ana fiziki planlar	66
Şekil 4.7 : Doku 1 mevcut durum	67
Şekil 4.8 : Doku 2 mevcut durum	68
Şekil 4.9 : Doku 3 mevcut durum	68
Şekil 4.10 : Doku 1 mevcut durum modeli	72
Şekil 4.11 : Doku 1 mevcut durum bina aralıkları	73
Şekil 4.12 : Doku 1 mevcut durum gölge analizleri	74
Şekil 4.13 : Doku 1’de referans binalar	75
Şekil 4.14 : Doku 1 için referans binaların enerji yükleri ve güneş ışınlamı kazançları	75
Şekil 4.15 : Doku 2 Mevcut durum modeli	76
Şekil 4.16 : Doku 2 mevcut durum bina aralıkları	77
Şekil 4.17 : Doku 2 mevcut durum gölge analizleri	78
Şekil 4.18 : Doku 2’de referans binalar	79
Şekil 4.19 : Doku 2 için referans binaların enerji yükleri ve güneş ışınlamı kazançları	79
Şekil 4.20 : Doku 3 mevcut durum modeli	80
Şekil 4.21 : Doku 3 mevcut durum bina aralıkları	81
Şekil 4.22 : Doku 3 mevcut durum gölge analizleri	82
Şekil 4.23 : Doku 3’te referans binalar	83
Şekil 4.24 : Doku 3 için referans binaların enerji yükleri ve güneş ışınlamı kazançları	83
Şekil 4.25 : Doku 1 için yerey parçasının eğimli ve düz durumları	84
Şekil 4.26 : Doku 1 için referans binaların düz ve eğimli yerey parçaları üzerinde karşılaştırılması.	85
Şekil 4.27 : Doku 3 için yerey parçasının eğimli ve düz durumları	85
Şekil 4.28 : Doku 3 için referans binaların düz ve eğimli yerey parçaları üzerinde karşılaştırılması.	86
Şekil 4.29 : Doku 1’in bina aralıklarının İstanbul İmar Yönetmeliği’nde belirtilen bahçe mesafelerine göre düzenlenmesi	88

Şekil 4.30 : Doku 1’de mevcut durum ve İstanbul İmar Yönetmeliği’ne göre bina aralıkları ve h/w oranları.....	89
Şekil 4.31 : Doku 1’de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve imar yönetmeliği durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri.....	89
Şekil 4.32 : Doku 2’nin bina aralıklarının İstanbul İmar Yönetmeliği’nde belirtilen bahçe mesafelerine göre düzenlenmesi.....	90
Şekil 4.33 : Doku 2’de mevcut durum ve İstanbul İmar Yönetmeliği’ne göre bina aralıkları ve h/w oranları.....	91
Şekil 4.34 : Doku 2’de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve imar yönetmeliği durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri.....	91
Şekil 4.35 : Doku 3’ün bina aralıklarının İstanbul İmar Yönetmeliği’nde belirtilen bahçe mesafelerine göre düzenlenmesi.....	92
Şekil 4.36 : Doku 3’te mevcut durum ve İstanbul İmar Yönetmeliği’ne göre bina aralıkları ve h/w oranları.....	93
Şekil 4.37 : Doku 3’te referans binalar üzerinden, mevcut durum ve imar yönetmeliği durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri.....	93
Şekil 4.38 : Doku 1’de mevcut durum ve NİP’na göre bina aralıkları ve h/w oranları.....	95
Şekil 4.39 : Doku 1’de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve NİP durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri.....	96
Şekil 4.40 : Doku 2’de mevcut durum ve NİP’na göre bina aralıkları ve h/w oranları.....	97
Şekil 4.41 : Doku 2’de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve NİP durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri.....	97
Şekil 4.42 : Doku 3’te mevcut durum ve NİP’na göre bina aralıkları ve h/w oranları.....	98
Şekil 4.43 : Doku 3’te referans binalar üzerinden, mevcut durum ve NİP durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri.....	99



KONUT VE YERLEŞMELERDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İMAR MEVZUATININ İRDELENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Artan dünya nüfusu ve tüketim, enerjiyi tüm dünyada devletlerin en önemli ortak meselesi haline getirmiştir. Enerjinin nasıl temin edileceği önemli bir planlama konusudur. Petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarının tükenmekte oluşu, kullanımları sonucu ortaya çıkan sera gazı salımları ve bu salımlar nedeniyle artan dünya ortalama sıcaklıkları ve küresel ısınma sorunu enerjiye yeni bakış açıları getirmeyi zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda mevcut enerjinin etkin kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmıştır.

Dünya nüfusunun büyük bir kısmını barındıran kentsel alanlar, ve bu kentsel alanlardaki bina stoğunun da çok büyük bir kısmını oluşturan konut alanları, yapılan projeksiyonlarda artma eğilimi gösteren nüfus ve enerji ihtiyaçları nedeniyle enerji etkinliği konusunda öncelikle eyleme geçilmesi gereken alanlardır. Binalarda konfor koşullarını, öncesine oranla ne kadar az enerji harcayarak sağlayabilirsek, o oranda enerji etkinliğini arttırmış oluruz. Bu açıdan binalardaki enerji harcamalarında önemli bir pay teşkil eden ısıtma ve soğutma giderlerinin azaltılması, enerji etkinliği açısından son derece önemlidir. Enerji etkinliği ve yenilenebilir enerji kaynakları bir arada düşünüldüğünde, Türkiye için yenilenebilir enerji kaynağı olarak ilk akla gelen kaynak güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin yapma çevre tasarımıyla etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, imar mevzuatı en önemli araçlardan biri olarak ele alınabilir. Gelişmiş ülkelerin aksine, iklimsel verilerin değerlendirildiği, iklim duyarlı bir imar mevzuatı Türkiye’de çok yeni bir kavram olup, iklimsel verilerin mevcut mevzuatta yeterli seviyede ele alındığı söylenemez. Enerji etkin bir çevre tasarlanabilmesi için, bu sürecin yönetiminde etkili olan paydaşlara rehberlik eden imar mevzuatının iklim duyarlı bir yaklaşıma sahip olmasının önemi büyüktür.

Bu tez çalışması kapsamında, konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından imar mevzuatının bir değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirmede, özellikle yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerini oluşturan; arazinin eğimi ve yönlendiği, bina aralıkları, bina yükseklikleri parametreleri mevzuat kapsamında irdelenmiştir. Binaların enerji etkinlikleri, farklı bina yüksekliği ve bina aralıklarına göre değişen ısıtma-soğutma yükleri, CO₂ salımları ve güneş ışıınımı kazançları üzerinden karşılaştırılmıştır. Böylece üzerinde çalışılan tasarım parametrelerinin, güneş enerjisinin etkin kullanımında ne kadar önemli olduğu gösterilerek, imar mevzuatına dahil edilmelerinin önemi vurgulanmaya çalışılmıştır. Güneş enerjisine duyarlı bir imar mevzuatı daha sürdürülebilir ve enerji etkin bir yapma çevre için önemli bir adım olacaktır.

Çalışma 5 bölümden oluşmaktadır:

Birinci bölüm olan giriş kısmında dünyanın nüfus ve enerji konusunda geldiği durum ortaya konularak, yapma çevre, enerji, tasarım ve planlama kavramları üzerinden

mevcut sorunlar vurgulanmıştır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi anlatılmıştır.

İkinci bölümde konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı başlığı altında, planlama ve mimarlık disiplinlerinde enerji etkinliğinin yeri ve önemi araştırılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin konut ve yerleşmelerde etkin kullanımı için değerlendirilmesi gereken tasarım parametreleri üzerinde durulmuştur.

Çalışmanın üçüncü bölümünde güneş enerjisinin etkin kullanımı ve imar mevzuatı ilişkisi araştırılmıştır. Şehirlerin ve onun önemli bir yüzdesini oluşturan binaların ve bina çevrelerinin oluşumunda önemli bir belirleyici olan imar mevzuatının genel kavramları açıklanarak, enerji etkin konut ve yerleşmeler için önemine değinilmiştir. Bölüm içerisinde dünyada ve Türkiye’de imar kanunları, yönetmelikler ve fiziki planlar incelenmiştir. Bu bölümde ayrıca dünyada imar mevzuatının etkili bir araç olarak kullanıldığı planlama ve tasarım örnekleri verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde imar mevzuatında güneş enerjisinin etkin kullanımı, seçilen çalışma alanları üzerinden incelenmiş, imar mevzuatında değişen durumlara göre çalışma alanlarındaki binaların enerji etkinlikleri irdelenmiştir. Çalışma alanlarını oluşturan yerleşme dokularının her biri dört farklı durum için analiz edilmiştir. Bu durumlardan birincisi geçerli olan uygulama imar planına göre mevcut durum, ikincisi düz ve eğimli arazide olmaları durumu, üçüncüsü İstanbul İmar Yönetmeliği’nde verilen bina yükseklikleri ve bina aralıklarına göre düzenlenmiş olan durum ve dördüncü durum ilgili nazım imar planında verilen yoğunluğa göre düzenlenmiş olan durumdur. Çalışmanın son bölümü olan beşinci bölümde ise çalışma sonuçları açıklanmış ve değerlendirilmiştir.

Çalışma yöntemi 4 temel adımı kapsamaktadır. Birinci adımda güneş enerjisinin etkin kullanılması için konut ve yerleşme tasarımında etkili olan parametrelerin değerleri belirlenmiştir. İkinci adımda İstanbul İmar Yönetmeliği’nin bu parametrelerle ilgili maddeleri taranmış, yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerini ilgilendiren maddeler olan bina yüksekliği ve bina aralıklarıyla ilgili maddeler tespit edilmiştir. Üçüncü adımda mevcut mevzuatın üzerinden incelenebilmesi için Başakşehir ilçesinde İstanbul’un yapılaşma eğilimini yansıtan farklı nüfus ve yapılaşma yoğunluklarında 3 farklı yerleşme dokusu çalışma alanı olarak seçilmiştir. Son adım olan dördüncü adımda, seçilen yerleşme dokularında yer alan binaların ısıtma-soğutma yükleri, pencerelerden güneş ışıınımı kazançları ve karbondioksit salımlarının belirlenebilmesi için gerekli olan tasarım parametrelerinin değerleri çalışmada kullanılan, Energy Plus simülasyon motorunun kapsamlı ara yüzü olan, DesignBuilder isimli simülasyon programında tanımlanarak analizler yapılmıştır. Çalışmada enerji simülasyonu programının kullanılması nedeniyle, bu analizlerin 1 yıllık periyod için yapıyor olması ve simülasyon programının 10 yıllık iklimsel veri kullanımına imkân sağlayarak hızlı, ekonomik ve güvenilir olmasıdır.

Ekler Bölümünde ise:

- Türkiye’nin iklim bölgelerine ait harita
- İstanbul için ısıtma enerjisi bakımından uygun bina aralıkları
- İstanbul Çevre Düzeni Planı (15.06.2009 t.t.li)
- DesignBuilder Programı’nın tanıtımı
- Çalışma dokularına ait veriler yer almaktadır.

A STUDY FOR THE ANALYSIS OF DEVELOPMENT LEGISLATION IN TERMS OF EFFICIENT USE OF SOLAR ENERGY IN RESIDENTIAL BUILDINGS AND SETTLEMENTS

SUMMARY

The increase in the world population and the consumption made the energy the most important concern for all governments around the world. The means to procure the energy is a significant matter of planning. The depletion of primary energy resources like oil, natural gas and coal, greenhouse gas emission due to their usage and the increase in the mean temperature all around the world and the global warming problem due to these emissions made exploring new approaches unavoidable. In this context, using the available energy more efficiently and the renewable energy resources has become more important.

The urban areas that accommodates the majority of the world population and the residential areas that make up the major part of the building stock in these urban areas are the primary areas to take action concerning the energy efficiency due to the increase in population and energy needs as shown in the projections. The less energy we use to provide the comfort requirements of buildings, the more we increase the energy efficiency. Therefore, reducing the heating and cooling costs constitutes a major portion of energy efficiency.

When energy efficiency and renewable energy sources are considered together, solar energy is the first source that comes to mind as a source of renewable energy for our country. In order to use solar energy efficiently in physical environmental design, development legislation emerges as one of the most important tools.

Unlike developed countries, in Turkey, climate-sensitive legislation, in which climate data is assessed, is a very new concept and has not yet fully penetrated our legislations. To design an energy efficient environment, having a development legislation with a climate-sensitive approach that guides the actors in the management of this process is crucial.

As for the all countries, energy is one of the most crucial topics of Turkey's agenda, and amongst all renewable energies, solar energy has the highest potential in our country. Therefore, tendency towards the usage of renewable energy and especially the solar energy that will be ensured by development legislation is crucial for reducing the foreign dependency in energy industry and having a healthier and less built environment.

In this study, the development legislation of Turkey is analyzed in terms of efficient use of solar energy in residential buildings and settlements. In the evaluation, especially the slope and the orientation of the land, space between buildings and the heights of the buildings that constitute the design parameters in the settlement scale are analyzed in scope of the legislation. The energy efficiency of the buildings is

compared using different building heights and distances between buildings, varying heating and cooling loads, CO₂ emissions and solar radiation gains. Thus, it is aimed to emphasize why the design parameters studied should be included in the development legislation by showing how important it is in energy efficiency. A solar energy sensitive development legislation would be a great leap towards a more sustainable and energy efficient built environment.

The study consists of 5 chapters.

In the Introduction, which is the first chapter, the current population and energy situation of the world is depicted, and the problems are emphasized through built environment, energy design and planning concepts. In this context, the aim, extent and the methodology of the study are presented.

In the second chapter, under the “Efficient Use of Solar Energy in Residential Buildings and Settlements” title, the place and importance of energy efficiency in urban planning and architecture disciplines are explored, and the energy efficient use of solar energy in residential buildings and settlements are examined. Also the effects of buildings on social, financial and natural environments are examined, and the use of solar energy in residential buildings and settlements to reduce their negative effects is emphasized. At the end of this chapter, the parameters that need to be determined correctly for an energy efficient design are explained by classifying them in relation to environment, climate, user, settlement and building.

In the third chapter of the study, the relation between efficient use of solar energy and development legislation is examined. The general concepts of development legislation, which is an important determinant on construction requirements of cities and buildings that constitute an important percentage of those cities, are explained and their importance for energy efficient residential buildings and settlements are presented. Within this chapter, the building laws, regulations and physical plans from Turkey and the world are examined in terms of energy efficiency. The chapter is concluded with planning and design examples where the development legislation was used as an effective tool.

In the fourth chapter of the study, the energy efficiency of development legislation was examined through selected case study areas, and the energy efficiency of these case study areas in relation with the discrepancies between the different elements of development legislation. Each of the selected settlement patterns are analyzed for four different configurations. The first one of these configurations is the current situation with regards to current implementation plan; the second configuration is based on whether they are located on a sloping ground or flat ground; third configuration is based on the building heights and the distance between buildings specified in the Istanbul development code; and the fourth configuration is based on density specified in the master development plan. The parameters that effect the energy efficiency at settlement scale are analyzed in scope of varying conditions in the development legislation.

Especially, the construction requirements the “Draft Istanbul Development Code” in settlement scale has been analyzed in terms of efficient use of solar energy. In this context, in the 4th Chapter of this study, Article 10, where the provisions related to road widths and number of building floors are included, and Article 23, where the provisions related to garden spaces are included, of the “Provisions on Construction” section within the 4th Chapter of the “Draft Istanbul Development Code” were analyzed in comparison with the existing state of the settlement patterns. Also, the

master plans and implementation plans of the textures of the settlements selected for this case study are used as reference for the density and the positions of building with regards to each other and the land they're on. The consistency between the master plans and the implementation plans of the settlement textures were compared, and the energy efficiency of these settlement textures regarding the building requirements and densities provided by these plans were compared.

In the fifth – and the last - chapter of this study, the conclusions of the study are explained and discussed.

The methodology of the study is consisting of four basic steps: In the first step, the value of parameters that are effective in solar energy efficient residential building and settlement design are determined. In the second step, the articles of Building Legislation that are related with these parameters are scanned and the articles on building form and distance between buildings, which are related to design parameters in settlement scale. In the third step, three different settlement textures in Basaksehir, which reflect the building trend in Istanbul with their different population and building densities, were selected as case study area in order to examine existing legislation in practice. And in the fourth - and the last – step, design parameters that are necessary to measure heating-cooling loads, solar gains from exterior windows and carbon dioxide emission were identified and these values were analyzed using Design Builder, a simulation software, which is an extensive interface of Energy Plus simulation engine. The reason for using a simulation program in place of on-site measurement in this study is that these analyzes are performed for 1 year and the availability of 10-year long climatic data is faster, more economical and more reliable than on-site measurement.

In the Appendix Section, there are:

- Map of climate regions of Turkey
- Optimum building distances in terms of heating energy conservation for İstanbul
- Istanbul Environmental Plan 1/100.000 (June 15th,2009)
- An introduction to DesignBuilder
- Datasheets of the case study



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2017 yılı itibarı ile yaklaşık olarak 7.6 milyar olduğu tespit edilmiştir ki bu da son 20 yılda dünya nüfusuna 2 milyar insanın daha eklendiğini göstermektedir. Günümüzde nüfusun büyüme hızı yıllık % 1,10'dur ve bu da yılda 83 milyon insana tekabül etmektedir [1]. Nüfus artışına bağlı olarak enerji tüketiminin arttığı bilinmektedir. Enerji tüketimi, enerji kaynaklarına yönelik talebi arttırmakta ve kıt olan yakıt kaynakları giderek azalmaktadır. Dolayısıyla, elde edilmeleri daha da zorlaşmakta, enerji kaynağı elde etme etkinliğinden sağlanan marjinal fayda giderek azalmaktadır [2].

Enerjiyle ilgili, temininin yanı sıra üzerinde durulması gereken diğer bir konu enerjinin ne kadar temiz olduğudur. Yenilenemeyen fosil yakıtların tüketimi geleceğin en büyük tehlikelerinden biri olan iklim değişikliğine yol açan sera gazlarının (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs, SF_6) artmasına sebep olmaktadır.

Bu çerçevede enerji ihtiyacının, gelecek kuşakların enerji ihtiyaçlarını karşılama ve sağlıklı yaşama hakkına zarar vermeden, diğer bir deyişle sürdürülebilir olarak karşılanabilmesi için, güneş, su, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde yoğunlaşılmalıdır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) Dünyada Enerjiye Genel Bakış 2017 (World Energy Outlook 2017) isimli raporuna göre, 2010-2016 yılları arasında dünya çapında genel enerji üretimine yıllık olarak yeni eklenen kömür kaynaklı üretim 65 GW, doğal gaz kaynaklı üretim 48 GW, nükleer enerji 2 GW iken, yenilebilir enerji kaynaklarının katkısı, güneş için 39 GW, rüzgâr için 45 GW ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları için 44 GW ile toplam 138 GW'tır. 2017-2040 yılları arasında yapılacak yeni enerji yatırımlarında, yıllık 17 GW kömür, 48 GW doğal gaz ve 4 GW nükleer enerji üretimlerine karşın, 74 GW güneş, 50 GW rüzgâr ve 36 GW diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile toplam 160 GW'lık üretimle, yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer kaynaklardan çok daha fazla ön plana çıkacağı görülmektedir [3]. Güneş enerjisine yapılacak yatırımlardaki beklenen artışa bakılarak, yenilenebilir enerji kaynakları arasından Güneş enerjisinin ön plan çıktığı görülmektedir.

Uluslararası Uygulamalı Sistemler Analiz Enstitüsü (IIASA) tarafından yayınlanan Küresel Enerji Değerlendirmesi Raporu'na (2012) göre ulusal düzeyde, her bir ülkede, binalarda kullanılan enerji toplam nihai enerjinin %20 ila %40'ına tekabül etmektedir; diğer bir deyişle dünya ortalaması %30'dur [4]. Bu nedenle özellikle konut yapılarında; enerji kaynaklarının; yaşam ve üretim kalitesi düşürülmeden, etkin olarak kullanılması önemlidir [5]. IEA'nın 'Binalarda Enerji Performansı Sertifikasyonu: Enerji Etkinliğinin İyileştirilmesine Yönelik Politika' (2010) adlı raporunda, binalarda enerji talebinin azaltılması ve binaların enerji etkinliğinin iyileştirilmesi ile 2050 yılına kadar 12,6 milyar ton CO₂ salımının azaltılabileceği ve 1,509 milyon tona eşdeğer petrol enerji tasarrufunun sağlanabileceğine dikkat çekilmektedir [3].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2012 verilerine göre, Türkiye'de tüketilen toplam enerjinin %40'ı sanayide, % 35'i binalarda, %20'si ulaşırmada ve % 5'i diğer alanlarda kullanılmaktadır. Binalardaki tüketimin de % 65'i ısıtma, soğutma ve havalandırma giderleridir [6]. Binalarda konfor koşulları, öncesine oranla ne kadar az enerji harcayarak sağlayabilirse, enerji etkinliği o oranda artmış olur. Bu bağlamda binalarda ısıtma ve soğutma giderlerinin azaltılması, enerji etkinliği açısından son derece önemlidir. Enerji etkinliği ve yenilenebilir enerji kaynakları bir arada düşünüldüğünde, ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynağı olarak ilk akla gelen kaynak güneş enerjisidir. Bu açıdan binalarda enerji verimliliğinin sağlanmasında en etkili yol, başlangıç aşamasında binaların güneş enerjisinden yarar sağlayan pasif sistemler olarak tasarlanmasıdır. Optimal düzeyde pasif sistem olarak çalışan binalar ile yapma (aktif) ısıtma ve iklimlendirme sistemlerine asgari düzeyde görev yüklenmesiyle, enerji tüketiminin en aza ineceği açıktır. Bu amaca yönelik bina tasarımında değerlendirilmesi gereken parametreler: iklim, coğrafi konum, binanın arazi üzerindeki konumu, bina aralıkları, binanın yönlendiriliş durumu, bina formu, bina kabuğu optik ve termo-fiziksel özellikleri ve kullanıcı özellikleridir [7].

Güneş enerjisi yapılaşmış çevre tasarımında ele alındığında, sürecin tasarım ve uygulama aşamasında yasal mevzuatın en önemli araçlardan biri olduğu görülmektedir. Türkiye'de, gelişmiş ülkelerin aksine, iklimsel verilerin değerlendirildiği, iklime duyarlı mevzuat çok yeni bir kavram olup, iklimsel duyarlılık mevzuata henüz yeterli düzeyde yansıtılamamıştır. Türkiye'de imar yönetmeliklerinin genel içeriğine ve tasarım anlayışlarına bakıldığında, güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma konusunun göz ardı edildiği anlaşılmaktadır [8]. Bunun

sonucu olarak, binaların yerleşim yerinin genel iklim karakterine bağlı olmadan tasarlandığı; yüksek yapıların çevresinde yer alan yapıların güneşe erişim konusunu inceleyen çalışmaların çok az olduğu; imar planlarında tanımlanan yoğunluk, çekme mesafesi vb. değerlerin güneşlenmeden gerektiği kadar yararlanmayı sağlayamadığı görülmektedir [9]. Planlama, tasarım ve uygulama çalışmalarını yönlendiren imar mevzuatında yöresel ve bölgesel farklılıklar göz önüne alınmamaktadır. İmar yönetmelikleri üzerinde ilgili belediyelerin değişiklik yapma yetkisi olmasına rağmen, belediyelerin bu yetkiyi kullanarak imar yönetmeliklerini yöre koşullarına uyarlamadıkları gözlemlenmektedir. Bu nedenle yöresel koşullara uyumlu kentsel çevreler oluşmamaktadır [10].

Yaygın olarak yerel yönetimler 1/1000 uygulama imar planını kullanmaktadırlar. Bu planlarda ada bazında karar verilmekte, parsellere minimum çekme mesafesi verilerek yapılaşmaya yön verilmektedir. Kentsel tasarım planları ve rehberleri olmadan, bina aralıkları ve konumlarında iklim, ışık gibi fiziksel etkenlere, yönlenme gibi tasarım parametrelerine ve enerji etkinliği sağlamada yenilenebilir enerjilerin kullanımına dikkat edilmeden yapılan bu planlar, kentleri günümüzde sürdürülebilirlik anlamında sağlıklı bir duruma itmektedir [11].

Sonuç olarak, ülkemizde daha yaşanabilir bir çevre ve enerji temininde daha az dışa bağımlılık için, yenilenebilir enerjilerin artan potansiyelinin konut ve yerleşme tasarımında değerlendirilmesinin önemi açıktır.

1.1 Çalışmanın Kapsamı ve Amacı

Konut ve yerleşmelerin, planlama, tasarım ve uygulama süreçleri çok paydaşlı olup bu paydaşlardan en önemlileri şehir plancıları ve mimarlardır. Enerji etkin bir çevre tasarlanabilmesi için, bu sürecin yönetiminde paydaşlara rehberlik eden imar mevzuatının iklime duyarlı bir yaklaşıma sahip olmasının önemi büyüktür.

Bu tez çalışması kapsamında, konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından imar mevzuatının bir değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirmede, özellikle yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerini oluşturan; arazinin eğimi ve yönlenmesi, bina aralıkları, bina yükseklikleri parametreleri mevzuat kapsamında irdelenmiştir. Binaların enerji etkinlikleri, farklı bina yüksekliği ve bina aralıklarına göre değişen ısıtma-soğutma yükleri, CO₂ salımları ve güneş ışıınımı kazançları üzerinden

karşılaştırılmıştır. Böylece, üzerinde çalışılan tasarım parametrelerinin enerji etkinliği açısından öneminin açıklanması ve imar mevzuatına dâhil edilmesinin gerekliliğinin vurgulanması amaçlanmıştır. Güneş enerjisine duyarlı bir imar mevzuatı sürdürülebilir ve enerji etkin bir yapma çevre için önemli bir adım olacaktır.

Çalışma 5 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olan giriş kısmında çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi anlatılmaktadır. İkinci bölümde konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı başlığı altında, planlama ve mimarlık disiplinlerinde enerji etkinliğinin yeri ve önemi araştırılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin konut ve yerleşmelerde etkin kullanımı üzerinde durulmuştur. Bu bölüm sonunda güneş enerjisinin konut ve yerleşmelerde etkin kullanılabilmesi için, doğru tespit edilmesi gereken parametreler sınıflandırılarak açıklanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde güneş enerjisinin etkin kullanımı ve imar mevzuatı ilişkisi araştırılmıştır. Şehirlerin yapılaşma koşulları hakkında önemli bir belirleyici olan imar mevzuatının genel kavramları açıklanarak, enerji etkin konut ve yerleşmeler için önemine değinilmiştir. Bölüm içerisinde dünyada ve Türkiye’de imar kanunları, yönetmelikler ve fiziki planlar incelenmiştir. Bu bölümde ayrıca dünyada imar mevzuatının etkili bir araç olarak kullanıldığı planlama ve tasarım çalışmaları örnekleri verilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde, güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından imar mevzuatı, seçilen çalışma alanları üzerinden incelenmiş, imar mevzuatında değişen durumlara göre çalışma alanlarının enerji etkinlikleri irdelenmiştir. Son bölüm olan beşinci bölümde ise çalışma sonuçları değerlendirilmiştir.

Çalışma alanlarını oluşturan yerleşme dokularının her biri; mevcut durum, düz ve eğimli arazide olma durumu, İstanbul İmar Yönetmeliği’nde verilen bina yükseklikleri ve bina aralıklarına göre düzenlenmiş olan durum ve nazım imar planında verilen yoğunluğa göre düzenlenmiş olan durum olmak üzere dört farklı durum için analiz edilmiştir. Yerleşme ölçeğinde güneş enerjisinin etkin kullanımına etki eden parametreler imar mevzuatında değişen koşullara göre irdelenmiştir.

1.2 Çalışmanın Yöntemi

Çalışma yöntemi 4 temel adımı kapsamaktadır. Birinci adımda güneş enerjisi etkin konut ve yerleşme tasarımında etkili olan parametreler belirlenmiştir. İkinci adımda İstanbul İmar Yönetmeliği’nin bu parametrelerle ilgili maddeleri taranmıştır, yerleşme

ölçeğindeki tasarım parametrelerini ilgilendiren, bina yüksekliği ve bina aralıklarıyla ilgili maddeler tespit edilmiştir. Üçüncü adımda mevcut mevzuatın üzerinden incelenebilmesi için Başakşehir ilçesi'nde İstanbul'un yapılaşma eğilimini yansıtan farklı nüfus ve yapılaşma yoğunluklarında 3 farklı yerleşme dokusu çalışma alanı olarak seçilmiştir. Son adım olan dördüncü adımda, seçilen yerleşme dokularında yer alan binaların ısıtma-soğutma yükleri, pencerelerden güneş ışıınımı kazancı ve karbondioksit salımlarının ölçülebilmesi için gerekli olan tasarım parametrelerinin değerleri çalışmada kullanılan DesignBuilder isimli simülasyon programında tanımlanarak analizler yapılmıştır. Çalışmada enerji simülasyonu programı kullanılmasının nedeni, bu analizlerin 1 yıllık periyot için yapılıyor olması ve simülasyon programının 10 yıllık iklimsel veri kullanımına imkân sağlayarak hızlı, ekonomik ve güvenilir olmasıdır.



2. KONUT VE YERLEŞMELERDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI

Bu bölümde enerji etkinliğinin şehir planlama ve mimarlıkla olan ilişkisi açıklanıp, kentlerin ve kent dokusunu oluşturan konut binalarının sosyal, ekonomik ve doğal çevreler üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Çevreler üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilebilmesi için konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin kullanımı üzerinde durulmaktadır. Bölüm sonunda güneş enerjisini etkin kullanan bir yerleşme için çevreye, iklime, kullanıcıya, yerleşmeye ve binaya ilişkin tasarım parametreleri anlatılmaktadır.

2.1 Enerji Etkinliği, Planlama ve Mimarlık

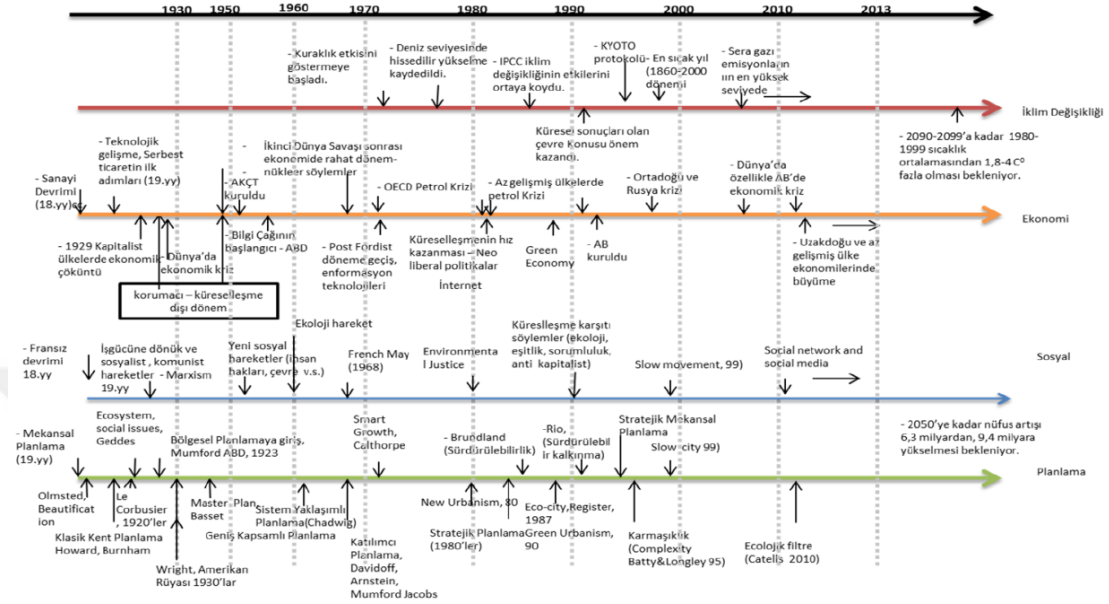
Tüm dünyada gerek artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak, gerekse ekonomik ve sosyal kalkınmayı desteklemek için devletlerin en önemli ortak meselesi enerjidir. Enerjinin nereden, nasıl, ne zaman, hangi miktarda temin edileceği önemli bir planlama konusudur. Petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarının tükenebilir oluşu, kullanımları sonucu ortaya çıkan sera gazı salımları ve bu salımlar nedeniyle artan dünya ortalama sıcaklıkları ve küresel ısınma sorunu enerjiye yeni bakış açıları getirmeyi zorunlu kılmıştır. Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi (ECOSOC) verilerine göre 2014 yılında 7.349 milyar olan dünya nüfusunun 2050 yılında 9.725 milyara ulaşacağı ve 2014 yılında kentlerde yaşayan nüfus %54 lük pay ile 3,968 milyar iken, bu oranın 2050 yılında 6.419 milyar ile %66'a yükseleceği tahmin edilmektedir [12]. Bu öngörüler özellikle kentsel alanlarda yeni enerji politikaları geliştirilmesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Nüfusla birlikte artan enerji talebini ve dolayısıyla sera gazları içerisinde % 50 ile en yüksek orana sahip olan CO₂ salımını azaltmanın en ekonomik yolu enerji etkinliğinin sağlanmasıdır. Enerji etkinliği, yaşam standartlarını, üretim kalitesini ve performansını düşürmeden birim hizmet ya da ürün miktarında enerji tüketiminin azaltılmasıdır [13].

Özellikle Sanayi Devrimi sonrasında kentlerdeki nüfus artışı, birincil enerji rezervlerinin hızla tükenmeye başlaması, tüketilen enerjiyle birlikte bu kentlerde ortaya çıkan çevresel sorunlar ve 1972 yılında yaşanan Petrol Krizi dünya çapında çözüm arayışlarını başlatmıştır. Dünya gündeminde ağırlığını hissettirmeye başlayan çevre ve enerji sorunları; 1972'de Stockholm'de İnsan ve Çevre Konferansı'nda

uluslararası platformda kabul edilmiştir. 1987’de, Birleşmiş Milletler Brundtland Komisyonu tarafından hazırlanan raporda, kalkınmanın iki temel ayağı olan toplum ve ekonomiye üçüncü bir ayak olarak çevre kavramı eklenmiş, bu 3 temel unsur üzerinden sürdürülebilirlik kavramı tanımlanmıştır. Brundtland Raporu’na göre sürdürülebilirlik, “günümüz ihtiyaçlarını gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan karşılayabilmek” tir [14]. 1992’de Rio’da Çevre ve Kalkınma Konferansı, 2002’de Johannesburg’da Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı, ve güncel olarak en önemli iklim gündemlerinden 21. BM İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (COP21) ekonomi, sosyal çevre ve doğal çevre arasında hala dengelerin kurulmaya çalışıldığının göstergesidir. COP 21 Zirve'sine katılan 195 ülkenin iklim hedeflerindeki ilerlemeyi düzenli olarak raporlama taahhütünü vererek üzerinde karar birliğine vardığı Paris Anlaşması, küresel ısınmayı 2°C’nin altında sınırlayarak iklim değişikliğini önlemeyi amaçlayan bir eylem planı ortaya koymuştur [15].

Uluslararası düzeyde doğal çevre, ekonomik yapı ve sosyal yapı üzerine devam eden bu konferans ve anlaşmalar şehir planlama ve mimarlıkta da yansımalarını bulmuştur. Bu doğrultuda, 1990’lı yılların başından itibaren dünyanın çeşitli kent ve bölgelerinde birçok plan, uygulama, girişim ve organizasyon sürdürülmektedir. Yeni Kentleşme Hareketi (New Urbanism), Sürdürülebilir Kentler (Sustainable Cities), Ekolojik Kentler (Ecological Cities) Yeşil Kentler (Green Cities), Akıllı Büyüme (Smart Growth), Yavaş Kentler (Slow Cities), Düşük Karbon Kentler (Low Carbon Cities), Yaşanabilir Kentler (Liveable Cities), Dijital Kentler (Digital Cities) ve Akıllı Kent Girişimleri (Smart Cities Initiatives) vb. adları altında planlama ve tasarım yaklaşımları geliştirilmiştir [16]. Tüm bu yaklaşımlar; giderek artan tüketim karşısında mevcut kentsel araziye verimli kullanma, enerji tüketimi için önlemler geliştirme, yaşam kalitesini artırma, yerel ekonominin gelişimi stratejilerini benimseyen ve gelişen teknolojiyi bu stratejilerin projelendirilme ve uygulaması yönünde kullanan geleceğin akıllı / verimli yerleşmelerini oluşturmayı amaçlamaktadır [17]. Kentin önemli bir kısmını oluşturan binalar için de aynı hedefleri taşıyan akımlar mimarlıkta da ortaya çıkmıştır. Mimarlıkta sürdürülebilirlik, çevre tahribatını en aza indiren, enerjiyi daha verimli kullanan ve bunu daha ‘akıllı’ sistemler kullanarak gerçekleştirmeye çalışan ‘enerji etkin’ yapılarla özdeşleştirilmektedir. 70’lerde ‘çevresel tasarım’, 80’lerde ‘yeşil mimari’ ve 90’lardan bu yana ‘ekolojik’ veya

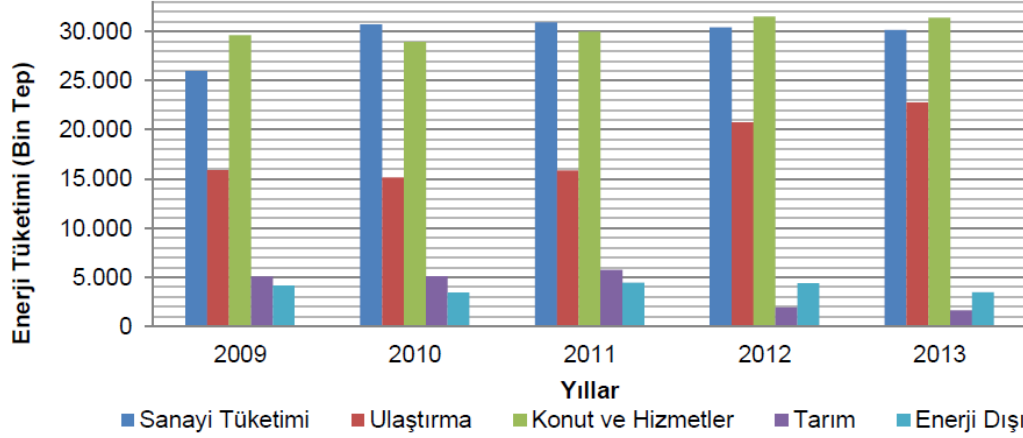
‘sürdürülebilir mimarlık’ olarak izlediğimiz terminolojideki değişim, teori ve pratikte devamlı genişleyen bir yapı üretim biçiminin varlığını göstermektedir [18]. Şekil 2.1’de doğal, ekonomik ve sosyal çevrelerde yaşanan değişimlerin planlama ve tasarım disiplini ile ilişkisi bir zaman çizelgesi üzerinde izlenebilmektedir.



Şekil 2.1 : İklim değişikliği ile kent planlama paradigmalarının gelişimlerinin zaman içerisindeki etkileşimleri [19].

Türkiye son yirmi yılda birincil enerji talebini iki katına çıkartırken, sera gazı artışında ilk sıralarda yer almaktadır. Ayrıca ithal enerjiye bağımlılık %75’lerin üzerinde seyretmektedir [20]. Uluslararası Uygulamalı Sistemler Analiz Enstitüsü (IIASA) tarafından yayınlanan Küresel Enerji Değerlendirmesi (2012) isimli rapora göre ulusal düzeyde, her bir ülkede, binalarda kullanılan enerji toplam nihai enerjinin %20 ila %40’ına tekabül etmektedir; yani dünya ortalaması %30’dur [4]. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve TÜBİTAK MAM tarafından yürütülen “İklim Değişikliği Ulusal Bildirimlerinin Hazırlanması Projesi” kapsamında hazırlanan “İklim Değişikliği 6. Ulusal Bildirimi” 1. Taslağı’nda verilen bilgiye göre; 2013 yılında toplam enerji tüketimi içerisinde bina sektörü (konut ve hizmetler) %35, sanayi sektörü %33, ulaştırma sektörü %26, tarım %2, enerji dışı %4 pay alarak sıralanmışlardır. Ayrıca Şekil 2.2’deki grafik incelendiğinde bina sektörünün (konut ve hizmetler) nihai enerji tüketimi içindeki payının 2009 yılından 2013 yılına artmış olduğu görülmektedir [20]. Bu değerlere göre Türkiye’de binaların nihai enerji tüketimindeki sektörel payı dünya ortalamasının üzerindedir. Türkiye’nin 2012 yılı toplam sera gazı emisyonu karbondioksit eşdeğeri cinsinden 439,87 milyon tondur. Enerji sektörü emisyonlarının

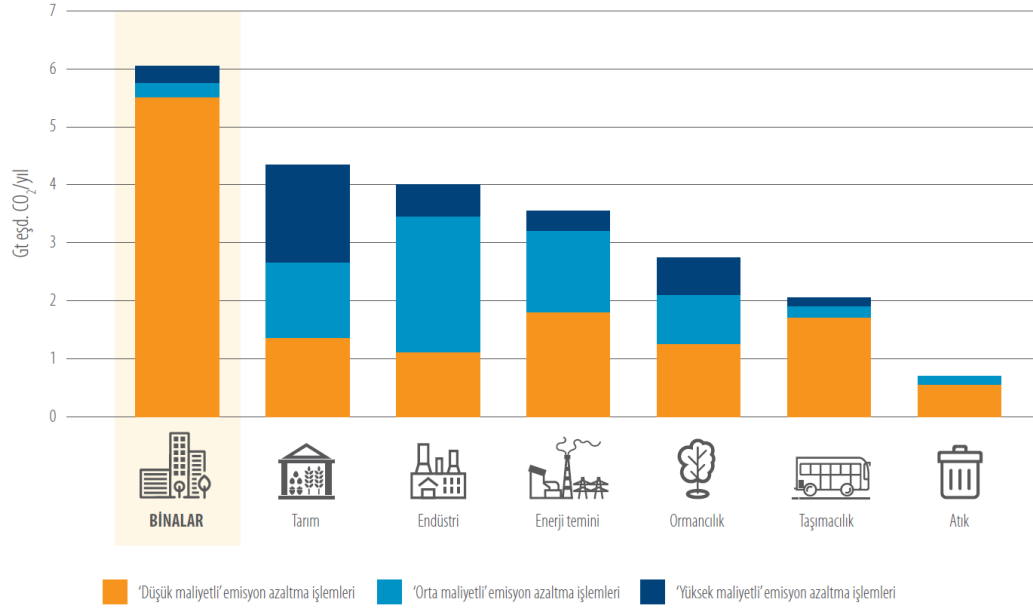
büyük çoğunluğu yakıtların yanmasından kaynaklanmakta olup bunun %38,8'i enerji sanayi, %22,3'ü konut ve hizmetler, %20,0'si ulaştırma ve %18,2'si imalat sanayi alt sektörlerinde yakıtların yakılmasından kaynaklanmaktadır [20].



Şekil 2.2 : Türkiye’de nihai enerji tüketim sektörlerinin 2009-2013 yılları arasındaki değişimi (bin TEP) [20].

2016 Ocak itibariyle Türkiye’de toplam bina stoğunun %90 ‘ı konuttur; bu da toplamda yaklaşık 22 milyon konuta tekabül etmektedir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının verilerine göre Türkiye’de 2000 – 2012 yılları arasında bina stoğu %11,5 büyürken, konut stoğu % 23,2 oranında artış göstermiştir [21]. Konut binalarındaki bu hızlı artış, beraberinde enerji etkinliği potansiyelini getirmektedir. Konut yapılarının enerji etkinliği arttırılabildiği ölçüde, bu sektörden kaynaklı CO₂ salımlarının azaltılması böylece daha sağlıklı, ekonomik ve yaşanabilir bir yapma çevrenin gerçekleştirilmesi mümkün olacaktır. Şekil 2.3’de sektörler göre ekonomik emisyon azaltım potansiyelleri görülmektedir [22]. Bu grafiğe göre binalar sektördeki en yüksek pay ile yıllık ortalama 5,5 Gt eşd. CO₂/yıl emisyon (salım) azaltım potansiyeline sahiptir.

Sonuç olarak görülmektedir ki kentler ve onun yapma çevre olarak büyük bir yüzdesini oluşturan binalar; ülkelerin ekonomik, sosyal ve doğal sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirebilmeleri için enerji etkinliği konusunda hassasiyetle ele alınmalıdır. Planlama, tasarım, uygulama aşamalarında konut ve yerleşmeler üzerinde yapılacak çok disiplinli çalışmalarda, özellikle şehir planlama ve mimarlık disiplinleri çalışmalara henüz tasarım aşamasında yön verebilmeleri nedeniyle çok önemlidir.



Şekil 2.3 : Sektörlere göre ekonomik emisyon azaltım potansiyeli, 2030 [22].

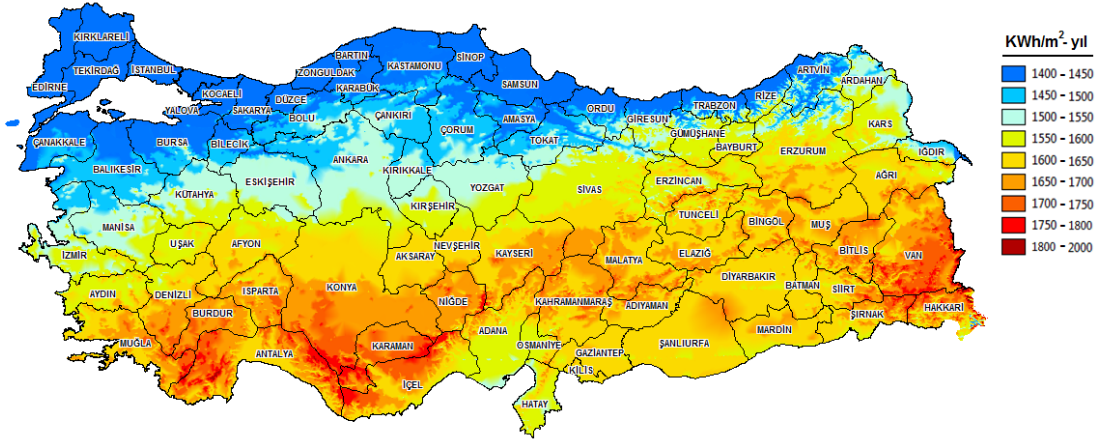
Şehir planlama ve mimarlık disiplinleri, konut ve yerleşme ölçeğinde enerji verimliliğini arttırabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımını iyi değerlendirmelidir. Güneş enerjisinin temiz ve sonsuz bir kaynak olmasının yanı sıra Türkiye'nin yüksek güneşlenme süresi ve yüksek güneş ışıınımı kazanımı, güneş enerjisinin diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasında ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Bu da planlama ve mimarlık disiplinlerinin; konut ve yerleşme tasarımında güneş enerjisinden yaralandığı ölçüde, daha temiz, daha sağlıklı ve daha yaşanabilir yapma çevre oluşturulma potansiyelini göstermektedir.

2.2 Güneş Enerjisinin Konut ve Yerleşmelerde Etkin Kullanımı

Türkiye, dünya üzerindeki konumuyla güneş kuşağı olarak adlandırılan ve güneş enerjisinden en iyi faydalanabilen bölgelerden birinde bulunmaktadır. Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi metrekarede 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışıınım şiddeti metrekarede yılda 1.311 kWh (günlük ortalama 3,6 kWh) olarak belirlenmiştir [20].

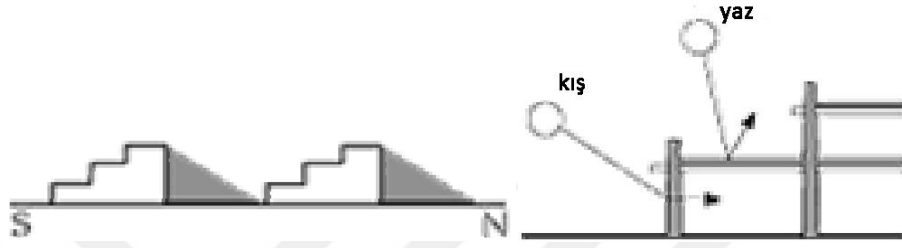
Güneş kaynaklarının etkin ve verimli kullanabilmesi ve bu kaynakların enerji üretiminde değerlendirebilmesine yönelik potansiyel belirleme çalışmaları Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü

(MGM) tarafından yapılmış ve bu kapsamda üretilen bilgiler Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) albümünde yayınlanmıştır (GEPA, 2014) [23].



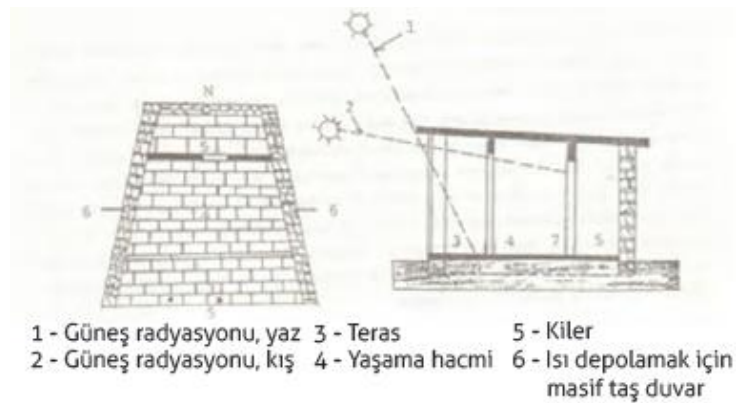
Şekil 2.4 : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası [23].

Dünya'nın en büyük enerji kaynağı olan güneşin yerleşme ve konut tasarımı üzerindeki etkisi mimarlık tarihinin en eski dönemlerinden günümüze değin izlenebilmektedir. Örneğin MÖ 90-20 yılları arasında yaşadığı tahmin edilen Romalı mühendis ve mimar olan Vitruvius'un, MÖ 25 yıllarında yayımladığı tahmin edilen ve 10 kitaptan oluşan De Architectura isimli seride ilkim ve mimari tasarım üzerine oldukça detaylı açıklamalara yer verilmiştir. Özellikle 6. Kitabın ilk beş bölümünde; iklim, arazi eğimi, arazi yönlenmesi, güneşin yörüngesi gibi kavramlar üzerinden binaların arazideki konumu, binaların formu, çatı, duvar ve taşıyıcı ilişkileri ve yapı planları üzerine önerilerde bulunmuştur. 6. Kitabın, "Konut biçiminin belirleyicisi olarak iklim" başlıklı bölümünde: "Özel konutlarda tasarımlarımızın doğru olması bakımından işe başlarken, yapıldıkları ülke ve iklim koşullarını gözetmemiz gerekir. Belli bir konut biçimi Mısır için uygun görünürken, bir diğeri ise İspanya, Pontus, Roma ve başka yöreler ve iklimler için geçerlidir. Bunun nedeni, dünyanın bir bölümünün güneşin direkt yörüngesinde olması, diğer bölümünün bunun dışında, geri kalanının ise bunların ikisi arasında bir yerde oluşudur. Konut tasarımlarının da, ülkelerin özelliklerine ve iklim değişikliklerine uymaları gerektiği açıktır." denilmiştir [24]. Bu metinden tarihin en erken dönemlerinde dahi güneş ve yapı ilişkisinin ne kadar önemli olduğu görülebilmektedir. Şekil 2.5'te Kuzey Amerika'da yer alan Acoma Pueblo (New Mexico) yerleşmesi görülmektedir. 1000 yıl önce Amerikan yerlilerinin inşa ettiği yerleşmede yer alan yapılarda güneşe erişimin sağlanmasına yönelik önlemler dikkat çekmektedir [25].



Şekil 2.5 : Acoma Pueblo yerleşimi [25].

M.Ö. 470 -399 yılları arasında yaşamış olan Filozof Sokrates de güneş ve yapı üzerine çalışmalar yapmıştır. Sokrates'in Güneş Evi adlı çalışma Şekil 2.6'da verilmiştir. Sokrates'in öğrencisi olan Xenophon'un, "Sokrates'in Hatırlanması Gereken Fikirleri" (The Memorable Thoughts of Socrates) adlı kitabında, Sokrates'in bir açıklamasını: "Ev inşa eden birisinin öncelikle evi nasıl daha ferah ve kullanışlı yapabileceğini araştırması gerekmez mi? Yazın serin, kışın sıcak olan bir evde yaşamak büyük bir keyif değil midir? Ve bu özelliklere sahip olan evler güneye bakan evler değil midir? Çünkü kışın güneş ışınları eve girerken, yazın çatının üzerinden geçer. Bu nedenle, güneye bakan evler yüksek olmalıdır ki kış güneşini alabilsinler ve tam tersine, kuzeye bakan evler olabildiğince alçak olmalıdır ki kış rüzgarlarından etkilenmesinler." şeklinde aktarmıştır [26].



Şekil 2.6 : Sokrates'in Güneş Evi (M.Ö. 469-397) [27].

Türkiye’de yer alan ve izleri M.Ö. 7. yy’ a kadar izlenebilen Priene Antik Kenti’nde de yerleşme ölçeğinde tasarım parametrelerinin dikkate alındığı görülmektedir. Şekil 2.7’de görülebileceği gibi, güney yamacına yerleşmiş olan yapılar kış boyu güneş ışınlamından yararlanabilmektedir [28].



Şekil 2.7 : Priene çizimsel rekonstrüksiyon [28].

Bu örneklerle Türkiye’deki geleneksel mimari altında incelenen yapılardan sıcak kuru iklim bölgesinde yer alan geleneksel Diyarbakır konutları eklenebilir. Bu konutların avlular ve eyvanlar ile gölgeli alanlar oluşturduğu, konutu oluşturan birimlerin bulunduğu yöne ve formuna göre yazlık ve kışlık olarak ayrıldığı görülmektedir. Bu iklim bölgesinde güneşin istenmeyen etkilerini azaltmak için mimari formlar gölge oluşturacak şekilde seçilirken, ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan Safranbolu evlerinde güneşin etkisi arttırılabilmek için tasarlanmış çıkmalı ve güneşe yönelen cepheler dikkat çekmektedir [28].

Sanayi devrimi sonrası kırsaldan kente göç, kentlerde artan nüfus ve hızlı kentleşme; konut üretiminde hız ve maliyeti ön plana çıkarmıştır. En kısa sürede en uygun maliyetle en çok konut üretimi politikaları, yapılaşmış çevrede iklimsel duyarlılığı

azaltmış ve bunun sonucu olarak sosyal ve doğal çevrede refah seviyesi düşmüştür. Ayrıca II.Dünya Savaşı'ndan sonra maddi imkânsızlıklar nedeniyle nitelikli konut tasarlamak yerine çok sayıda konut üretmek önem kazanmıştır ve bununla birlikte toplu konutlar ön plana çıkmıştır [29].

Güneşten etkili faydalanabilme, güneşlenmeyle ilgili verilerin mimari ve kentsel tasarım süreçlerinde yer almasıyla mümkün olabilir. Güneşten yararlanma endişesinin söz konusu olduğu bir tasarımda; güneşlenme ile ilgili kurallar bütününün, tasarımın her aşamasında etkisini sürdürerek biçimlendirmeyi doğrudan etkilemesi beklenir. Bu nedenle güneşlenme konusunun mimari tasarım projelerinin fikirsel gelişim aşamasında yer alması gerekmektedir [28]. Güneş enerjisinin etkin kullanımı, bir birim güneş enerjiden elde edilen faydanın arttırılması olarak tanımlanırsa, güneş enerjisi etkin yapının da bu enerjiyi en etkin şekilde kullanan yapı olduğunu söylemek yanlış olmaz.

Mimaride güneş enerjisinin kullanımı henüz tasarım aşamasında alınabilecek kararlardan, güneş pilleri gibi yüksek teknolojik bilgi gerektiren yöntemlere geniş bir skala göstermektedir. Güneşten faydalanma veya korunma olsun, tasarımla gerçekleştirilecek önlemler dizisi, kentsel ve mimari tasarım ölçeklerinin arakesitinde yer almaktadır. Bu ara ölçekte belirlenecek kararlar dizisi, büyük ölçüde yıllar boyunca binaların her birinin enerji performanslarını ve bununla birlikte kullanıcıların yaşam kalitesinin seviyesini belirleyecektir [28].

Güneş enerjisinin binalarda kullanımı pasif ve aktif güneş sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Binaların tasarım aşamasında mekânların ısıtılması için güneş enerjisinin kullanılması 'pasif güneş sistemleri' olarak; güneş toplayıcıları ve güneş pilleri gibi tasarıma eklenen her teknolojik ürün ise 'aktif güneş sistemleri' olarak tanımlanmaktadır. Pasif sistemler de doğrudan ve dolaylı pasif sistemler olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. Doğrudan pasif güneş sistemlerinde bina, güneş ışınlarını doğrudan iç mekânlara alırken, dolaylı pasif güneş sistemlerinde bina, cam yüzey ve arkasına yerleştirilmiş ısı depolamaya uygun ısıl kütle aracılığıyla cam yüzeyden geçerek duvara gelen ısıyı ısıtım veya taşıtım yoluyla iç mekâna iletilmesi ilkesi ile tasarlanmaktadır. Aktif sistemlerin binalardaki görevlerinin minimize edilerek enerji ekonomisi sağlanması, binaların ısıtıcı ajanlar olan güneş ısıtımını ve dış hava sıcaklığı gibi iklim elemanlarının etkilerini optimize edecek pasif sistemler olarak tasarlanması ile olanaklı olabilmektedir [30].

Bu çalışma kapsamında güneş enerjisinin doğrudan kullanılması için, konut ve yerleşme tasarımı özellikle yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerini oluşturan; arazinin eğimi ve yönlenmesi, bina aralıkları, bina yükseklikleri gibi değişkenler üzerinde durulmaktadır. Konut ve yerleşmelerin tasarım aşamasında en önemli araçlardan biri olan imar mevzuatına göre alınan kararlar açısından, yapılarda aktif ve pasif sistemlerin dengelenmesi durumunda sağlanabilecek enerji kazançları üzerinden binaların enerji etkinlikleri incelenmektedir.

2.3 Güneş Enerjisi Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımında Etkili Olan

Parametreler

Çalışmanın ilk kısmında konut ve yerleşmelerin enerji tüketimindeki payı, mimarlık ve planlama disiplinlerinin bu paydaki etkileri ve konutların enerji etkin tasarımında güneş enerjisinin potansiyelleri üzerinde durulmuştur. Konut ve yerleşmelerde enerji tüketiminin azaltılması için güneş enerjisinin etkin kullanımı, tasarım aşamasında tasarım parametrelerinin uygun değerlerinin belirlenmesiyle mümkün olabilmektedir. Çalışmanın bu kısmında üzerinde durulacak olan parametreler ve değerleri için, İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde TÜBİTAK Araştırma Raporu olarak hazırlanmış olan 'Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı' isimli çalışma ana kaynak olarak kullanılmıştır [31].

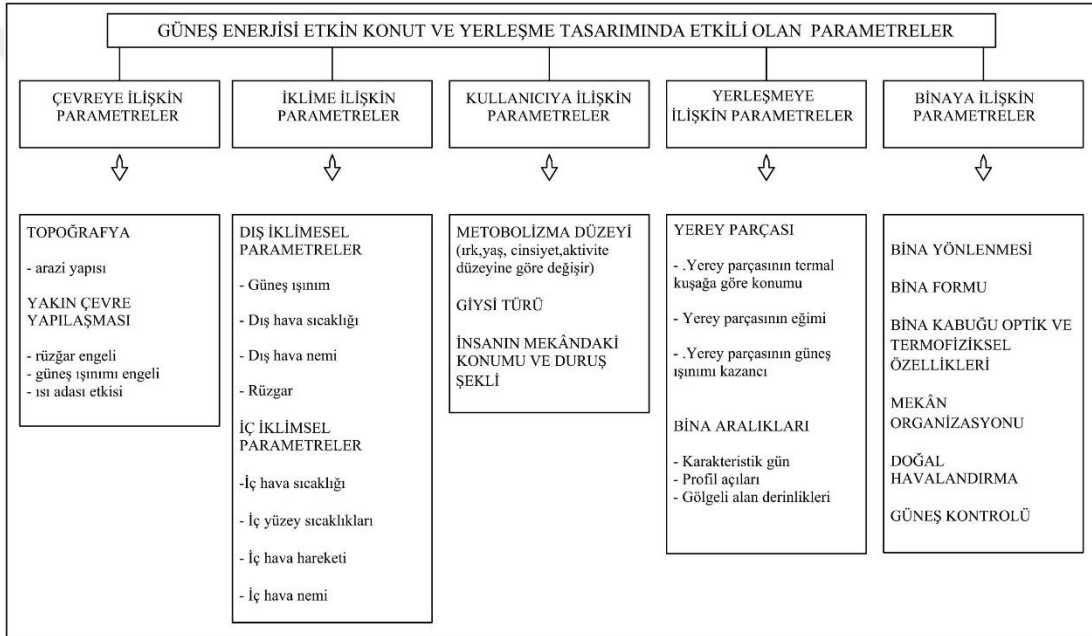
Binalarda iklimsel ve görsel konfor koşullarının sağlanabilmesi için enerji harcanmak zorundadır. Konfor durumu, fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullar takımı olarak tanımlanmaktadır.

Konfor koşulları,

- iç çevre için iklimsel konfor standartlarının saptanmasına
- iklimsel ve görsel açıdan konforlu olması ve enerji tüketiminde minimizasyon sağlanması öngörülen binalar ve yerleşme birimleri için önerilebilecek tasarım kriterlerine
- Binaların ve yerleşme birimlerinin iklimsel konfor, görsel konfor ve enerji tüketimi açılarından değerlendirilmesinde kullanılabilecek kriterlerin belirlenmesine temel teşkil eder.

Dolayısıyla konfor koşulları, kullanılmakta olan bir binanın (veya yapma çevrenin) sağlaması gereken optimal iç iklim durumunu ve görsel koşullarını tanımlaması açısından çok önemlidir. Amaç minimum ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatma enerjisine dayalı bir çevre yaratmak olduğuna göre, konfor koşullarının saptanması tasarım sürecinin başlangıcını oluşturmalıdır [31]. İç iklimsel durumun bileşenleri: iç hava sıcaklığı, iç yüzey sıcaklıkları, iç ortam nemi ve hava hareketleri iken; görsel konforun bileşenleri de aydınlık düzeyi, parlılık ve renktir [31].

Bu bölüm içinde güneş enerjisi etkin konut ve yerleşme tasarımında etkili olan parametreler çevreye, iklime, kullanıcıya, yerleşmeye ve binaya ilişkin olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 : Güneş enerjisi etkin konut ve yerleşme tasarımında etkili olan parametreler

2.3.1 Çevreye ilişkin parametreler

Çevreye ilişkin en önemli iki parametre topografya ve yakın çevre yapılaşmasıdır.

2.3.1.1 Topografya

Binanın enerji etkinliğinde, yer secimi aşamasında topoğrafik analizlerin yapılması oldukça önemlidir. Topografya üzerinde yerleşmek için seçilecek olan yerey parçasının konumu iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle çevre topografyanın iyi analiz edilmesi, arazi yapısının iyi çözümlenmesi tasarımın en erken aşamasında önemli bir parametredir. Çevredeki en yüksek ve en düşük kottaki arazi

parçalarının tespiti, değişen eğim durumu; rüzgâr, nem, güneş ışıınımı gibi iklimsel elemanları etkileyerek yöreye özgü iç iklimlerin (micro-klima) oluşmasında etkili olabilmektedir.

2.3.1.2 Yakın çevre yapılaşması

Binaların ya da yerleşmelerin birbirlerine göre konumları, arazi parçası üzerindeki komşulukları, birbirlerinin rüzgâr hareketlerini ve güneş ışıınımı kazançlarını etkilemektedir. Yerleşme yoğunluğun bağlı olarak, ortalama iklimsel değerlerde yerleşme ölçeğinde farklılıklar görülmektedir ki kentsel ısı adası oluşumları bu duruma bir örnektir.

2.3.2 İklima ilişkin parametreler

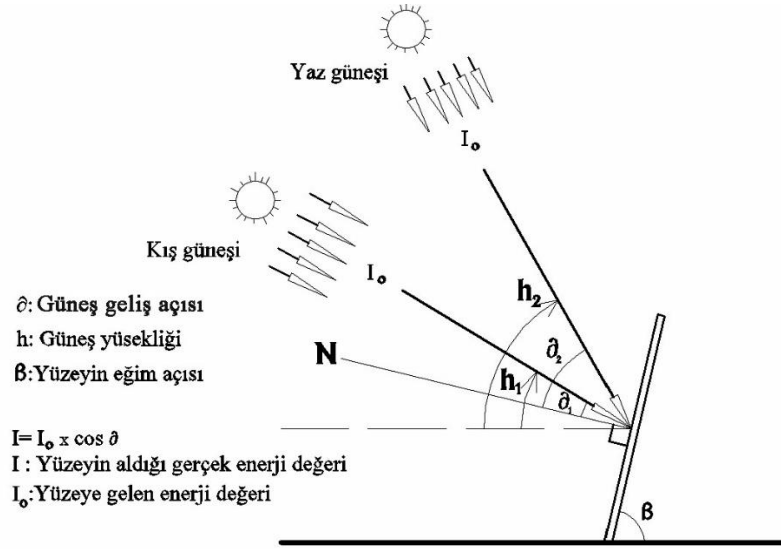
Bina iç ve dış ortamı arasındaki iklimsel dengelerin en az enerji sarfiyatı ile sağlanması için, çalışılan iklim bölgesi özellikleri çok önemlidir. Bina iç ve dış ortam hava şartları arasındaki etkileşimin doğru tanımlanabilmesi için: güneş ışıınımı, hava sıcaklığı, hava nemi, hava hareketleri gibi iklim elemanlarının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Ayrıca iklim elemanlarını etkileyen: dünya üzerindeki konum, topografya, deniz seviyesinden yükseklik, bitki örtüsü ve çevre yapılar gibi fiziksel çevre elemanlarının detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Türkiye’de görülen İklim bölgeleri: ılımlı nemli, ılımlı kuru, sıcak nemli, sıcak kuru ve soğuk olarak sınıflandırılabilir [31]. Türkiye iklim bölgelerine ait harita Ek A olarak verilmiştir.

2.3.2.1 Dış iklimsel parametreler

Güneş Işıınımı

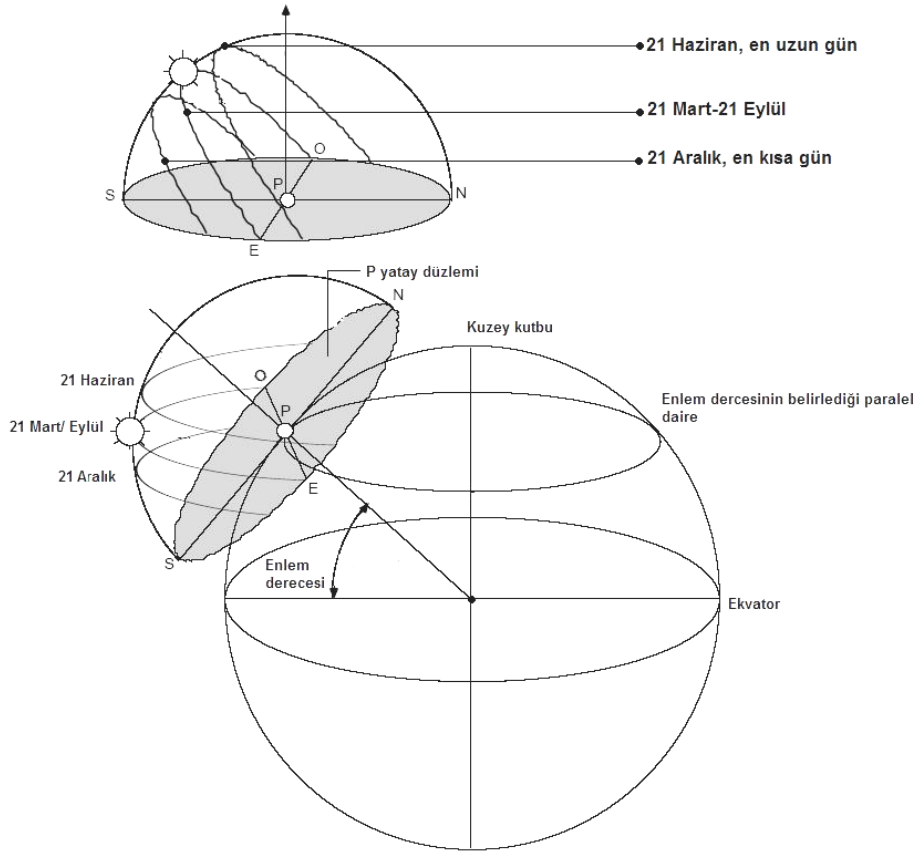
Güneş 6000 K derece sıcaklığında sıcak bir cisim olup elektromanyetik ışıma şeklinde enerji yaymaktadır. Dalga boylarının uzunluğu sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Güneş ışınlarından bir yüzeye ısı transferi ışıma ile gerçekleşmektedir. Bir yüzeye gelinceye kadar da değişikliklere uğramaktadır.

Bir yüzeye gelen güneş radyasyonun enerji yoğunluğu üç temel bileşenden oluşmaktadır: doğrudan (direkt), yayılı (difüz) ve yansıyan (reflektif). Birim yüzeye düşen güneş ışıınımı birimi kWh /m²’dir. Doğrudan güneş radyasyonu, güneşe doğru yönelmiş yüzey üzerine gelen doğrudan güneş radyasyonudur. Değeri güneş yüksekliğine, yüzeyin eğim açısına ve yönüne bağlıdır (Şekil 2.9). Doğrudan gelen güneş ışınlarının yüzeyin normali ile yaptığı güneş geliş açısıdır [28].



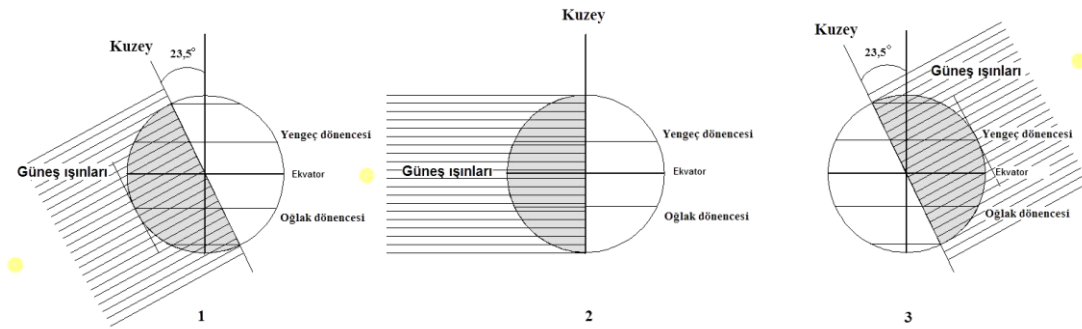
Şekil 2.9 : Bir yüzeye gelen güneş ışıma değerini etkileyen bileşenler.

Dünya üzerinde bir noktadan bakıldığında, güneşin dünya etrafında dönmekte olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum yeryüzünde olan bir algılama olup bağıl niteliktedir. Gözlemci, sabit bir noktadan gökyüzünde güneşin görünür hareketini ve yörüngelerini, güneşin doğuşundan batışına kadar tüm yıl boyunca görebilmektedir (şekil 2.10).



Şekil 2.10 : Dünya üzerinde bir P noktasına göre güneş yörüngeleri [32].

Kuzey yarım kürede, güneşin doğuş ve batışı, kışın daha çok güney yönündedir. Yaz dönemlerinde ise güneşin yörüngesi kuzeye doğru kayar. Mevsimleri oluşturan bu hareket, dünyanın kuzey-güney kutuplarından geçtiği farz edilen doğrunun, güneş çevresinde dönerken yaptığı açıdan kaynaklanmaktadır (Şekil 2.11). 1. durum, 21 aralık tarihinde kuzey yarım kürede en kısa gün , güney yarım kürede ise en uzun gün yaşanmaktadır. 2. durum, 21 Mart ve 21 Eylül tarihinde dünyanın her tarafında gece ve gündür süreleri eşittir. 3. Durum, 21 Haziran tarihinde kuzey yarımkürede en uzun, güney yarım kürede en kısa gün yaşanmaktadır.



Şekil 2.11 : Mevsimlerin oluşumu

Güneş ışınları ile dünya üzerindeki yüzeyler arasında belli açılar vardır. Yeryüzündeki bir eğik düzleme gelen güneş enerjisi miktarı, yüzeyin bulunduğu yöreye, konuma ve güneşin geliş açısına bağlı olarak değişir [33]. Bu açılar Şekil 2.12’de verilmiştir

Güneşin geliş açısı (i)

Güneşin yatay yüzeye geliş açısı (z), doğrudan (direkt) güneş ışınımının yatay yüzeyin normali ile yaptığı açıdır.

Güneşin Yükseliş açısı (β)

Güneş ışınımı ile yatay yüzey arasındaki açıdır.

Güneş azimut açısı (Φ)

Güneş – Dünya doğrultusunun yatay düzlemdeki izdüşümünün güney doğrultusu ile yaptığı açıdır. Güneyden doğuya doğru (sabahları) artı (+), batıya doğru (öğleden sonraları) eksi (-) değerler alınmaktadır.

Yüzey azimut açısı (ψ)

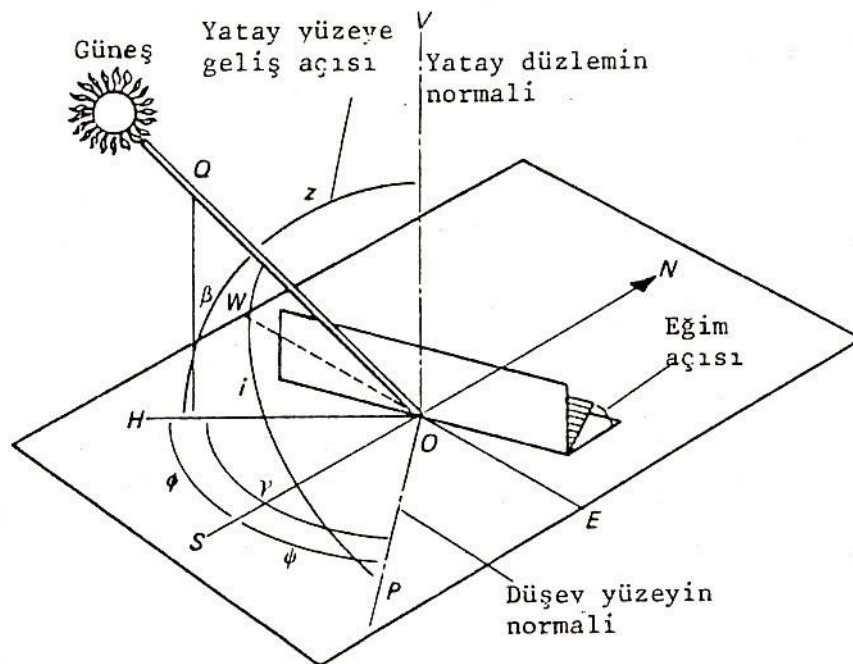
Yüzeyin normalinin yatay düzlemdeki iz düşümünün güney doğrultusu ile yaptığı açıdır.

Deklınasyon açısı (sapma açısı) (δ)

Dünya-güneş doğrultusunun yerin ekvator düzlemi yaptığı açıdır. Deklinasyon açısı $-23,45^{\circ}$ (21 Aralık kış gündönümünde) ile $+23,45^{\circ}$ (21 Haziran yaz gündönümünde) arasında değişmektedir. 2.1'deki bağıntıyla hesaplanmaktadır. İlkbahar ekinoksunda (21 Mart) ve sonbahar ekinoksunda (21 Eylül) deklinasyon açısı sıfırdır. 1 Ocaktan itibaren gün sayısı n olmak üzere;

$$\delta = 23,45 \sin [360 \cdot ((284 + n) / 365)] \quad (2.1)$$

ampirik Cooper formülü ile bulunmaktadır.



Şekil 2.12 : Güneş Açılarını [33]

Saat açısı (γ)

Güneş ışınının geliş doğrultusu ile ele alınan noktayı yer merkezine birleştiren doğrunun ekvator düzlemi üzerindeki izdüşümlerinin arasındaki açıdır. Zamanın açısal ölçüsüdür ve bir saat 15° boylama eşittir. Açı öğleden önce artı ve öğleden sonra eksi değer alır. Örneğin saat 10.00 için açı $+30^\circ$ ve saat 15.00 için -45° olmaktadır.

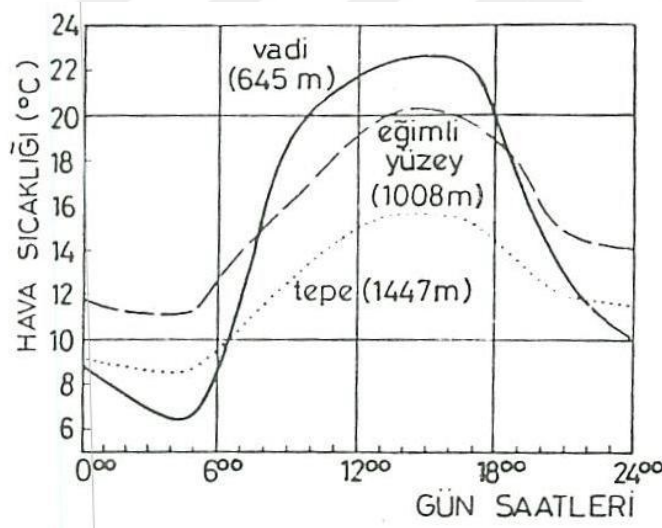
Eğim açısı (s)

Yatay yüzey ile eğik yüzey arasında kalan açıdır. Ekvatora yönelen yüzey için artı değer almaktadır.

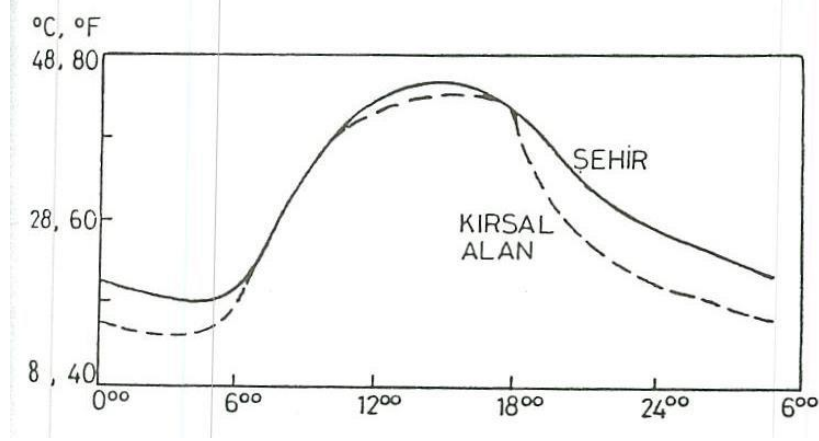
Dış hava sıcaklığı

Gölgede ve durgun hava koşullarında ölçülen dış hava sıcaklığının birimi °C' dir. Meteoroloji istasyonlarında gölgede kuru termometre sıcaklığı olarak ölçümlenen ve kaydedilen değerlerdir [34]. Aynı enlem derecesinde bulunan yerleşim alanlarının yıllık sıcaklık ortalamaları farklı olabilmektedir. Bunun sebebi; güneş radyasyonunun şiddeti, güneş enerjisinin atmosferden geçerken değişiminin etkisi, zeminin niteliği, yerküre ve atmosfer arasındaki ilişki, buharlaşma, ergime, donma gibi olaylardaki enerji değişim miktarları, hava hareketleri ve deniz akıntılarının yönü ve şiddeti, konveksiyon ve türbülansla enerji transferi ve yüksekliktir [35].

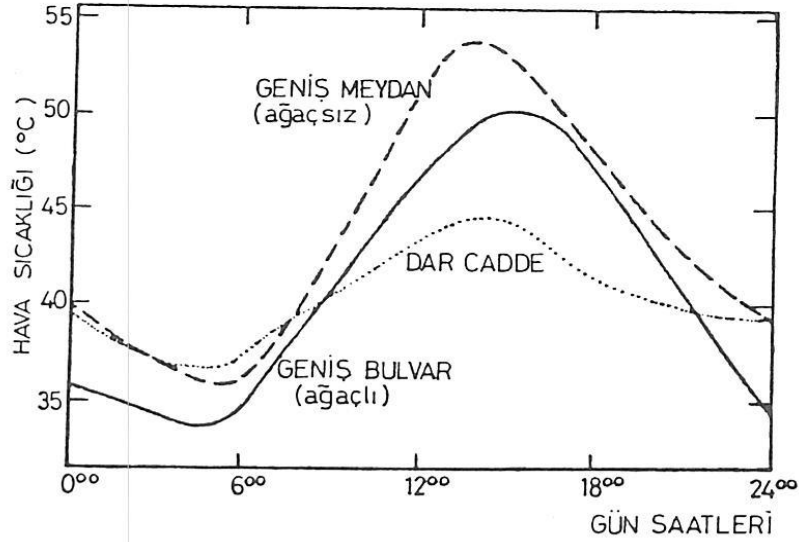
Dış hava sıcaklığı değerleri yerleşme yamacının farklı noktalarında farklı değerler alabilmektedir, Şekil 2.13'te görülebileceği gibi vadiden tepeye doğru çıkıldıkça değişim göstermektedir. Ya da Şekil 2.14'te görüldüğü gibi kent dokusu içinde geniş bir meydana dar bir caddeye geçildiğinde değişiklik gösterebilmektedir. Ayrıca Şekil 2.15'te görüldüğü gibi dış hava sıcaklığı kırsal ve kentsel alanlarda da değişiklik göstermektedir [34].



Şekil 2.13 : Grosse-Arber'de açık atmosfer koşullarında günlük hava sıcaklığı değişimi [36].



Şekil 2.14 : Hafif rüzgarlı açık bir günde şehir ve kırsal alan sıcaklıklarının günlük değişimi [36].



Şekil 2.15 : Ağaçsız geniş meydan, dar cadde ve ağaçlı geniş bulvardaki günlük sıcaklık değişimi [36].

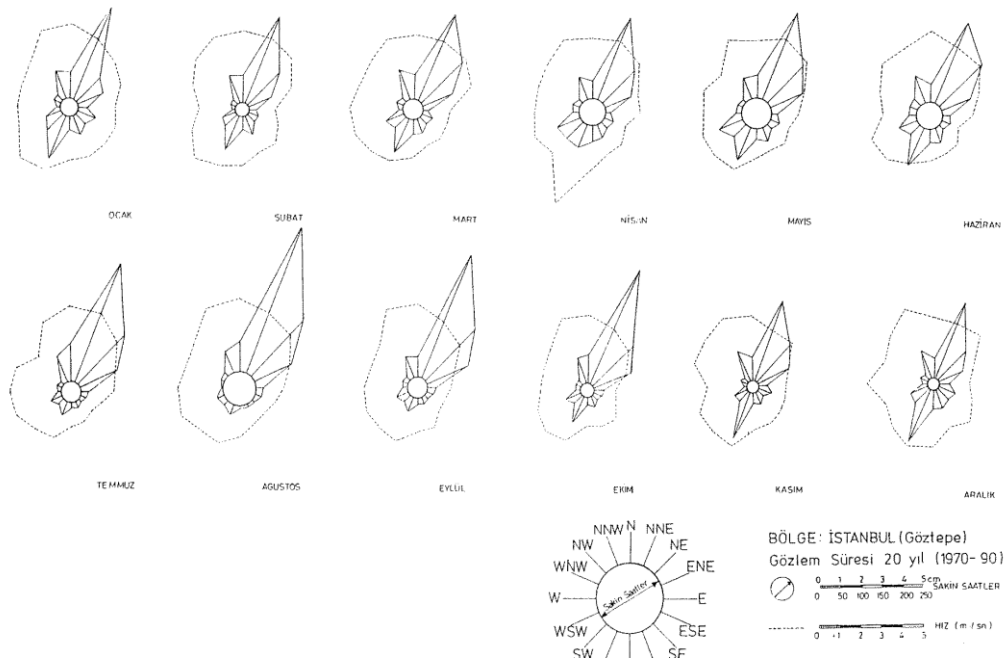
Dış hava nemi

Atmosferdeki su buharı miktarına nem denir. Verilen şartlardaki havanın içindeki su buharı kitlesinin aynı şartlardaki havanın içinde bulunması mümkün olan maksimum su buharı kitlesine oranıdır. Bağıl nem, havada bulunan su buharına ait kısmi basıncın, aynı sıcaklıktaki doymuş havanın kısmi buhar basıncına oranı olarak da tanımlanabilir. Başka bir deyişle bağıl nem, havanın belirli bir sıcaklıkta taşıyabileceği nem miktarının yüzde kaçını taşıdığını belirtmektedir. Dış hava nemi sıcaklığın hissedilen değerleri üzerinde etkilidir. Bağıl nem arttıkça hissedilen sıcaklık değeri artmaktadır.

Güneş ve rüzgâr etkenlerinin değişimine bağlıdır. Ayrıca, yeryüzü bitki örtüsüne, su yüzeylerine, topografik duruma bağlı değişimler göstermektedir [35]. Dış hava nemi sıcaklığın hissedilen değerleri üzerinde etkilidir.

Rüzgâr

Rüzgâr ana doğrultusu yeryüzüne paralel olan hava hareketidir ve hızı m/sn ile ölçülür. Bu hava hareketleri, yüzeylerin farklı ısınıp soğumasının neden olduğu basınç değişikliklerinin oluşturduğu atmosferik yoğunluk farklarından oluşur. Hava hareketlerinin yeryüzüne yaklaştıkça, zamana bağlı olarak hızı ve esme yönü değişim göstermektedir. Rüzgârın doğrultusundaki zamana bağlı değişim “hâkim (baskın) rüzgâr” yönü belirlenmesinde ele alınmaktadır. Tasarımda yapı ve yerleşme ölçeğinde hâkim yönden esen rüzgârın ortaya koyduğu hız ve esme sayısı gibi nicelikler ele alıdır. Meteoroloji istasyonlarında esme yönü, esme sayısı ve hızı anemograflarla 2-10 m. yükseklikte ölçülüp ve kaydedilmektedir. Bu ölçülen değerler kullanılarak aylara göre rüzgâr gülleri çizilmektedir. (Şekil 2.16) [35].



Şekil 2.16 : İstanbul (Göztepe) yöresine ait rüzgar gülleri [31].

2.3.2.2 İç iklimsel parametreler

İç iklimsel değişkenlerin alacağı optimum değerlerin bileşkesi, iklimsel konforu oluşturduğu için, iç iklimsel değişkenler tasarımın çıktıları olarak ele alınmaktadır. Bu değişkenler iç hava sıcaklığı, iç yüzey sıcaklıkları, iç hava hareketi, iç hava nemidir [31].

İç hava sıcaklığı

Çevre havasının kuru termometre sıcaklığı, insanın çevresiyle taşınım (konveksiyon) yoluyla yaptığı ısı alışverişi miktarını belirleyen en önemli değişkendir. İnsan ile çevresi arasındaki ısı taşınımı, vücut yüzey sıcaklığı ile hava sıcaklığı dengeleninceye kadar devam eder. Sonuçta gerçekleşen vücut yüzey sıcaklığının insanın iklimsel konforunu etkileyen en önemli değişkenlerden biri olduğu söylenebilir [37].

İç yüzey sıcaklığı

Uzun dalga ısı ışıınım insanın çevresiyle ısı alış-verişini belirler. Açık mekânlarda güneş ışıının etkisi önemli iken kapalı mekanlar için mekanı çevreleyen yüzeylerin sıcaklıklarına bağlı olarak ortaya çıkan ısı ışıınım ağırlık kazanmaktadır. Kapalı bir hacmi çevreleyen yüzeyler ile hacim içi çevre arasında ışıınım yoluyla ısı alışverişi olduğundan, iç hava sıcaklığının oluşmasında etkili olan iç yüzey sıcaklıkları, iklimsel konforu etkileyen en önemli değişkenlerden biridir [37].

İç hava hareketi

Hava hareketi hızı herhangi bir yüzeyle hava arasındaki ısı taşınımı katsayısını etkilediğinden, insanla çevresi arasında taşınım yoluyla oluşan ısı transferi miktarını etkileyen bir değişkendir [38].

İç hava nemi

Havanın nemliliği insanın cildinden su buharı difüzyonu ile, cildin yüzeyinden terin buharlaşması ile ve nefes ile vücuttan kaybedilen ısı miktarlarını etkileyen bir değişkendir [38].

2.3.3 Kullanıcıya ilişkin parametreler

2.3.3.1 Metabolizma düzeyi

Metabolizma düzeyi, insan vücudunun aldığı yiyecekleri yakarak birim zamanda ürettiği ve metabolizma düzeyi olarak adlandırılan enerji miktarını etkileyen bir değişkendir. Birimim MET olarak ifade edilmektedir ve $1\text{MET} = 58.2 \text{ W/m}^2$ 'dir [37].

ASHRAE standartlarından alınan ve belirli eylem türleri için metabolizma düzeyleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Belirli eylem türleri için metabolizma düzeyleri [39].

Eylem Türü	Metabolizma Düzeyi (MET)
Yatarak dinlenme	0.8
İş yapmadan oturma	1.0
Oturarak yapılan işler (okulda, ofiste, evde, vb.)	1.2
Ayakta iş yapmadan durma	1.2
Ayakta hafif işler yapma (alışveriş vb.)	1.6
Ayakta orta ağırlıkta iş yapma (tezgahtarlık, vb.)	2.0
Ayakta ağır iş yapma	3.0

2.3.3.2 Giysi türü

Giysi türü giysilerin ısı yalıtım direncini belirlediğinden ve dolayısıyla insanla çevresi arasındaki ısı transferi miktarını etkilediğinden iklimsel konfor koşullarının belirlenmesinde bilinmesi gereken önemli kişisel değişkenlerden biridir. Giysilerin ısı yalıtım direnci Clo birimi ile ifade edilmektedir ve $1 \text{ Clo} = 0.155 \text{ m}^2/\text{W}$ 'tır [37]. Ashrae standartlarından alınan ve belirli tip giysilerin dirençleri Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 : Belirli tip giysilerin dirençleri [39].

Giysi Tipi	Isı Geçirirne Direnci (Clo)
Kışlık giysiler	0.8 – 1.2 (0.90)
Yazlık giysiler	0.35 – 0.60 (0.50)
Mevsimlik giysiler	0.60 – 0.80 (0.70)

2.3.3.3 İnsanın Mekândaki Konumu ve Duruş Şekli

Kapalı bir hacimdeki insanın ısısal ışıınım yoluyla yaptığı ısı alışveriş miktarı, insanın mekan içindeki yerine ve duruş biçimine (ayakta veya oturur olması) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Çünkü insanla, insanı çevreleyen yüzeyler arasındaki aç faktörleri insanın hacim içindeki konumunun bir fonksiyonudur. Dolayısı ile ısısal ışıınımın önemli bir ögesi olan ortalama ışıınımsal sıcaklık, yalnızca hacimdeki yüzeylerin sıcaklıklarına değil, aynı zamanda insanların o yüzeylere göre konumlandırılış durumlarına da bağlıdır. Bu nedenle kapalı bir hacimdeki insanın konumu iklimsel konforu etkileyen önemli değişkenlerden biri olarak kabul edilir [38].

2.3.4 Yerleşmeye ilişkin parametreler

Bu kısımda yerleşmeye uygun bölgelerin (yerey parçalarının) ve bina aralıklarının belirlenmesi anlatılmaktadır.

2.3.4.1 Yerey parçasının belirlenmesi

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarının azaltılması ve hava kirliliğinin önlenmesi hedeflendiğinden, uygun yerleşme bölgeleri seçiminde, diğer bir deyişle uygun yerey parçası eğimi, yönü ve konumu belirlenmesinde aşağıdaki ilkeler ele alınmalıdır [31].

Yerey parçası ısıtmanın istendiği dönemde maksimum, istenmediği dönemde minimum güneş ışıınımı kazancı olanaklı kılan yön ve eğime sahip olmalıdır.

Maksimum bina yoğunluğunu, enerji korunumu açısından uygun olan güneşlenmeden ve insan sağlığında ödün vermeksizin gerçekleştirerek arazinin rasyonel kullanımı sağlanmalıdır.

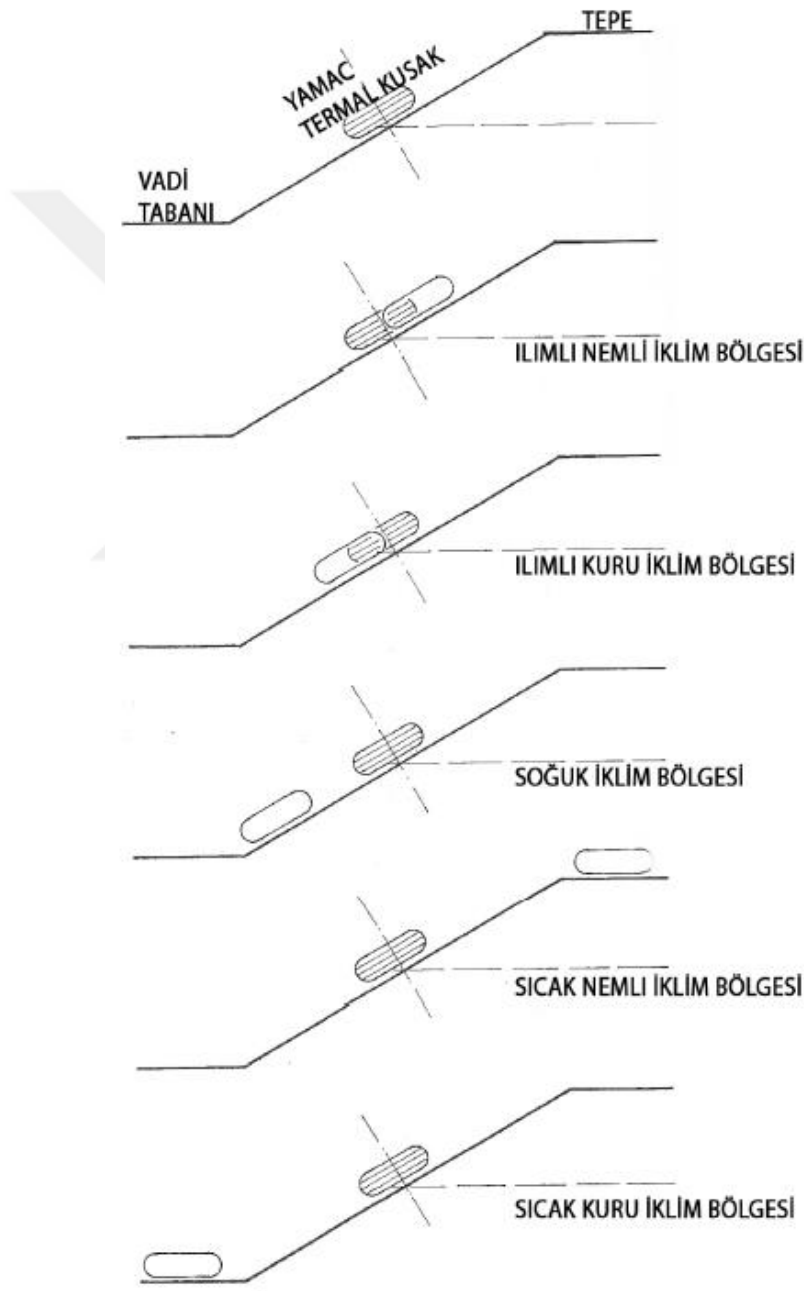
Farklı fonksiyonlara sahip yerleşme bölgeleri (sanayi, konut, ticaret, rekreasyon) rüzgarın hava kirliliğini bölgeden bölgeye taşıyıcı etkisini önleyecek şekilde birbirine göre doğru konumlandırılmalıdır.

Yörenin nemlilik durumu göz önünde bulundurularak gerek yüksek nemlilik ve gerekse yüksek kirlleticilik niteliği açılarından, yerleşmeye uygun olmayan çukur bölgeler veya yerleşilebilecek en düşük kot sınırı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yerey parçasının termal kuşağa göre konumu

Yerey parçasının konumu yörenin iklimsel karakterine ve insanın iklimsel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenmelidir. İklimsel etkiler açısından, her yamaç için yamacın en ılımlı olma niteliğine sahip parçası “termal kuşak” olarak tanımlanmaktadır. Ilımlı nemli iklim bölgesinde, rüzgârın, nemliliğin yarattığı konforsuzluğu giderici etkisinden yararlanmak amacıyla, termal kuşağın daha fazla rüzgâr alan tepeye yakın noktalarına yerleşilmesi uygun olmaktadır. Ilımlı kuru iklim bölgesinde ise, rüzgâra, sadece hava kirliliğini dağıtıcı etkisinden yararlanmak (ısıtmanın istenmediği dönemde ise rüzgârın karakteri değiştirilebiliyorsa yararlanmak) için ihtiyaç duyulduğundan termal kuşağın daha az rüzgâr alan alt noktalarına yerleşmek uygun olmaktadır. Soğuk iklim bölgesinde, ısıtmanın istendiği dönemde güneş ışıınımında maksimum yararlanmak ve rüzgârdan korunmak (rüzgârın

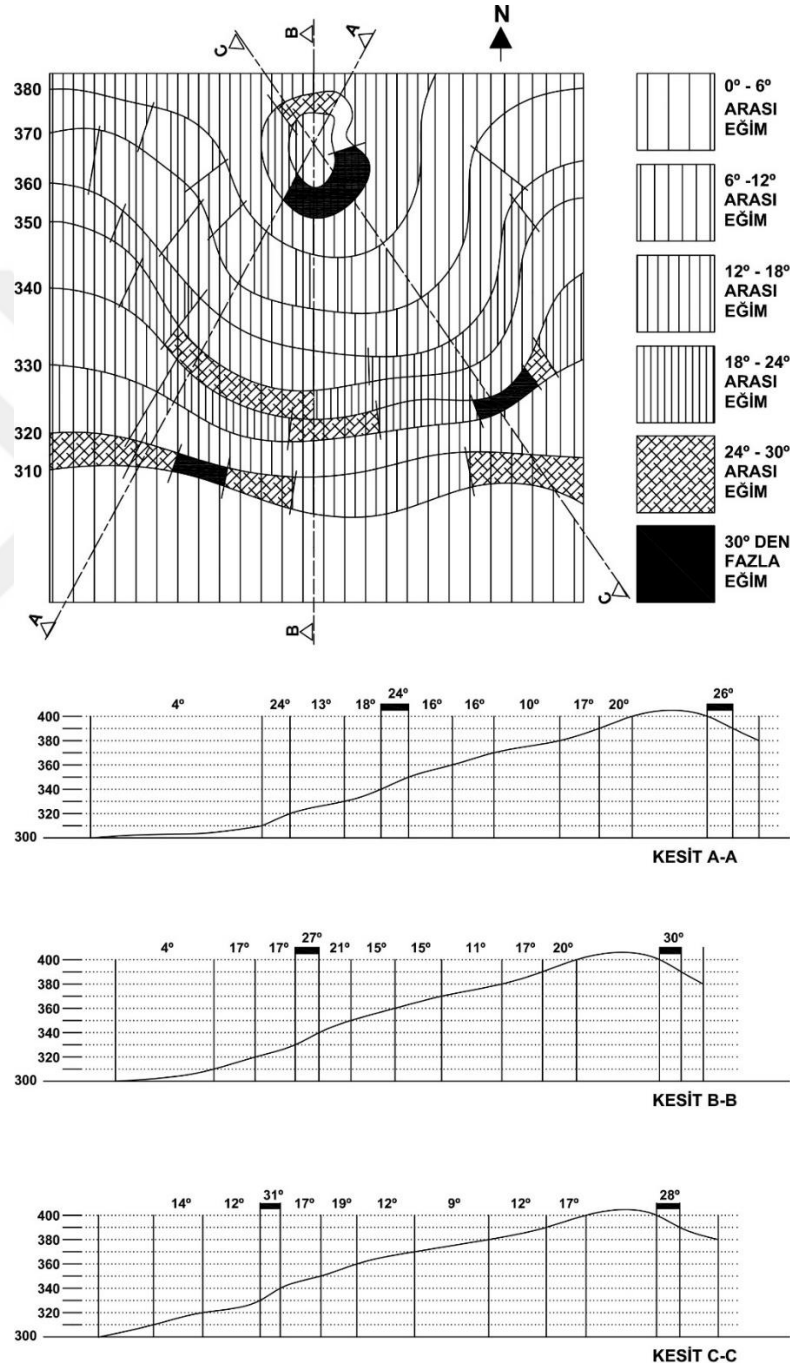
sadece hava kirliliğini azaltıcı etkisinden yararlanmak) istenildiğinden yamacın alt noktalarına yerleşmek uygun olmaktadır. Sıcak nemli iklim bölgesinde, nemliliğin olumsuz etkilerini azaltmak için rüzgârdan maksimum yararlanılmak istenildiğinden, tepe noktalara yerleşmek uygun olmaktadır. Sıcak kuru iklim bölgesinde ise, rüzgârdan korunmak (ancak rüzgarın karakteri değiştirilebiliyorsa yaralanmak) istenildiğinden vadi tabanına yerleşmek uygun olmaktadır. Yerey parçasının iklim türüne ve termal kuşağa bağlı olarak konumu Şekil 2.17’de verilmiştir [31].



Şekil 2.17 : Yerey parçasının iklim türüne ve termal kuşağa bağlı olarak konumu [31].

Yerey parçasının eğimi

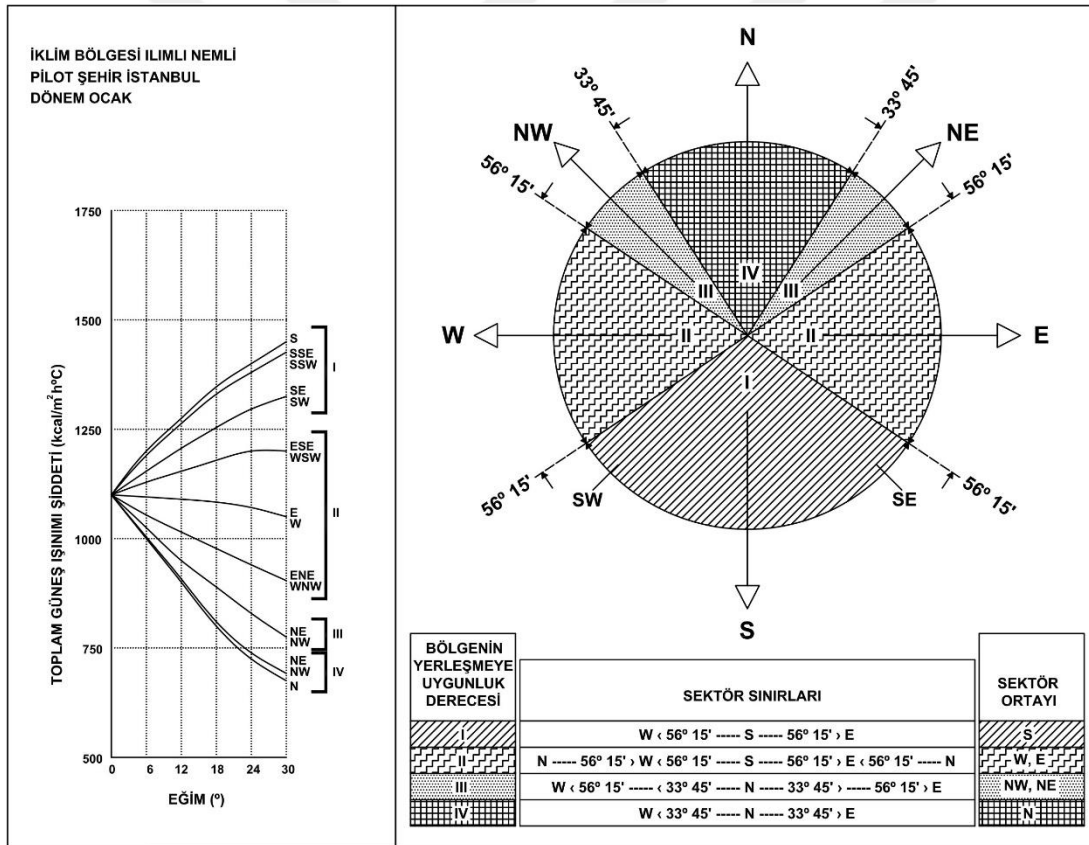
Herhangi bir arazide yer seçimi yapabilmek için öncelikle eğim analizi yapılmalıdır. Amaç düz alanların ve yönü yerleşmeye uygunda olsa eğimi yerleşme için uygun olmayan alanların (24° ve daha dik alanların) belirlenmesidir. Faklı eğime sahip alanların tanımlanmasına ilişkin örnek arazi eğim analizi Şekil 2.18’de verilmiştir [31].



Şekil 2.18 : Farklı eğime sahip alanların tanımlanmasına ilişkin örnek eğim analizi [31].

Yerey parçasının güneş ışıını kazancı

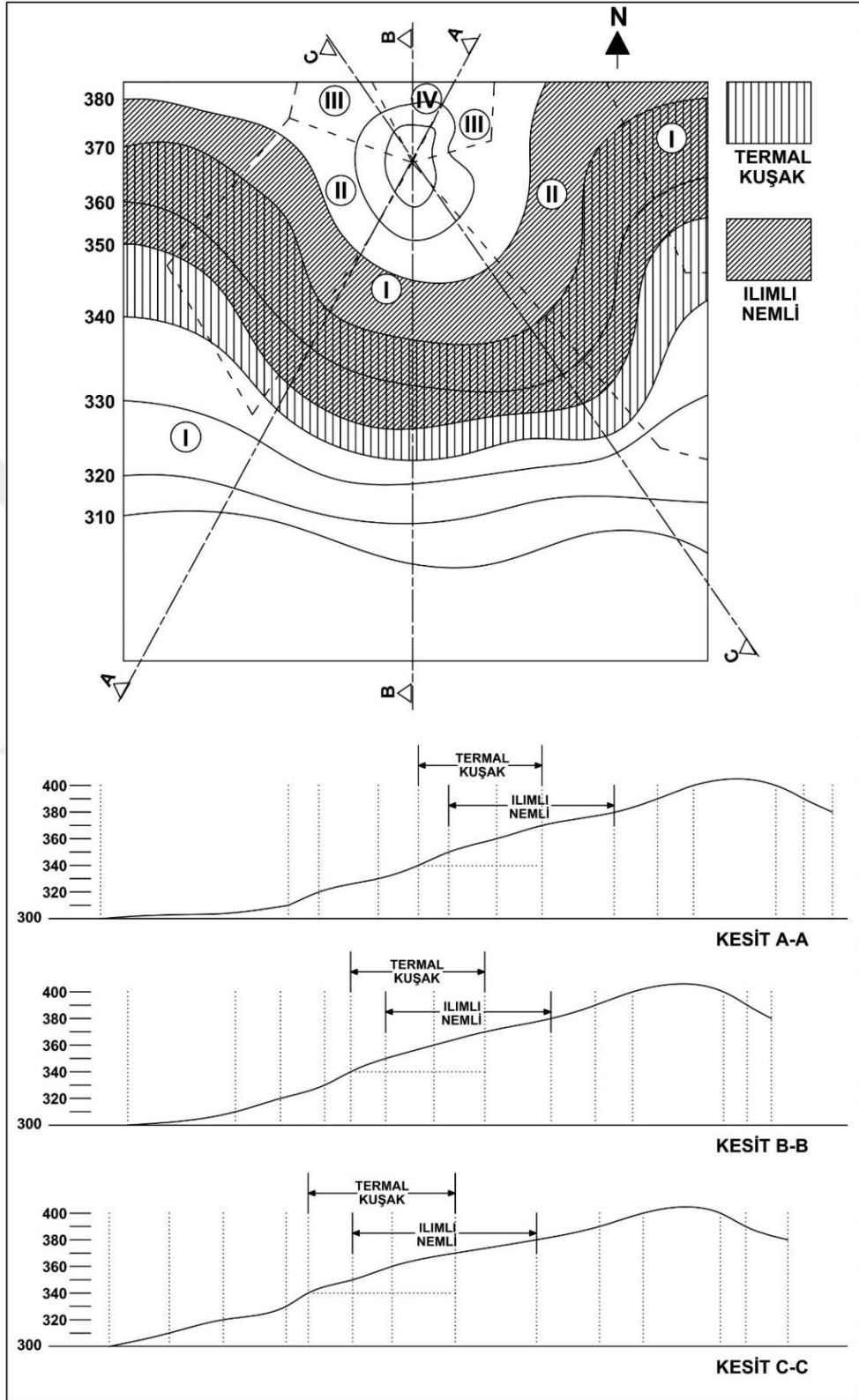
Farklı eğimlere sahip yüzeylerin farklı yönlendiriliş durumlarına bağı olarak, birim alanlarından kazanılan günlük ortalama güneş ışıını kazançları farklılık göstermektedir. Her bir eğim için, güneş ışıını kazancı açısından uygun yön sektörlerinin tespit edilmesi yer seçiminin erken aşamalarında enerji etkinliği için önemli bir adımdır. Şekil 2.19'da Ilımlı nemli iklim bölgesinde yer alan İstanbul için farklı eğim ve yöne sahip yerey parçalarının güneş ışıını kazançlarındaki değişim görülmektedir. Grafikten okunabileceğı gibi burada, S – SSE – SSW – SW –SE sektörleri yerleşmeye birinci derece uygun, NWN – W –WSW –ENE –E –ESE sektörleri yerleşmeye ikinci derece uygun, NW – NE sektörleri yerleşmeye üçüncü derece uygun, NNW – N – NNE sektörleri yerleşmeye 4. Derece uygun yön sektörlerini göstermektedir.



Şekil 2.19 : Farklı eğim ve yöne sahip yerey parçalarının güneş ışıını kazançlarındaki değişim ve sektör ortayları [31].

Termal kuşak, arazi eğimi ve güneş ışıını kazancının ilişkilendirilmesi önemlidir. Güneş ışıını kazancı açısından uygun olsa da inşaat ekonomisi açısından 24° ve daha dik alanların yerleşmeye uygun alanların dışında tutulması gerekmektedir. Şekil 2.20'de Ilımlı nemli iklim bölgesinde yer alan İstanbul için örnek arazi parçası

üzerinde yerleşmeye uygun yerey parçasının termal kuşağa göre konumu
örneklendirilmiştir. [31]



Şekil 2.20 : Ilımlı nemli iklim bölgesinde yer alan İstanbul için örnek arazi parçası üzerinde yerleşmeye uygun yerey parçasının termal kuşağa göre konumu [31].

2.3.4.2 Bina aralıkları

Binalar, aralarındaki uzaklıklara, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışıınımı ve rüzgâr engelleri olarak işlev görebilmektedirler [31].

Bu nedenle güneş ışıınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma ve kaçınma, binalar arasındaki açık mekânların ölçülerine bağlıdır. Güneş ışıınımı bir engele çarptığında (örneğin çevredeki bir bina) engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısal durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş olanda boyutsal değişimler olmaktadır. Güneş ışıınımının cepheleri en üst yeğinlikte etkilemesi istendiğinde, bina aralıkları, komşu (veya çevre) binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit ya da bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır [31].

Güneşin gün boyunca cephelere göre açısal konumu yönlerle bağlı olarak değişim gösterdiğinden, uygun bina aralıklarının da bina dizilerinin yönlendirilişlerine göre değişim göstereceğı açıktır.

Binalar arasındaki uzaklıklar, binaların birbirlerinin güneş ışıınımı kazançlarına ve yararlı rüzgâr etkilerini engellemeyecek şekilde belirlenmelidir.

Uygun bina aralıklarının belirlene bilmesi için İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde TÜBİTAK Araştırma Raporu olarak hazırlanmış olan 'Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı' isimli kaynakta kullanılan yöntem adımları aşağıda a, b, c ve d olarak sıralanmıştır [31].

- a) Isıtmanın istendiğı dönemi karakterize eden günün belirlenmesi
- b) Profil açılarının belirlenmesi
- c) Gölge alan derinliklerinin (u) belirlenmesi
- d) Gölge alan derinliklerine bağlı olarak bina aralıklarının (w) belirlenmesi

Isıtmanın istendiğı dönemi karakterize eden günün belirlenmesi

Örneğın İstanbul için bu gün 21 Ocak olarak belirlenmiştir.

Profil açılarının belirlenmesi

Ele alınan yörenin enlemine ve binaların yönlendiriliş durumlarına veya bina cephelerinin baktıkları yönlerle bağılık olarak ele alınan karakteristik güne ait saatlerde geçerli olan profil açıları, her bir yöne bakan cephe için belirlenmelidir.

Profil açısı (ζ), güneş ışınımının binanın ele alınan cephesine dik olarak geçirilen kesit düzlemi üzerindeki iz düşümü ile yatay düzlem arasındaki açı olup, binanın oluşturduğu gölgeli alanların derinliklerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Profil açıları, güneşin yükseliş ve cephe-güneş azimut açısına bağlı olarak 2.2 no'lu bağıntıda olduğu gibi hesaplanabilir (Şekil 2.21) [31].

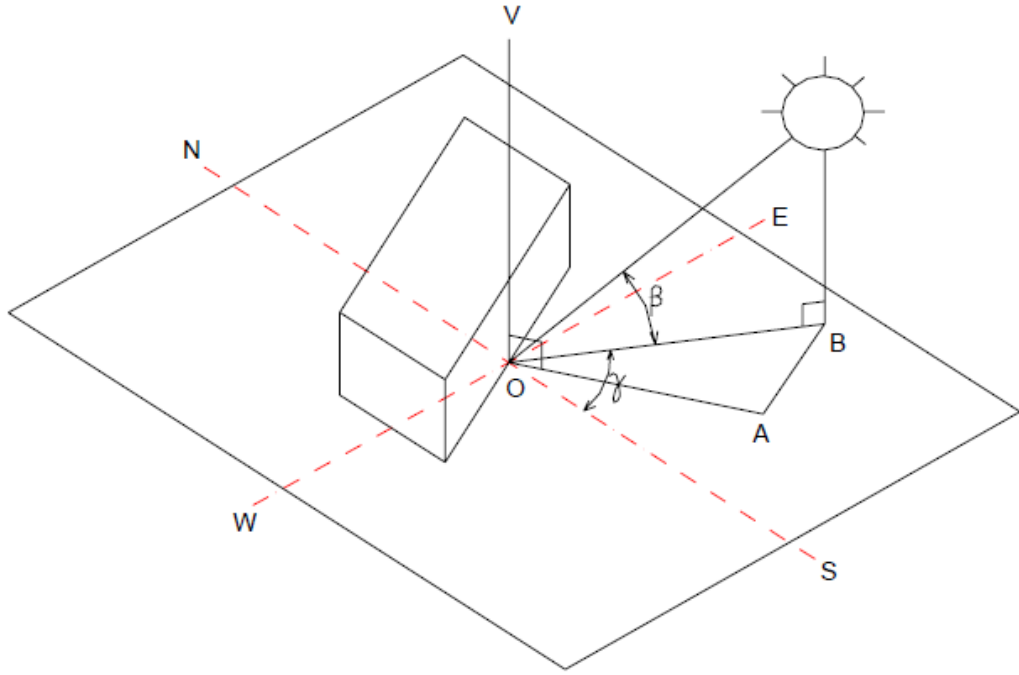
$$\tan \zeta = \tan \beta / \cos \gamma \quad (2.2)$$

Bu bağıntıda;

ζ : profil açısı

β : güneşin yükseliş açısı

γ : cephe-güneş azimut açısı



Şekil 2.21 : Güneşin yükseliş açısı ve cephe-güneş azimut açısı [40].

İstanbul yöresinin bulunduğu 40 ° enlemi için, sınır gölgeli alan derinliklerinin ve bunlara bağlı olarak uygun bina aralıklarının belirlenmesinde kullanılabilecek gün saatleri, profil açıları ve cephelerin direkt güneş ışınımı etkisinde kaldıkları saat aralıkları sırasıyla Çizelge 2.3'te verilmiştir [31].

Çizelge 2.3 : 40° enleminde ılımlı-nemli iklim bölgesi özelliğindeki İstanbul için cephe yönü ve saatlere bağlı olarak profil açıları [31].

		21 Ocak Profil Açıları Enlem:40°															
Yönler	Saatler	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	08:00			38°	15°	10°	8°	8°	10°	14°	34°						
	09:00				40°	24°	18°	17°	18°	23°	37°	87°					
	09:30				55°	32°	24°	21°	21°	25°	36°.30	75°					
	10:00				72°	41°	29°	24°	24°	27°	36°	61°					
	11:00					63°	41°	32°	29°	29°	35°	48°	78°				
	12:00					90°	56°	39°	32°	30°	32°	39°	56°	90°			
	13:00						78°	48°	35°	29°	29°	32°	41°	63°			
	14:00							61°	36°	27°	24°	24°	29°	41°	72°		
	14:30							75°	36°.30	25°	21°	21°	24°	32°	55°		
	15:00							87°	37°	23°	18°	17°	18°	24°	40°		
	16:00								34°	14°	10°	8°	8°	10°	15°	38°	

Arazi maliyetinin yüksekliği ve etkin kullanılması düşünüldüğünde rasyonel bir yerleşim için, profil açılarının çok düşük olduğu güneşin doğuş ve batış saatleri ve gölgeli alan derinliklerinin, arazinin eğimine bağlı olarak sonsuz ya da çok fazla olduğu saatler dışında kalan saatler ve profil açıları kullanılmalıdır. Bu açılar ile sınır gölgeli alaln derinlikleri ve buna bağlı olarak bina aralıklarının belirlenmesi arazinin etkin kullanımı açısından önemlidir. Çizelge 2.3'te verilen profil açılarından siyah çerçeve içine alınmış olan açılar, düşük değerleri nedeniyle kullanılmaya uygun değildir.

Binanın Yatay ve Eğimli Düzlemde Oluşturduğu Gölge Alan Derinliklerinin (u) Belirlenmesi

Bir yerleşim alanındaki binaların oluşturdukları gölgeli alanların boyutları topografyaya göre değişmektedir. Bina çevresinde oluşacak olan gölgeli alanların uzunlukları, arazinin düz veya eğimli olmasına bağlı olarak değişim göstermektedir. [31].

Binanın yatay düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliği

Herhangi bir yöne yönlendirilmiş bir binanın gün içerisinde herhangi bir saat için yatay düzlemde oluşturduğu gölgeli alan (Şekil 2.22) derinliği 2.3 no'lu bağıntı yardımıyla hesaplanmaktadır.

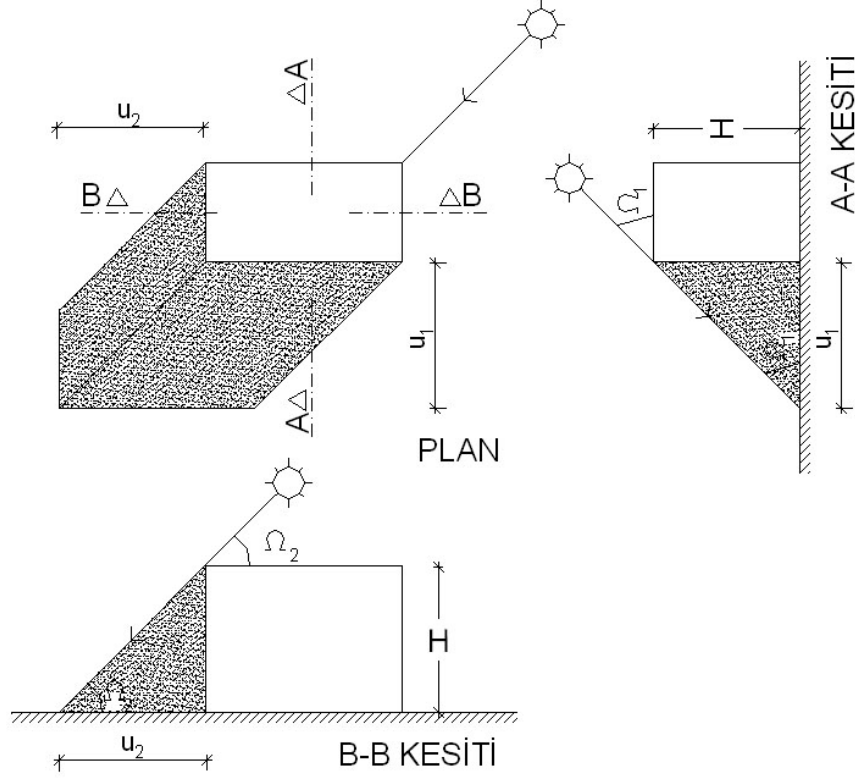
(2.3)

$$u = \cot \zeta \cdot H$$

ζ : ele alınan saatte cephenin baktığı yöne bağlı olarak belirlenen profil açısı

u : binanın etrafındaki zeminde oluşturduğu gölgeli alan derinliği

H : bina yüksekliği



Şekil 2.22 : Bir binanın yatay düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliklerinin hesaplanması [31].

Binanın eğimli bir düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliği

Eğimli düzlemlerde gölge derinliği arazinin ve cephelerin yönüne, saat ve profil açılarına bağlı olarak ön ve arka cephe yüksekliklerine göre belirlenmektedir. Eğimli yüzeylerde gölge derinliği binanın ön cephe ve arka cephe yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. Ön cephe, yamaç yönüne bakan cephe olup yüksekliği (H_o) olarak gösterilmektedir. Arka cephe ise, yamaç yönüne ile 180° 'lik fark yapan yöne bakan cephe olup yüksekliği (H_a) olarak alınmaktadır.

- a) Ön Cephe Yüksekliğine (H_o) Bağlı Olarak Oluşan Gölge Alan Derinliğinin Hesaplanması:** Ele alınan binanın ön cephe yüksekliğine göre eğimli bir

arazide yamaç doğrultusunda oluşturduğu gölgeli alanın (Şekil 2.23) derinliği 2.4 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanmaktadır [31].

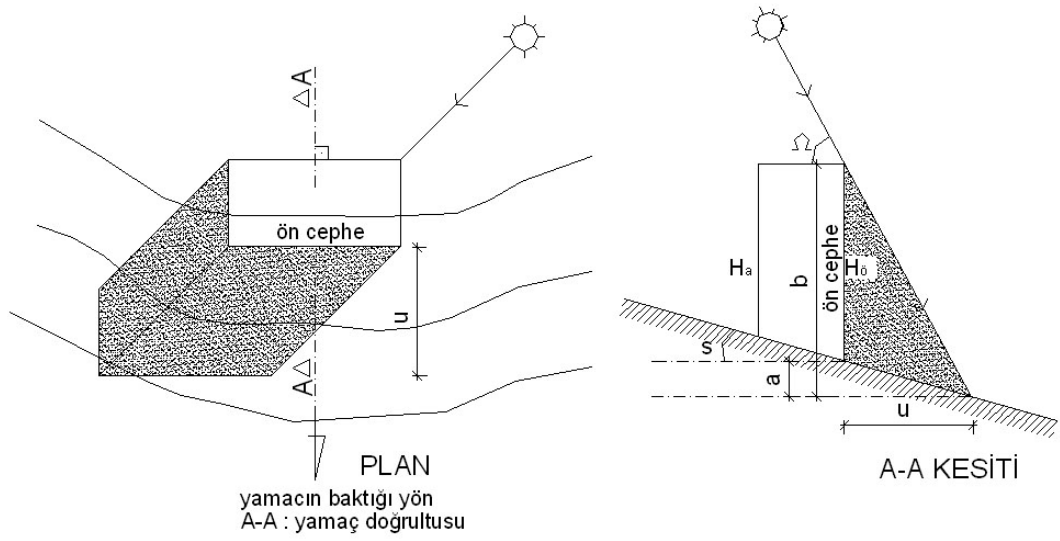
$$u = [1 / (\tan \varsigma - \tan s)] \cdot H_0 \quad (2.4)$$

ς : ele alınan saatte cephenin baktığı yöne bağlı olarak belirlenen profil açısı

H_0 : Ön cephe yüksekliği

s : Arazinin eğim açısı

u : Ön cephenin önündeki zeminde oluşan gölgeli alanın derinliği



Şekil 2.23 : Ön cephe yüksekliğine bağlı olarak binanın eğimli bir düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliklerinin hesaplanması [31].

- b) Arka Cephe Yüksekliğine (H_a) Bağlı Olarak Oluşan Gölge Alan Derinliğinin Hesaplanması:** Ele alınan binanın, arka cephe yüksekliğine göre eğimli bir düzlemde oluşturduğu gölgeli alan (Şekil 2.24) derinliği 2.5 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanmaktadır. [31].

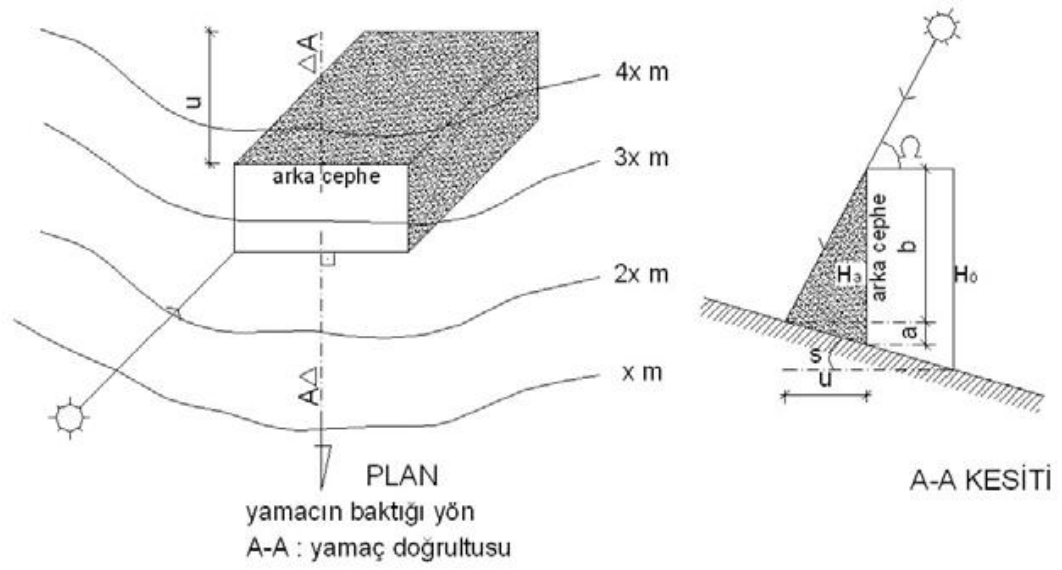
$$u = [1 / (\tan \varsigma - \tan s)] \cdot H_a \quad (2.5)$$

ς : Profil açısı

H_a : Arka cephe yüksekliği

s : Arazinin eğim açısı

u : Arka cephenin önündeki zeminde oluşan gölgeli alanın derinliği



Şekil 2.24 : Arka cephe yüksekliğine bağlı olarak binanın eğimli bir düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliklerinin hesaplanması [31].

Seçilen yerey parçası ve gölgeli alan derinliklerine bağlı olarak uygun yerleşim yoğunluğu (bina aralıkları) alternatiflerinin belirlenmesi

Uygun bina aralıklarının belirlenebilmesi için İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde TÜBİTAK Araştırma Raporu olarak hazırlanmış olan 'Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı' isimli kaynakta kullanılan yöntemde 21 Ocak günü için, seçilen saatlerde kullanılmak üzere profil açıları belirlenmiştir. Pilot çalışma alanı olarak seçilen Ankara, Erzurum ve İstanbul 40° N, Diyarbakır 38° N ve Antalya 36° enleminde yer almaktadır. Pilot çalışma alanlarındaki binalar için bina cephelerinin baktıkları yönler 22.5° aralıkla 16 yön için incelenmiştir. Binaların ilgili eğim ve yönde, ilgili saatte oluşturdukları gölgeli alan derinlikleri hesaplanmış ve derinlik değerleri bina yüksekliği cinsinde verilmiştir. Çalışmanın İstanbul için sonuçları Ek B'de yönlere göre verilmiştir.

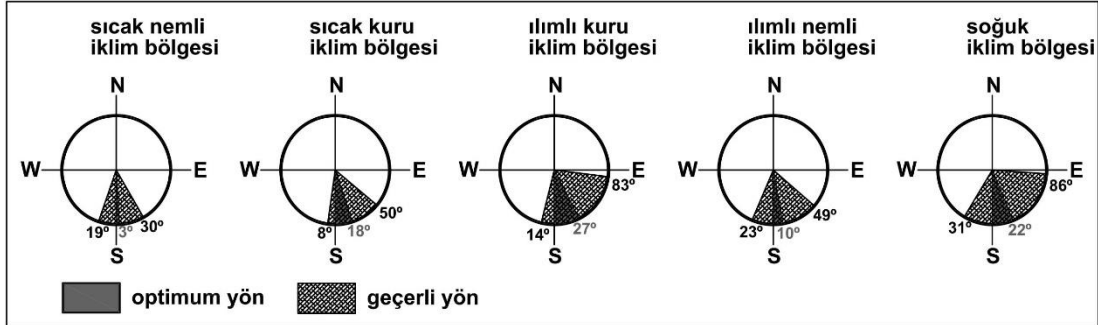
2.3.5 Binaya ilişkin parametreler

2.3.5.1 Bina yönlenmesi

Güneş ışıınımı ve rüzgâr gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim göstermektedir. Güneş ışıınımının ısıtıcı ve rüzgârın serinletici etkisi yöne (veya binaların yönlendiriliş durumuna) göre değişmekte ve dolayısıyla bu parametre aracılığıyla, iklimsel konfor gereksinimlerine bağlı olarak optimize edilebilmektedirler. Ayrıca binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışıınımı yeğlinliği ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı

miktarı değişkenlik göstermektedir [31]. Bu kriterlere bağlı olarak farklı iklim bölgeleri için optimum bina yönleri Çizelge 2.4’te verilmiştir.

Çizelge 2.4 : Farklı iklim bölgelerine göre optimum ve geçerli bina yönlenmeleri [41].



2.3.5.2 Bina formu

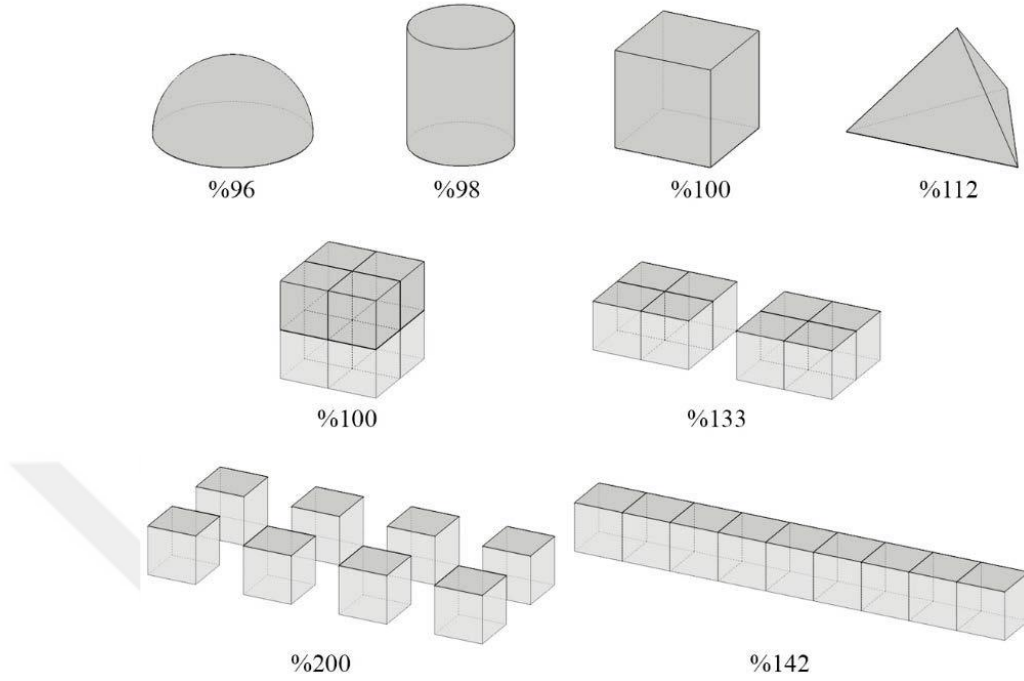
Bina formu; biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü (düz, beşik, kırma), çatı eğimi, cephe eğimi gibi değişkenler ile tanımlanmaktadır. Binanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, bina kabuğunun yüzey alanını belirlemektedir. Taban alanları aynı ancak farklı formlara sahip binaların dış cephe alanları da farklı olacağından, bu binaların yüzeylerinde gerçekleşecek olan ısı geçişleri de farklı olmaktadır [42].

Binanın plandaki uzunluğunun, bina derinliğine oranı olarak tanımlanan biçim faktörü bina kabuğu tasarımında önemli değişkenlerden biridir. Yapılan çalışmalarda gerek süresi gerekse iklimsel koşullar açısından ısıtmanın istendiği dönemin hakim olduğu ılımlı ve soğuk iklim bölgelerini temsil eden İstanbul, Ankara ve Erzurum’da uygun form ısı kayıplarını minimize eden formdur [31].

Eşit hacimli, farklı dış kontura, diğer bir deyişle, farklı dış cephe alanına sahip bir den fazla bina formu belirlemek mümkündür. Buna bağlı olarak farklı formlardaki binaların kabuğundan kaybedilen ısı miktarları da farklı olmaktadır. Bu noktada, binanın ısı kayıplarına karşı korunmuş hacmi (V) ile toplam ısı kayıp alanı (A) arasındaki orantının ele alınması ve A/V ile Q (tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarı) arasındaki ilişkinin bilinmesi önemlidir [30].

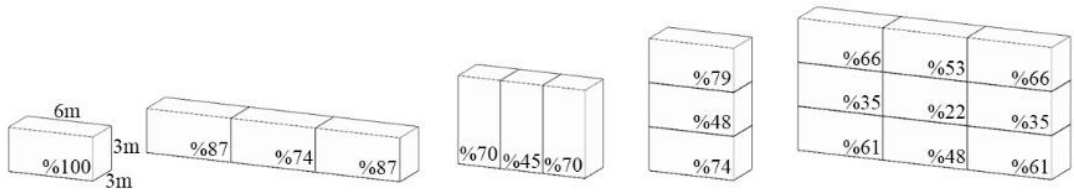
Bina kütesinin ısı kayıp ve kazançları, kabuk yüzey alanının (A) bina hacmine (V) oranına (A/V) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Aynı hacme sahip kürenin yüzey alanı silindirden, silindirinki küpten, küpünki ise dikdörtgenler prizmasından

daha azdır [43]. Aynı hacme sahip ilgili geometrik şekillerin yüzey alanlarının karşılaştırması Şekil 2.25'te verilmiştir.



Şekil 2.25 : Aynı hacme sahip ilgili geometrik şekillerin yüzey alanlarının karşılaştırılması [43].

Yapılan bir çalışmada aynı modülden türetilen farklı binalarda her bir modülün ısı gereksinimleri karşılaştırılmıştır. Talep edilen toplam ısı yükü yüzdelerinin karşılaştırması Şekil 2.26'da verilmektedir.



Şekil 2.26 : Talep edilen toplam ısı yükü yüzdelerinin karşılaştırması [44].

2.3.5.3 Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri

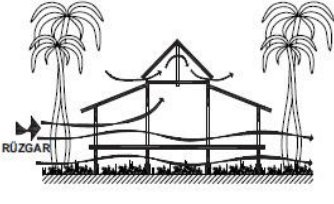
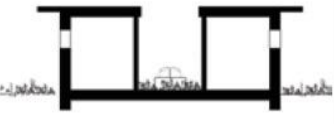
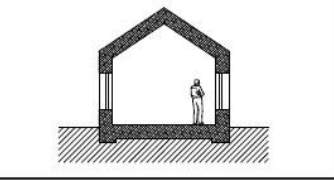
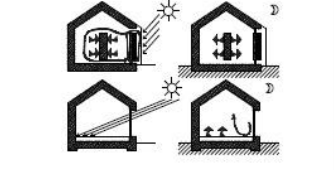
Bina kabuğunun optik özellikleri, güneş ışınlamına karşı yutuculuk, yansıtıcılık ve geçirgenlik katsayıları; termofiziksel özellikleri ise, toplam ısı geçirme katsayısı (U), saydamlık oranı (SO), zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü olarak sıralanmaktadır [31].

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 kabuğunun opak ve saydam yapı elemanlarının, yapı malzemelerinin çeşitli özellikleri binaların enerji etkinliğinde rol oynamaktadır. Kabuğun güneş ışıınımı kazançları ile ısı alışverişini malzemenin kalınlığı (d), yoğunluğu (δ), ısı iletim katsayısı (λ), özgül ısı (c), yüzeyin ışığı emme ve yansıtma katsayısı, ses yutuculuğu ve yüzeyin düzgünlüğü belirlemektedir. Isı geçirme katsayısı (U); iç ve dış yüzeylerin ısı taşınım direnci ($R_{iç}$, $R_{dış}$) ve toplam ısı dirence (R) bağlıdır [31].

Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri, bina kabuğunun birim alanında, dış hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı etkileriyle, kazanılan ve yitirilen ısı miktarlarının belirleyicileridirler. İç çevre iklimsel durumu ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yükleri, bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Dolayısıyla bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri aynı zamanda gerek iç iklim durumunun gerekse yapma ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirleyicileridirler [31].

İstenen, iç çevrede iklimsel konfor (termal konfor) durumunun sürekli olarak gerçekleşmesidir. Ancak yöresel iklimsel koşulların şiddetine bağlı olarak pasif ısıtma ve iklimlendirme ile iç çevrede yılın yalnız belli dönemlerinde iklimsel konfor durumu oluşturulabilmektedir. Yılın diğer dönemlerinde ise, iç çevrede oluşan iklimsel durumun iklimsel konfor durumundan farklılık göstermesi nedeniyle yapma (aktif) ısıtma ve iklimlendirme gerekli olmaktadır. Amaç, minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tüketimine dayalı konforlu bir iç çevre yaratmak olduğundan, bina kabuğunun minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme takviyesine ihtiyaç duyulmasına olanak veren optimal pasif sistem ögesi olarak işlevini yerine getirmesini sağlamaktır [31].

Çizelge 2.5 : İklim bölgelerine göre tercih edilebilecek yapı kabuğu özellikleri [45].

Sıcak nemli iklim bölgesi		Duvarlar: Isı depolama kapasitesi düşük, açık renkli, güneş ışıını yansıtıcılığı yüksek, hafif konstrüksiyonlu Pencereler: İç ve dış mekân arasında hava hareketlerine izin veren, direkt güneş ışıınımlarından korunmak amacıyla gölgelendirilen, geniş açıklığa sahip Çatılar: Hava hareketlerine izin veren yükseltilmiş eğimli çatı
Sıcak kuru iklim bölgesi		Duvarlar: Günlük dış hava sıcaklık değişiminin büyük olması nedeniyle termal kütle etkisini sağlayan (ısı depolama kapasitesi yüksek) masif duvarlar Pencereler: Avlu yönünde büyük, dış cephede küçük açıklıklar Çatılar: Güneş ışıınımlarının ısısal etkisini azaltan düz çatılar
Ilımlı iklim bölgesi		Duvarlar: İç mekan konfor koşullarını sağlayacak yalıtım değerlerine sahip duvarlar Pencereler: Gerekli ısı kontrolünü sağlayacak büyüklükte açıklıklar Çatılar: Uygun izole edilmiş eğimli çatılar
Soğuk iklim bölgesi		Duvarlar: Isı depolama kapasitesi yüksek, iyi izole edilmiş masif duvarlar Pencereler: İyi izole edilmiş, gerektiğinde çok katlı camlı açıklıklar. Çatılar: İyi izole edilmiş, eğimli çatı

2.3.5.4 Mekân organizasyonu

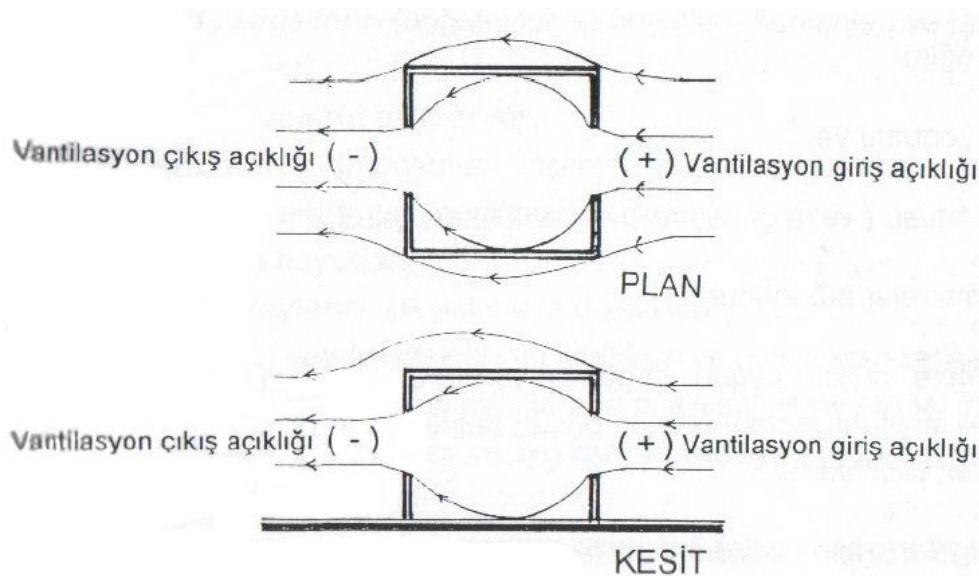
Bir binada iklimsel konfor açısından enerji tüketiminin minimize edilmesini sağlamak için hacim organizasyonu uygun bir şekilde yapılmalıdır. Fonksiyonel açıdan 1. derecede önemli mekânlar (kullanıcı sayısı en fazla olan ve gün içerisinde en fazla kullanılan mekanlar) ve binaların geniş yüzeyleri optimum yönlere (güney ve güneye yakın yönler) gelecek şekilde düzenlenmelidir. Fonksiyonel açıdan 2. derece önemli mekânlar, geçerli yönlere yerleştirilmelidir. Servis hacimleri, dış yüzeylere, gerektiğinde tampon oluşturacak şekilde yerleştirilmelidir. Çizelge 2.6'da güneş ışıınımlarının optimize edilmesinde bazı hacimlerin uygun yönlendiriliş durumları verilmektedir [46].

Çizelge 2.6 : Binalardaki hacimlerin uygun yönlendiriliş durumları [46].

Hacimlerin önerilen yönlennmeleri	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
Yatak Odası	■	■	■	■	■	■		
Yaşam Odası				■	■	■	■	
Yemek Odası			■	■	■	■	■	
Mutfak			■	■	■	■		
Kütüphane	■	■						■
Çamaşır Odası	■	■						■
Banyo	■	■	■	■	■	■	■	■
Garaj	■	■	■	■	■	■	■	■
Teras			■	■	■	■	■	
Güneş Sundurma				■	■	■	■	

2.3.5.5 Doğal havalandırma

Doğal vantilasyon, kullanılmış havanın taze hava veya dış hava ile yer değiştirmesi olayıdır. Hacimlerde, iç hava sıcaklığı, nem ve yüzey sıcaklıkları gibi iklimsel konfor elemanlarının ulaştığı değerlere bağlı olarak iklimsel konfor durumunun sağlanabilmesi açısından hava hareketine ihtiyaç duyulması, sözü edilen hacimlerde hava hareketinin yaratılması dolayısıyla doğal havalandırmayı gerekli kılmaktadır [31]. Şekil 2.27’de plan ve kesit üzerinde vantilasyon (havalandırma) giriş-çıkış açıklıkları ve kabuk çevresinde oluşan + ve – basınç bölgeleri gösterilmektedir.



Şekil 2.27 : Vantilasyon (havalandırma) giriş ve çıkış açıklıkları [31].

2.3.5.6 Güneş Kontrolü

Güneş enerjisinden optimum yararlanmak için soğutmanın istendiği dönemde, soğutma harcamalarını azaltmak için uygun güneş kontrolü sağlanmalı. Güneş kontrolü için kullanılacak araçlar farklı iklim bölgelerine ve farklı bina türlerine göre değişmektedir. Yatay gölgeleme elemanları güney cephelerinde daha etkin iken, düşey gölgeleme elemanları doğu ve batı cephelerinde daha etkindir.





3. GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI VE İMAR MEVZUATI

Dünya nüfusunun büyük bir kısmını barındıran kentsel alanlar ve bu alanlardaki bina stoğunun çok büyük bir kısmını oluşturan konut alanları, yapılan projeksiyonlarda artma eğilimi gösteren nüfus ve enerji ihtiyaçları nedeniyle enerji etkinliği konusunda öncelikle eyleme geçilmesi gereken alanlardır. Konut ve yerleşmelerin tasarım ve uygulama aşamasında; imar kanunu, yönetmelikleri, sosyo-ekonomik planlar ve fiziki planlar üst ölçekten alt ölçeğe kadar geniş bir kapsamda belirleyicidirler. İmar mevzuatı yalnızca yapılaşmış çevre oluşumunda değil, aynı zamanda bu yerleşmelerde sosyal ve ekonomik çevrelerin oluşumunda da etkilidir.

Bu bağlamda tüm dünyada olduğu gibi Türkiye için de enerjinin en önemli gündem maddelerinden bir olduğu düşünülerek, enerji etkinliği, yenilenebilir enerji ve yenilenebilir enerjiler içinden Türkiye için en yüksek potansiyele sahip güneş enerjisinin etkin kullanımı için imar mevzuatı kapsamında sağlanacak duyarlılık; enerjide daha az dışa bağımlı, daha sağlıklı ve enerji etkin bir yapılaşmış çevre için son derece önemlidir.

Bölüm kapsamında, öncelikle Türkiye'deki imar mevzuatına ilişkin genel kavramlar açıklanacak ve planlama yapısı açıklanacak, sonrasında dünya genelinde güneş enerjisi etkinliği açısından imar mevzuatı uygulamaları örnekler üzerinden incelenecektir.

3.1 Türkiye'de İmar Mevzuatı ve Genel Kavramlar

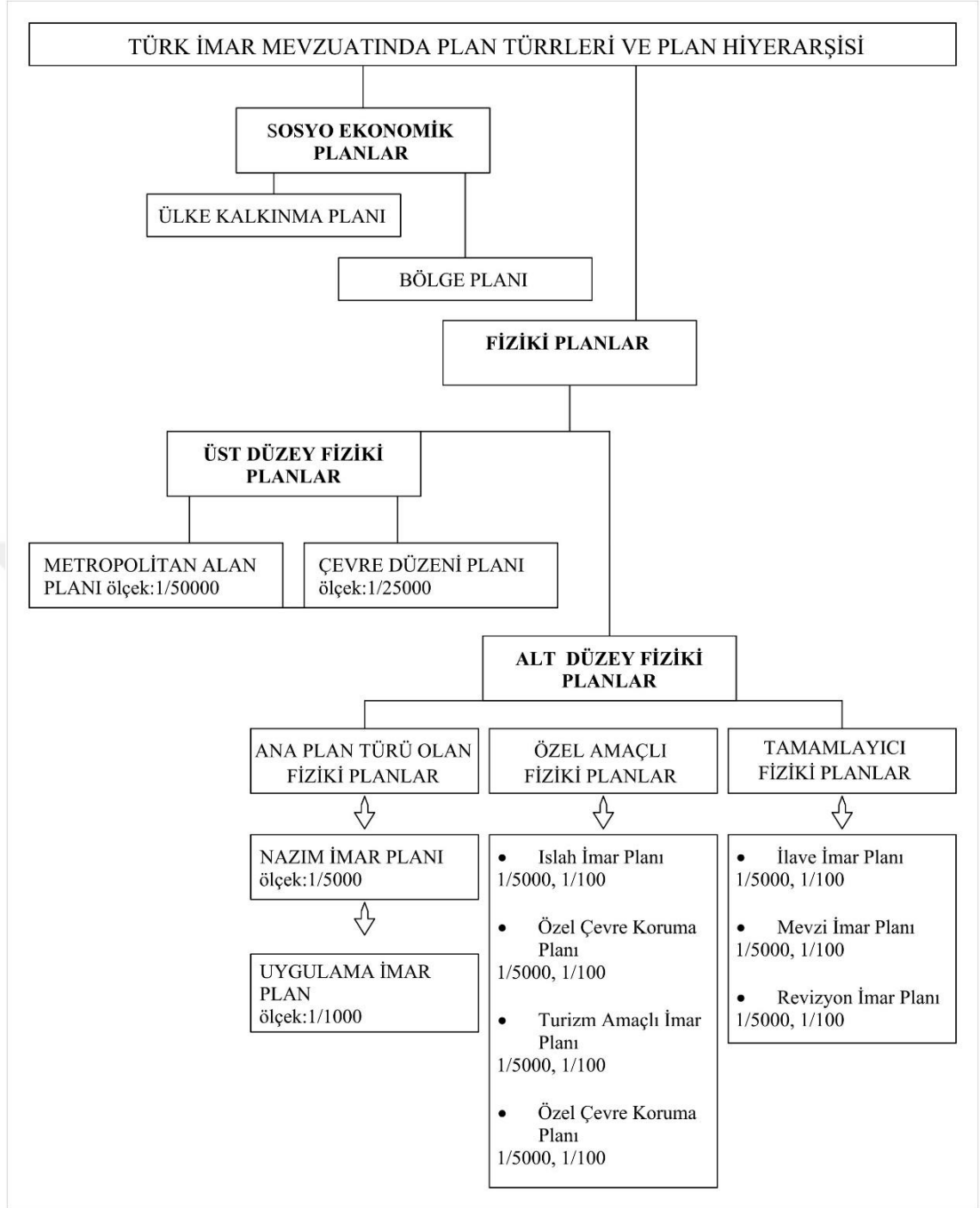
Bir ülkede yapı yapacak ya da yaptıracak olanların uyması gereken, kent yönetimi kararlarının, bayındırlık yasa, tüzük, yönetmelik, yönerge ve genelgelerinin tümü ve yapı yasaları olarak tanımlayabileceğimiz imar mevzuatı, yapılaşmaların; plan, fen, sağlık ve çevre şartlarına uygun teşekkülünü sağlamak amacıyla düzenlenmiştir [47]. Çalışmanın bu bölümde imar mevzuatı kapsamında imar kanunu, ilgili yönetmelikler ve plan kademelenmesi içinde yer alan kavramlar açıklanacaktır.

Kent planlaması mevzuatında temel yasa 3194 sayılı İmar Kanunudur. Geliştirmek, düzene koymak anlamındaki imar kelimesinden yola çıkarak imar edilmiş alan; geliştirilip, düzene konulmuş, iyi bir yaşam alanı olması için üzerinde çalışılmış olan alandır. İmar kanununun temeli Anayasaya dayanır. Anayasada yer alan yerleşme hürriyeti, devletin şehirlerin özelliklerini ve çevre şartlarını gözetten bir planlama çerçevesinde konut ihtiyacını karşılama zorunluluğu, imar kanunun temelini oluşturan içeriklerdir. Hukuk düzeninde; çıkarılan kanun, tüzük ve yönetmeliklerin anayasaya aykırı olmaması bir zorunluluktur. Kanunlar anayasaya, tüzükler kanunlara, yönetmeliklerde tüzüklere aykırı olamaz.

İmar Kanunu ve ilgili yönetmeliklerde, fiziki plan kademelenmesi ile bu planların yapım ve onaylanmasına ilişkin yetki ve yükümlülükler belirlenmiştir [48]. İmar Kanunu'nun 2. maddesinde: Belediye ve mücavir alanlar (gelişme alanları) ile, bunun dışında kalan tüm kırsal alanlarda yapılacak planlar ile inşa edilecek resmi ve özel bütün yapıların bu kanun hükümlerine tabi olduğu belirtilmektedir. Ayrıca İmar Kanunu'nun 3. maddesinde de şu temel ilkeler bulunmaktadır; herhangi bir saha, her ölçekteki plan esaslarına, bulunduğu bölgenin şartlarına, yönetmelik şartlarına, mevzuat hükümlerine aykırı olamaz ve aykırı maksatlar için kullanılamaz [47].

İmar Kanunu'nda plan türleri ve plan hiyerarşisi anlatılmaktadır (Şekil 3.1). Kanun, ülke ölçeğindeki planları iki ana başlıkta sınıflandırır. Bunlar sosyo-ekonomik planlar ve fiziki planlardır. Sosyo-ekonomik planlar, ülke kalkınma planları ve bölge planları olarak ikiye ayrılır. Fiziki planlar ise, üst düzey fiziki planlar, ana plan türü olan fiziki planlar ve özel amaçlı fiziki planlar olarak sınıflandırılmaktadır [49].

İmar hukukunda, başta Anayasa olmak üzere, sırasıyla kanun, tüzük ve yönetmelikler arasında hiyerarşik bir düzen bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, mevzuat kapsamında özellikle İstanbul İmar Yönetmeliği, İstanbul Çevre Düzeni Planı ve çalışma alanının güncel nazım ve uygulama imar planları üzerinde durulacağı için açıklamaları aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.1 : Türk imar mevzuatında plan türleri ve plan hiyerarşisi

3.1.1 İstanbul İmar Yönetmeliği

Yönetmelikler Anayasanın 124'üncü maddesinde şöyle özetlenmişlerdir: “Başbakanlık, bakanlıklar ve kamu tüzelkişileri, kendi görev alanlarını ilgilendiren kanunların ve tüzüklerin uygulanmasını sağlamak üzere ve bunlara aykırı olmamak şartıyla, yönetmelikler çıkarabilirler.”.

İstanbul Büyük Şehir Belediyesi'nin Ocak 2018 oturumunda oy çokluğuyla kabul edilen "İstanbul İmar Yönetmeliği 2018 Taslağı", Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca onaylandıktan sonra yürürlüğe girecektir [50].

"İstanbul İmar Yönetmeliği 2018 Taslağı"nın ilk üç maddesini oluşturan amaç, kapsam dayanak kısmında şu açıklamalar yer almaktadır: "Bu Yönetmeliğin amacı, plan, fen, sağlık ve sürdürülebilir çevre şartlarına uygun yapı ve yapılaşma ile projelendirmeye ve denetime ilişkin usul ve esasları belirlemektir. Bu yönetmelik, uygulama imar planı bulunan alanları kapsar. Bu yönetmelik, 3/5/1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanunu ve 29/6/2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır." [51].

Yürütülen tez çalışması kapsamında "Taslak İstanbul İmar Yönetmeliği"nin, güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından özellikle yerleşme ölçeğinde yapılaşma şartları irdelenmiştir. Bu kapsamda yönetmelikte üzerinde durulan kısım, yönetmeliğin dördüncü bölümünde yer alan yapılaşmaya ilişkin hükümler kısmında, bahçe mesafeleriyle ilgili hükümlerin yer aldığı madde 23'tür. Tez çalışmasının 4. Bölümünde "Taslak İstanbul İmar Yönetmeliği"nin 23. maddesi güneş enerjisi etkin kullanımı açısından seçilen yerleşme dokularının mevcut durumu ile karşılaştırılmalı olarak irdelenmiştir.

3.1.2 İstanbul 1/100 000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı (15.06.2009 t.t.li)

3194 sayılı İmar Kanunun 5. maddesinde belirtildiği üzere, çevre düzeni planı, ülke ve bölge plan kararlarına uygun olarak konut, sanayi, tarım, turizm, ulaşım gibi yerleşme ve arazi kullanılması kararlarını belirleyen plandır [47]. İstanbul Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 13.02.2009 tarihinde aldığı 103 sayılı kararı ile uygun bulunan 1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı, 15 Haziran'da İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı Kadir Topbaş tarafından onaylanmasının ardından 17 Temmuz 2009'da askıya çıkarak yürürlüğe girmiştir [50]. İstanbul 1/ 100 000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı EK C olarak verilmiştir.

Yürütülen tez çalışması kapsamında İstanbul Çevre Düzeni Planı'ndan, İstanbul içinde gelişme alanı olarak gösterilmiş bölgelerin taranması ve çalışma alanı olarak seçilen yerleşme dokularının gelişme alanlarından seçilmesi anlamında bağlayıcı bir üst ölçek fiziksel plan olarak yararlanılmıştır.

3.1.3 İmar planları

3194 sayılı Kanunun 6 ve 8 maddelerine göre imar planları, “nazım imar planı” ve “uygulama imar planı” olarak hazırlanır.

Nazım imar planı, 3194 sayılı kanunun 5. ve “İmar Planı Yapılması ve Değişikliklerine Ait Esaslara Dair Yönetmeliğinin” 3. maddesinde tanımlanmıştır. Buna göre Nazım imar planı; varsa bölge veya çevre düzeni planlarına uygun olarak halihazır haritalar üzerine, yine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak çizilen ve arazi parçalarının, genel kullanım biçimlerini, başlıca bölge tiplerini, bölgelerin gelecekteki nüfus yoğunluklarını, gerektiğinde yapı yoğunluğunu, çeşitli yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklükleri ile ilkelerini, ulaşım sistemlerini ve problemlerinin çözümü gibi hususları göstermek ve uygulama imar planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere düzenlenen, detaylı bir raporla açıklanan ve raporuyla beraber bütün olan plandır [47, 53].

Uygulama imar planı da aynı kanun ve yönetmeliğin aynı maddelerinde tanımlanmıştır. Buna göre uygulama imar planı, tasdikli hâlihazır haritalar üzerine, varsa kadastral durumu işlenmiş olarak, nazım imar planı esaslarına göre çizilen ve çeşitli bölgelerin yapı adalarını, bunların yoğunluk ve düzenini, yolları ve uygulama için gerekli imar uygulama programlarına esas olacak uygulama etaplarını ve diğer bilgileri ayrıntıları ile gösteren plandır [47, 53].

Yürütülen tez çalışması kapsamında, çalışma alanı olarak seçilen yerleşme dokularının güncel nazım planları ile uygulama planları; yoğunluk ve yapı nizamı konularında referans alınmıştır. Yerleşme dokularının nazım planları ve uygulama imar planlarının tutarlılığı karşılaştırılmış ve bu planlardaki yapılaşma şartlarına ve verilen yoğunluklara göre yerleşme dokularının enerji etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

3.2 Dünyada Güneş Enerjisinin Etkin Kullanımı ve İmar Mevzuatı

Yaşam alanlarının kalitesinin yükseltilmesi ve enerjinin bağımsız olarak temini ile daha az dışa bağımlılık için devletlerin su, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına erişimi ve bu kaynakları etkin bir şekilde değerlendirmesi büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin sonsuz ve temiz bir enerji oluşu bütün dünyada devletleri bu enerjisinin kullanımı için bir takım yasal düzenlemeler yapmaya yönlendirmiştir. Planlamanın en üst kademesi olan ülke

kalkınma planlarından, en alt kademlerdeki kentsel tasarım ve bina ölçeğine kadar güneş enerjisinin etkin kullanımı için gerekli mevzuat sistemleri yeniden düzenlenmiştir.

Uluslararası imar mevzuatı incelendiğinde ülkelerin bu temiz enerjilere ulaşmak ve bunları değerlendirmek için yasa, yönetmelik, rehber ve plan bazında iklime duyarlı özel düzenlemeler yaptığı görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde New York, Boston, Chicago, Philadelphia, Pittsburgh ve San Francisco, şehir planlama ilkelerinde güneş ve rüzgârdan faydalanma haklarını gözeten yerlerden bazılarıdır. New Mexico, Wisconsin ve Missouri eyaletlerinde “Solar Rights Act” (Güneş Hakkı Hareketi), “Solar Codes Provisions” (Güneş Yönetmeliği Hükümleri) adıyla güneş ve rüzgâr enerjisi kullanımını Federal Yasalara taşıyan uygulamalar bulunmaktadır. Bunlardan hem güneş hem rüzgâra erişim hakları bakımından en başarılı atfedilenlerden biri Colorado Eyaleti Boulder şehrinin uygulamakta olduğu “Solar Law of Boulder” (Boulder'in Güneş Kanunu) dir [54].

Avrupa'nın en büyük şehirlerinden Londra, Kanada'da Montreal, Ottawa ve Toronto da bu uygulamalara örnek gösterilebilecek büyük yerleşimlerdenidir. 1976'dan buyana binalarda enerji tüketimi ile ilgili yapım standartlarını uygulayan ve 1991'de 50.000'den fazla nüfusu bulunan tüm yerleşkelerin, master planlarına enerji parametresini ekleyerek belediye enerji planı oluşturmasını mecbur kılan İtalya, Palermo'da 1994'te tüm yeni yapıların inşasında ve eskilerin restorasyonunda benimsenmek üzere, enerji tasarrufu, yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu, kentsel güneş teknolojileri ve bunların uygulanabilmesi için gerekli yararlanabilme haklarını belirleyen yasal düzenleme ortaya koymuş ve uygulamaya başlamıştır [55].

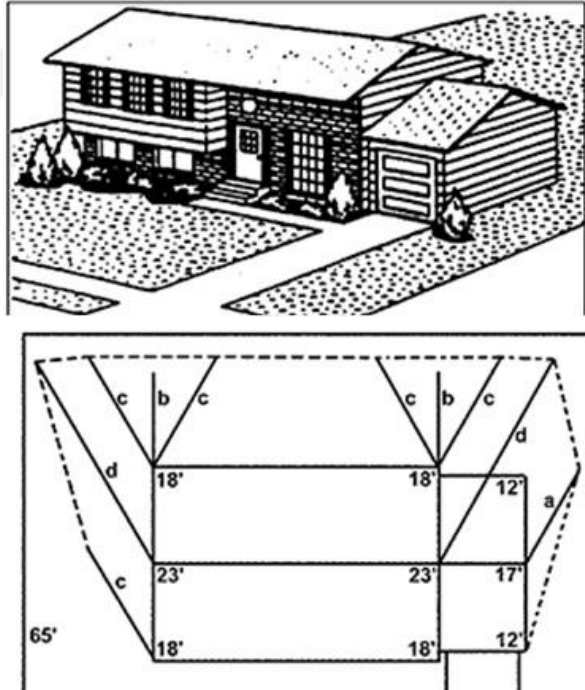
Bölümün bundan sonraki kısmında imar mevzuatında güneş enerjisinin etkin kullanımı dünya örnekleri üzerinden incelenmektedir.

3.2.1 ABD, Colorado, Boulder imar mevzuatı

Colorado Eyaleti'nin Boulder şehrinde uygulamakta olan güneş kanunu (Solar Law of Boulder) bu örneğin seçilme nedenidir. Kent güneş enerjisi etkin yaklaşımını, imar mevzuatının en üst kademelerinden biri olan kanun mertebesinde konumlandırmıştır. Ülkenin federal yapısı, devletin çizmiş olduğu sınırlar çerçevesinde eyaletlerin planlama için kendi planlama yasalarını oluşturmasına ve uygulamasına izin vermektedir.

Yaşayanlarının gün ışığı erişim ve güneş enerjisi kullanım haklarını yayınlamış olduğu kanun ile güvence altına alan kent yönetimi, imar yönetmeliğinde ve yönetmelik rehberlerinde (Solar Access brochure) [56] şehrin hem kullanıcıları hem de tasarımcıları için, güneş enerjisi etkin yapılaşmada gerekli bilgileri vermekte ve yönlendirmeleri yapmaktadır.

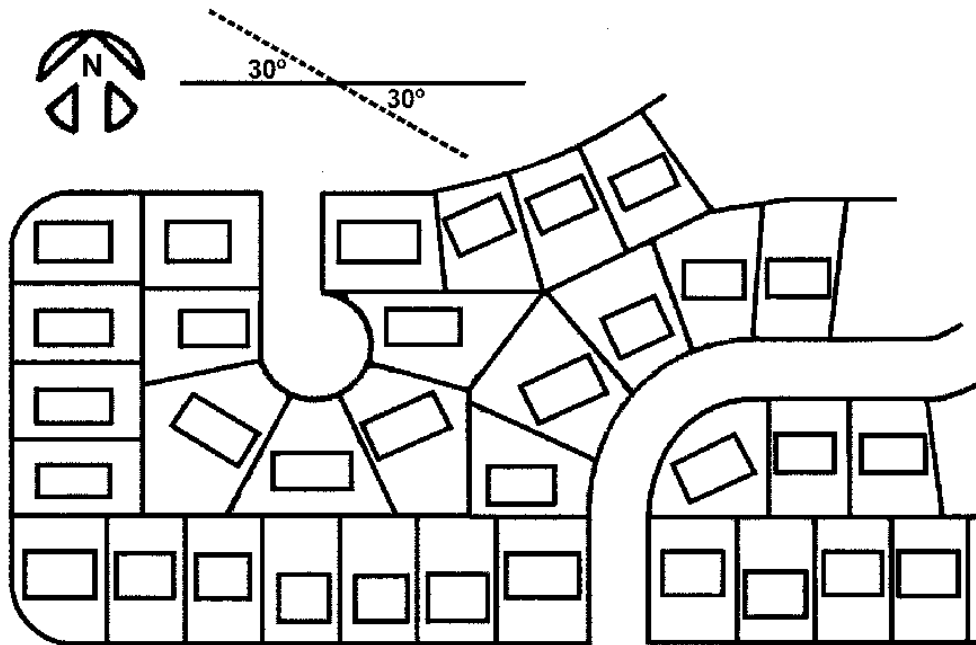
Şehrin imar mevzuatında ‘güneş erişimi koruması’ (Solar Access Protection) adı altında her bir yapı için güneş sınırı (solar fence) çizilip, binalar arası mesafelerin bu sınırlara göre düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Yönetmelikte zorunlu tutulan bu konuyla ilgili olarak da güneşlenme rehberinde hesaplamaların nasıl yapılacağına dair ayrıntılı bilgiler yer almaktadır. Şekil 3.2’de Boulder Şehri için hazırlanmış olan güneş erişim rehberinde örnek bir bina üzerinden bu uygulamanın anlatımı görülmektedir. Şekilde örnek bina için 21 Aralık günü, saat 10, 12 ve 2 saatleri için gölge uzunlukları (a,b,c,d) belirtilmiş ve gölgeli alanların sınırlarından geçilerek güneş sınırı (solar fence) belirlenmiştir.



Şekil 3.2 : Güneş Sınırı (Solar fence) [56]

Şehrin yönetmeliğinde yer alan diğer önemli bir konu ise yeni yapılacak binalar için, bu binaların çevre yapıların güneş erişimini kesmediğinin görülmesi için gölge analizi istenmesidir. Bu analizlerin, planlama departmanı tarafında özellikle belirtilen gün ve

Yönetmelik ayrıca, yeni yapılacak olan konut ya da yerleşme alanları için solar konumlanma (solar sitting) şartını ön koşturmuştur (Şekil 3.3). Yapıların uzun cephelerinin x ekseninin batıya doğru 30 derece açıyla yerleştirilmesi gerektiğini vurgulayan yönetmelik, ayrıca her bir yapının çatısında, bünyesinde bulunan her bir bağımsız bölüm için, en az 7 m²'lik güneş paneli konumlandırarak alanı zorunlu tutmaktadır.



3.2.2 Almanya, Stuttgart, Arkadien Winnenden ve Freiburg im Breisgau, Vauban imar mevzuatı

Almanya'nın planlama sistemini özetleyen iki temel özellik, federal seviyede güçlü bir yasal çerçeve ve geniş yetkilere sahip yerel yönetimlerdir. Federal Hükümet, planlama için gerekli yasal çerçeveyi çizmekte ve eyaletler de bu çerçeveye uygun

olarak kendi planlama yasalarını oluşturmakta ve uygulamaktadırlar. Kent planlama yasası da Federal hükümetin sorumluluğundadır. 1960'ta Federal hükümet, Alman Federal İmar Yasası ile ulusal düzeyde başvurulabilecek yasal bir temel oluşturmuştur [57].

İlk  rnek Almanya'nın Freiburg im Breisgau şehrin'de yer alan Vauban Mahallesi kent merkezine yaklaşık 3 km uzaklıkta, 2000 konutlu, 5000 nüfuslu, 38 ha lık bir alan üzerine kurulmuş eski bir askeri üssün boşaltılmasından sonra kurulacak olan yeni yerleşme için plan çalışmaları 1993 yılında başlatılmış. Yerel yönetimin çok disiplinli planlama anlayışıyla, yerel halkın, sivil toplum kuruluşlarının ve konusunda uzman kişilerin katılımıyla yerleşmenin imar planları yeniden hazırlanmıştır. şekil 3.4'de Vauban Kentsel Tasarım Planı görülmektedir. Planlama sürecinde şehir plancıları, mimarlar, su yönetimi uzmanları, güneş enerjisi uzmanları, güneş enerjisi kullanımı konusunda uzman mimarlar, ulaşım planlama uzmanları,  evre mühendisleri, ekolojik bina mühendisleri, avukatlar ve bankacılar yer almıştır [58]. Bu yerleşme, yapıların tamamında enerji ihtiyaçları için güneş enerjisinin pasif tasarım ilkeleri yanı sıra güneş panellerinden elektrik ve ısıtma gibi aktif sistemlerin de kullanılmış olması bakımından enerji etkin yerleşme tasarımı olarak bir model teşkil etmektedir. Planlama ve tasarım çalışmaların 3 etap halinde yürütüldüğü yerleşme'de son binalar 2006 yılında tamamlanmıştır.

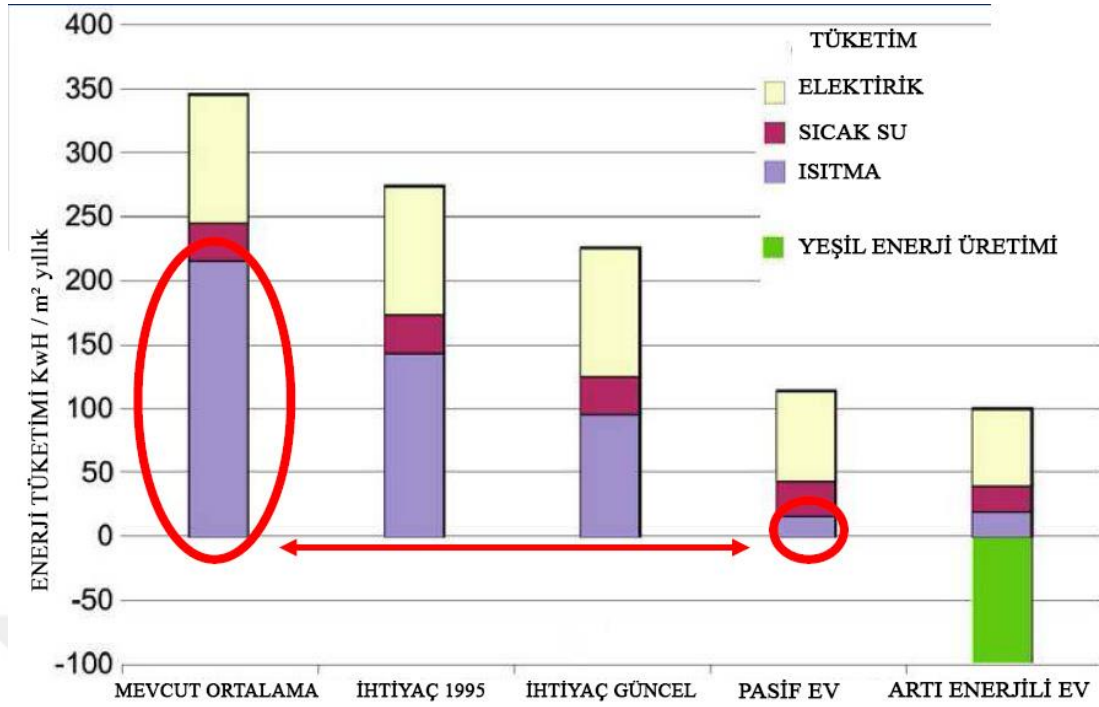
Vauban yerleşmesinde enerjisinin etkin kullanımı politikası yerleşme  l eğinden bina  l eğine kadar izlenebilmektedir. Fedaral hükümetin, yerel yönetimleri kendi imar planlarını hazırlama konusunda teşviki ve katılımcı planlama ve tasarım anlayışı yerleşmenin enerji etkin bir şekilde kullanabilmesinin en önemli iki bileşenini oluşturmaktadır. Ulaşım planlamasıyla en az motorlu araç politikası, otopark alanları yerleşim dışında tutulması, yaya ve bisiklet yolu planlarının yapılması, yerleşme ölçeğinde bir merkezi ısıtma sistemi kullanılmış olması, gri su dönüştürme sistemi ve katı atıklardan biogaz ile enerji üretimi yerleşme ölçeğindeki enerji etkinliğini arttırmıştır. İnşaat aşamasında yerel ve doğal yapı malzemelerini tercihi, binalarda güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından bina aralıkları ve yönlenmelerinin özel olarak tasarlanmış olması, bina formlarının yaşayanlarına maksimum gün ışığı almalarına imkân vermesi ve güneş enerjisinden elektrik üretimine imkan veren solar çatılar yerleşmenin bina ölçeğinde enerji etkinliğini arttıran çözümler olmuştur [58].



Şekil 3.4 : Vauban Kentsel Tasarım Planı [58].

Vauban yerleşmesinde ısıtma için şebekeden alınan enerji miktarı ülke ortalaması olan 200 kWh'den 150 kWh daha düşüktür. Vauban'da yer alan bir pasif evin, enerji giderleri açısından, ülke genelindeki bir eve kıyaslamasını gösteren grafik Şekil 3.5'te verilmektedir.

İkinci örnek, Almanya'nın Stuttgart Şehrinde yer alan Arkadien Winnenden mahallesi eski bir sanayi alanının sürdürülebilir planlama yaklaşımıyla yenilenmesine örnektir. Sanayi devrimi ülkelerinden biri olan Almanya'da bu ve benzeri kentsel yenileme projeleri için uygulanacak sürdürülebilirlik ilkeleri yasa ve yönetmeliklerle güvence altına alınmıştır. "Almanya Federal Bina Yönetmeliği" bu eski sanayi alanlarında yapılacak olan konut alanları için ilgili şartları 'Kentsel Yenileme Ölçütleri' olarak yayımlamıştır [59]. Örneğin mevzuatın 2. bölümünün 1. kısmının a bendinde, Kentsel Yenileme Ölçütleri' başlığı altında konutlarda doğal havalandırma ve güneşliği şartları üzerinde durulmuştur.



Şekil 3.5 : Vauban’da yer alan pasif ve artı enerjili evlerin ülke ortalamasıyla karşılaştırılması [58].

2011 yılında inşaatı tamamlanan ve 3.4 ha alan üzerinde yer alan Arkadien yerleşmesi, çok disiplinli bir tasarım ve planlama örneğidir. Bu projede mimarlar, şehir plancıları, peyzaj mimarları, trafik ve inşaat mühendisleri birlikte çalışmışlardır. 2011 yılında Green Dot Awards kategorisinde birincilik olan yerleşme ekonomik ve uygulanabilir tasarımıyla, bütünleşik planlamasıyla, toplumsal duyguyu ön plana çıkarmasıyla, pasif solar kazanımla düşürülmüş olan ısıtma yükleriyle, yağmur suyu depolama sistemleriyle, gri su geri dönüşümüyle ekolojik kent kategorisinde ön plana çıkmaktadır. Şekil 3.6’da yerleşmenin kentsel tasarım projesi ve mevcut durumu görülmektedir [60].



Şekil 3.6 : Arkadien Winnenden Mahallesi tasarım çalışmaları ve mevcut durum [58].

3.2.3 Avustralya, Batı Avustralya imar mevzuatı

Avustralya, altı eyalet ve iki özel bölgeden oluşan federal bir idari yapı üzerine inşa edilmiştir. Bu altı eyalet ve iki bölgenin üzerinde Avustralya Federal Hükümeti yer almaktadır. Eyaletler arasındaki farklılıklar, ideolojiler ve idare stilleri dolayısıyla Avustralya’da toplam sekiz ayrı şehir ve bölge planlama sistem ve hukuku yürürlükte. Planlama yetkisi eyaletlerdeki yerel yönetimlerdedir [61].

Avustralya’nın planlama sistemi hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Bu hiyerarşide uzun vade hedef, politika ve yönlendirmelerin yapıldığı stratejik planlar en üst ölçekteki planlama aracıdır. Stratejik planlamanın bir alt kademesinde imar planları yer alır. İmar planlama, ilgili yasalara uygun olarak eyalet veya yerel yönetimlerin planlama bölümlerince, parsellerin kullanım türünün ne olup olamayacağına dair, haritaları ve plan notlarından oluşan raporların hazırlanmasını içeren bir süreçtir. Türkiye

mevzuatındaki imar planlarından farklı olarak nazım imar planları yapılaşma şartlarını içermemektedir. Bu şartlar yerel yönetimlerce (belediyeler) hazırlanmış olan yönetmeliklerde yer almaktadır. Operasyonel ya da uygulama planı adı verilen planlar imar planlarının alt kademesinde bulunan, proje planlaması, tasarım, yapım, çevresel etki değerlendirmesi ve imar değerlendirmesi, trafik yönetimi ve performans değerlendirmesi gibi konuları içeren planlardır [61].

Avusturalya'nın imar mevzuatı, Batı Avustralya Hükümeti üzerinden incelendiğinde, konut ve yerleşme tasarımıyla ilgili en önemli imar mevzuatı aracı Batı Avustralya Planlama Komisyonu (WAPC) tarafından hazırlanmış olan, “Konut Tasarım Yönetmeliği”dir (R-Codes / Residential Design Codes) [62]. Yönetmelikte konut alanlarında inşa edilmesi planlanan tüm yapılar için yapılaşma şartları ve izin aşamasında planlama departmanına sunulması gereken evraklar yazılı ve görsel olarak anlatılmaktadır. Bu yönetmelik konut ve yerleşme tasarımında enerji etkinliği açısından incelendiğinde, izin başvuru evrakları arasında istenen bazı evraklar dikkat çekiçidir. Yönetmeliğin 3. Bölümünde detaylı olarak açıklanan bu evraklardan bazıları: hâkim rüzgâr analizleri, yol kesitleri, 21 Haziran öğle saatleri için gölge analizleri, çevre yapıları da içeren detaylı plan ve kesitlerden oluşan gölge analizleri, seçilen yapı malzemelerine ve sonlandırma renklerine ait detaylı liste, arazide yapılacak olan dolgu ve kazı çalışmalarıyla ilgili detaylı raporlar olarak verilmiştir.

Yönetmeliğin görsel açıklamalar kısmında, gölge analizleri detaylı olarak açıklanmıştır. Analizlerde ilgili gün ve saat için yapıların komşu parselde oluşturduğu gölgeli alan için sınır değer, parselin maksimum % 25'idir. Bu değeri aşan yapıların izin öncesinde projelerinde revizyon yapmaları gerekmektedir. Şekil 3.7'de yönetmelikte yer alan gölge analizi görsel anlatımları görülmektedir.

Batı Avustralya Planlama Komisyonu (WAPC) imar mevzuatındaki etkin araçlardan bir diğeri, konut yönetmeliklerinin yetersiz ve anlaşılmasız olabileceği durumları açıklığa kavuşturmak için hazırlanmış olan, “açıklayıcı rehberler”dir. Bu rehberler yönetmeliğin ilgili maddeleri için daha detaylı yazılı ve görsel açıklamalar içerir. Örneğin yönetmelikte istenen vaziyet planı için örnek bir görsel ve açıklaması bu rehberde yer almaktadır. Şekil 3.8'de görüldüğü gibi vaziyet planında hâkim rüzgâr yönüne, çevre peyzajına, sokak görüşüne, komşu binaların yapılması planlanan binadan nasıl görüldüğüne, komşu bina ve parsel sınırlarına ve otopark düzenlemelerine dikkat çekilmektedir.

Figür 11a - Gölge Analizleri
(5.4.2 C2.1 ve 6.4.2 C2.1)

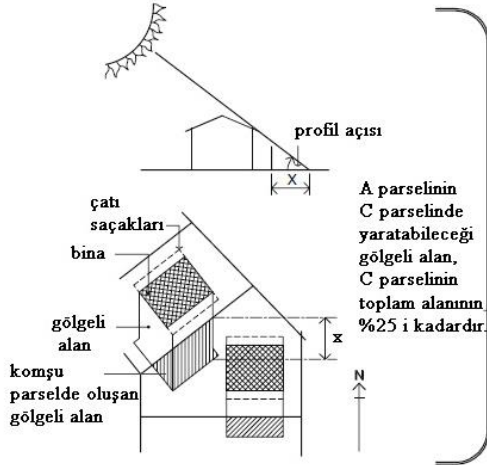
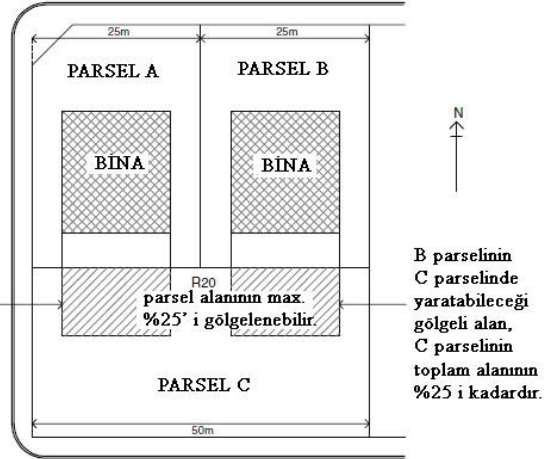
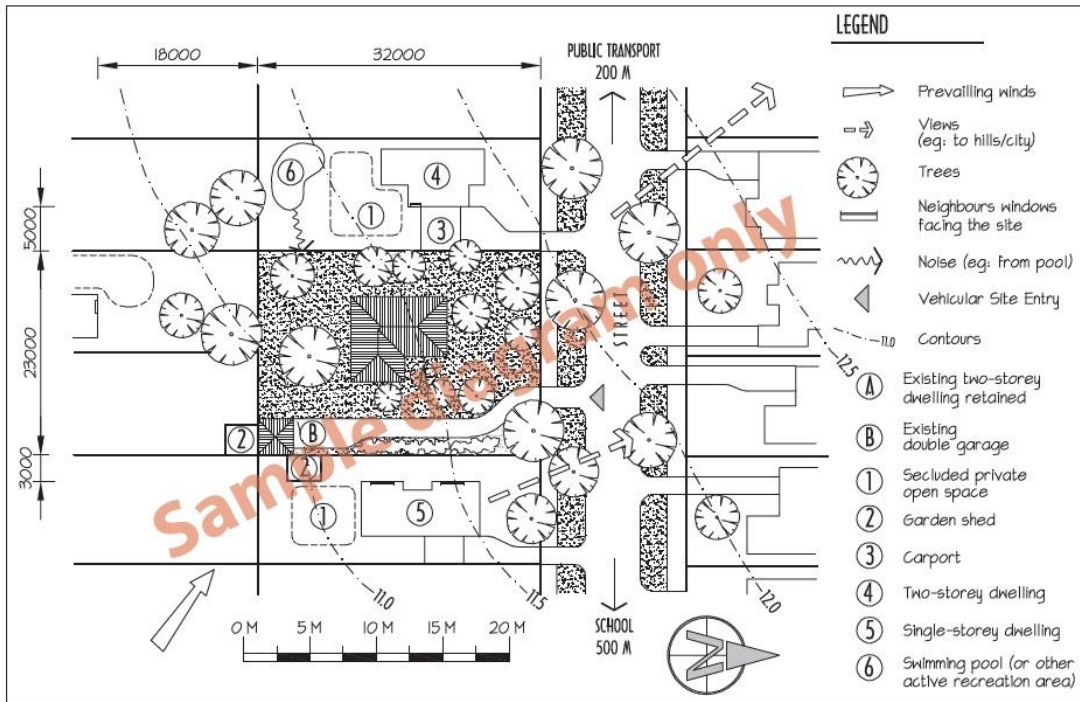


Figure 11b - Kuzeydeki komşu binalar üzerine düşebilecek gölge alanının, komşu parsel alanına oranına göre sınır değerler (5.4.2 C2.2 ve 6.4.2 C2.2)

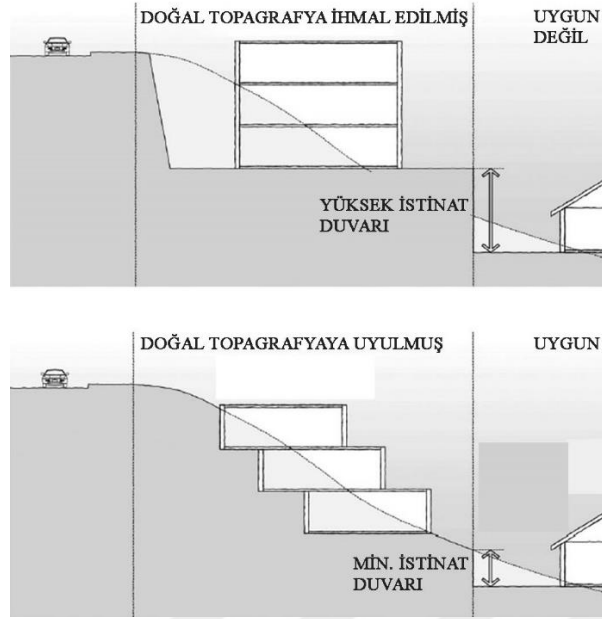


Şekil 3.7 : Yeni yapılması planlanan binalar için istenen gölge analizleri örneği, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes) [62].



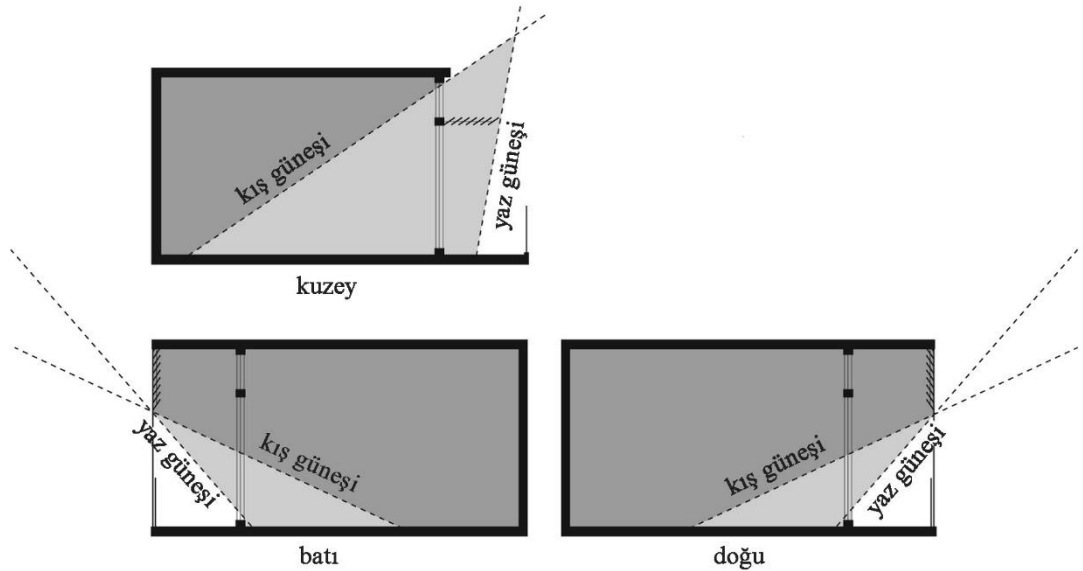
Şekil 3.8 : Vaziyet Planı ve analizleri örneği, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes) [63].

Şekil 3.9'da görülebileceği gibi, rehberde yapılması planlanan binanın araziye yerleşimiyle ilgili tavsiyeler de verilmiştir. İstinat duvarlarının olabildiğinde alçak tutulması ve yapının arazinin doğal eğimini referans alarak gerektiğinde teraslama yöntemi ile yerleştirilmesi görsellerle açıklanmıştır.



Şekil 3.9 : Doğal topografyaya uyum, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes) [63]

Rehber, bina içerisinde hacim organizasyonu ile ilgili de ipuçları vermektedir. Güney yarım kürede yer alan ülkede 1. derece yani en sık kullanılan mekânların, güneş ışınımı açısından 1. derece değerli yönü olan kuzey yönüne bakmaları tavsiye edilmektedir. Şekil 3.10’da görülebileceği gibi mekânın kuzeye, batıya ve doğuya yönelme durumları için mekânın içerisine gün ışığı etkileri görsel olarak anlatılmaktadır.



Şekil 3.10 : Mekân organizasyonu ve gün ışığı, Konut Tasarım Yönetmeliği (R-codes) [63].



4. GÜNEŞ ENERJİSİNİN ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İSTANBUL İMAR MEVZUATININ BAŞAKŞEHİR ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

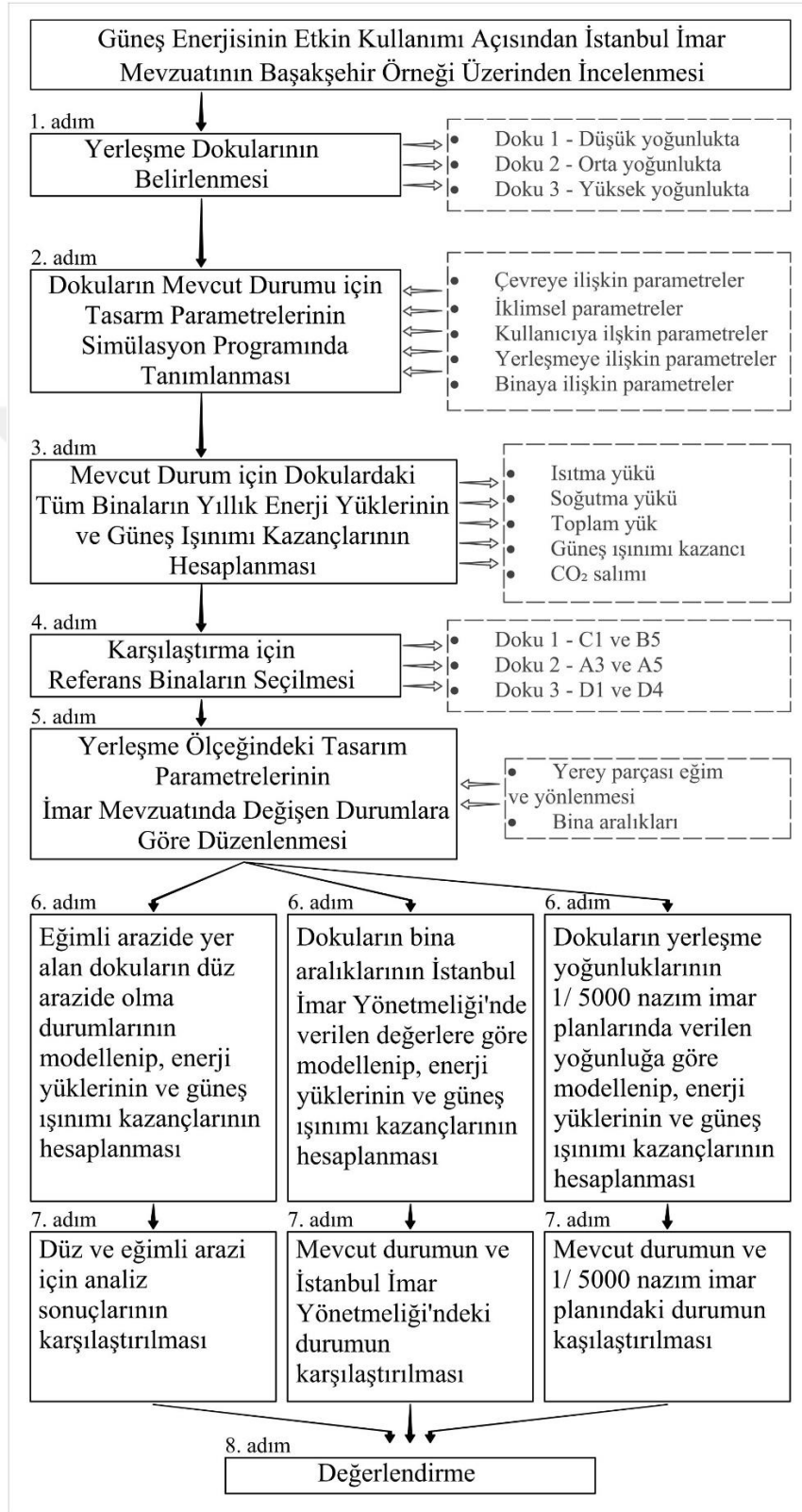
Tez çalışmasının bu bölümünde, konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından imar mevzuatı irdelenmiştir. Değerlendirmede, özellikle yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerini oluşturan; arazinin eğim ve yönlenmesi, yerleşme yoğunluğuyla ilgili olarak bina aralıkları ve bina yükseklikleri parametreleri mevzuat kapsamında incelenmiştir. Binaların enerji etkinlikleri, değişen ısıtma-soğutma yükleri, CO₂ salımları ve güneş ışıınımı kazançları üzerinden karşılaştırılmıştır. Böylece üzerinde çalışılan tasarım parametrelerinin, enerji etkinliği açısından imar mevzuatında yer almasının gerekliliği vurgulanmıştır. Güneş enerjisine duyarlı bir imar mevzuatı daha sürdürülebilir ve enerji etkin bir yapma çevre için önemli bir adım olacaktır.

İmar mevzuatının üzerinden incelenebilmesi için Başakşehir ilçesinde İstanbul'un yapılaşma eğilimini yansıtan farklı nüfus ve yapılaşma yoğunluklarında 3 farklı yerleşme dokusu çalışma alanı olarak seçilmiştir. Seçilen yerleşme dokularının ısıtma-soğutma yükleri, pencerelerden güneş ışıınımı kazancı ve karbondioksit salımlarının belirlenmesinde tasarım parametreleri için uygun değerler çalışmada kullanılan Design Builder isimli simülasyon programına girilerek analizler yapılmıştır. Çalışmanın adımları Şekil 4.1.'de verilmiştir. Simülasyon programıyla ilgili detaylı bilgi Ek D'de verilmiştir.

Seçilen yerleşme dokularının her biri

- mevcut durum
- düz veya eğimli arazide olmaları durumu
- İstanbul İmar Yönetmeliği'nde verilen bina aralıklarını belirleyen bahçe mesafelerine göre düzenlenmiş olan durum ve
- nazım imar planında verilen yoğunluğa göre düzenlenmiş olan durumu

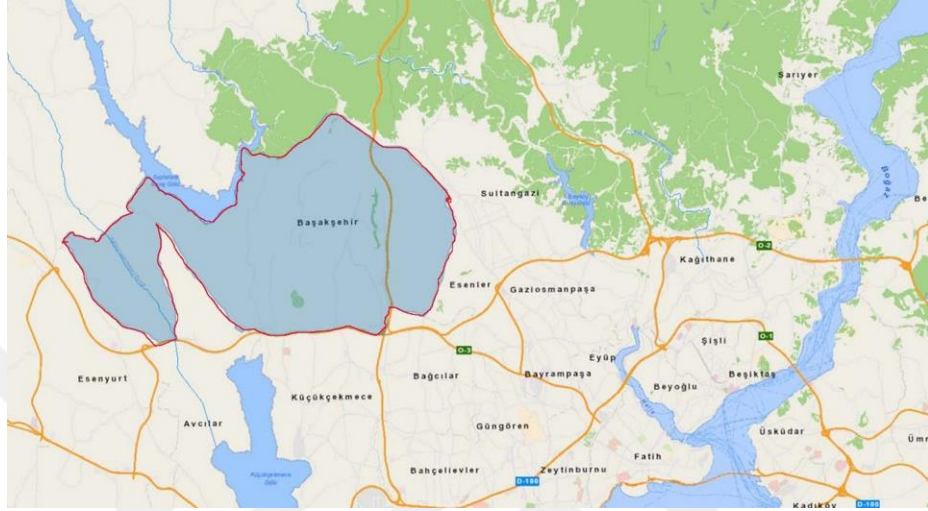
olarak dört farklı durum için modellenmiş ve enerji yükleri ve kazançları analiz edilmiştir. Sonrasında dokuların bu farklı durumlara göre değişen enerji yükleri ve kazançları karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.1 : Çalışmanın adımları

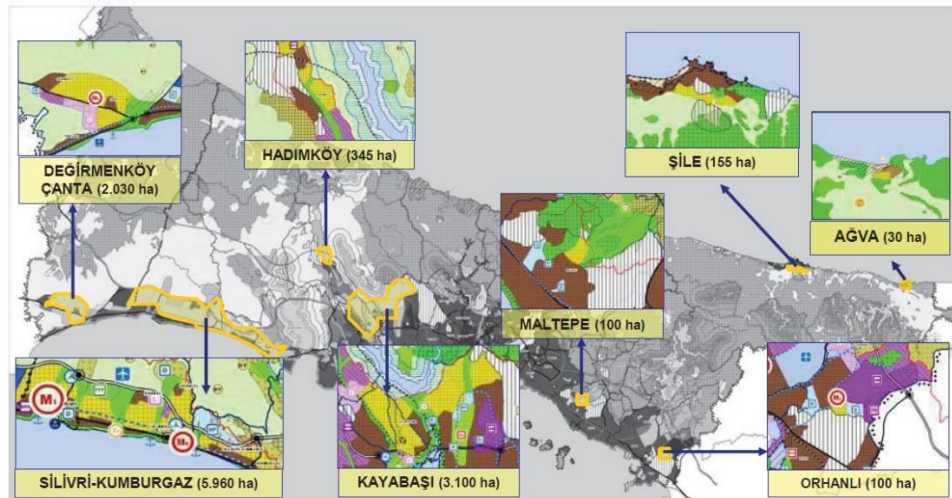
4.1 Başakşehir İlçesinde Seçilen Yerleşme Dokularının Tanıtılması

Konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından Türkiye’de imar mevzuatının irdelenmesi için İstanbul’un Başakşehir İlçesi, Kayabaşı Mahallesi’nde 3 farklı yoğunluktaki toplu konuttan dokular seçilmiştir. Şekil 4.2’de Başakşehir İlçesinin İstanbul’daki konumu gösterilmiştir.



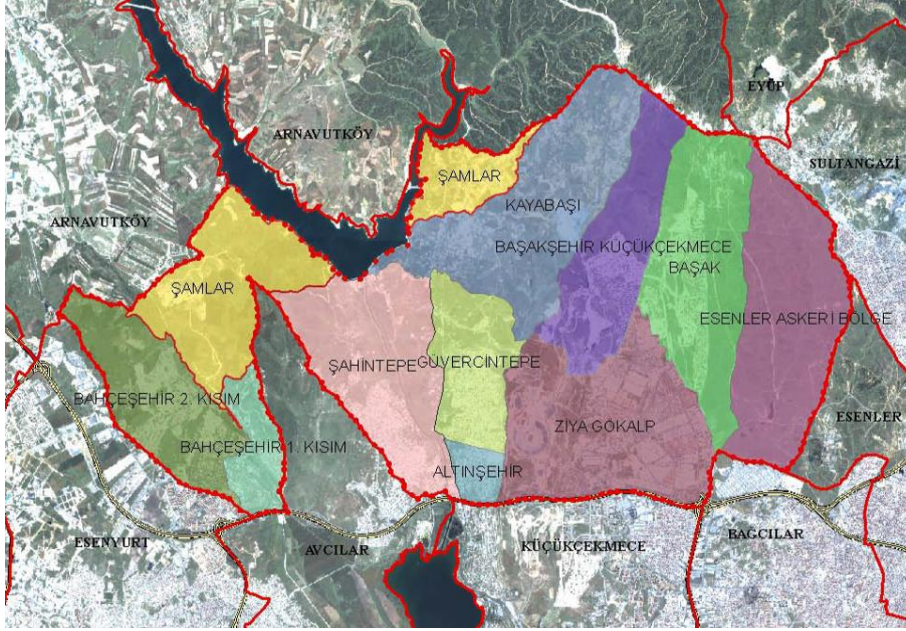
Şekil 4.2 : Başakşehir İlçesi’nin İstanbul’daki konumu [64]

Çalışma kapsamında Başakşehir’in tercih edilmesinin en önemli sebebi, İstanbul Çevre Düzeni Planı’nda (İstanbul ÇDP) gösterilen konut gelişme alanlarının en büyük ikincisinin Başakşehir İlçesi, Kayabaşı Mahallesi’nde yer alıyor olmasıdır. Şekil 4.3’te, İstanbul ÇDP’de yer alan, Avrupa ve Anadolu yakaları gelişme alanları ve büyüklükleri verilmiştir.



Şekil 4.3 : İstanbul Çevre Düzeni Planı’nda Gelişme Alanları ve Başakşehir [65]

Bunun yanı sıra İstanbul'un kentleşme dinamikleri açısından bakıldığında Başakşehir'in nüfus artış hızı dikkat çekicidir. 2017 yılı TÜİK verilerine göre İstanbul'un 39 İlçe ve belediye, bu belediyelerde toplam 960 mahalle genelinde yapılan çalışmalarda, nüfus artış oranı en yüksek ilçe % 7,28 oranıyla Başakşehir'dir [66]. Başakşehir 2008 yılında Küçükçekmece ve Esenler ilçelerinden ayrılan mahalleler ve Bahçeşehir Belde Belediyesi'nin birleşmesiyle oluşmuş bir ilçedir. Bununla birlikte Başakşehir nüfusunun yarıdan fazlası toplu konutlarda ikamet etmektedir. Başakşehir, Bahçeşehir, Onurkent, Kayabaşı toplu konut alanları Başakşehir'in büyüyüp ilçe olmasında önemli rol oynamıştır. İstanbul'un yeni ilçelerinden Başakşehir; Altınşehir, Şahintepe, Kayabaşı, Güvercintepe, Başakşehir, Başak, Ziya Gökalp, Bahçeşehir 1. Kısım, Bahçeşehir 2. Kısım Mahalleleri ve Şamlar Köyü'nden oluşmaktadır [67]. Şekil 4.4'te Başakşehir Mahalleleri görülmektedir [68].

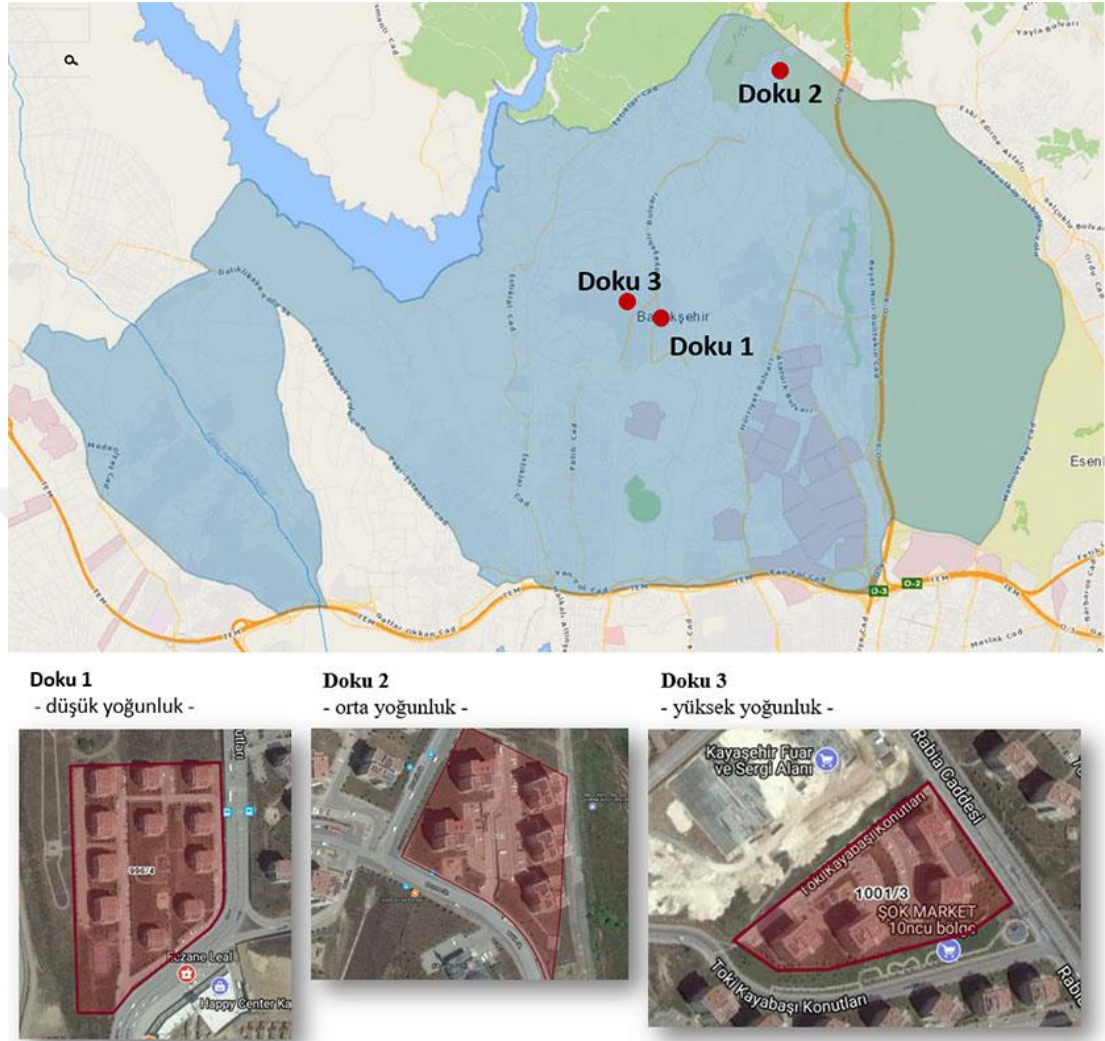


Şekil 4.4 : Başakşehir İlçesi mahalleleri [68].

Son olarak bu ilçenin, hem yerel hem de merkezi yönetimin bizzat planlama ve konut üretimi alanı olması, seçilen toplu konut dokularının Türkiye'de konut üretiminde önemli bir payı olan T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) tarafından planlanmış ve inşaa edilmiş olması çalışma alanlarının seçiminde belirleyici olmuştur.

Başakşehir ilçesi Kayabaşı Mahallesi, TOKİ toplu konut alanlarında seçilen dokular Şekil 4.5'te verilmiştir.. Çalışma alanları Doku 1, Doku 2 ve Doku 3 olarak

isimlendirilmiştir. Dokular sırasıyla düşük, orta ve yüksek nüfus ve dolayısıyla yapı yoğunluğuna sahip alanlardır.



Şekil 4.5 : Başakşehir Kayabaşı Mahallesi'nde seçilen yerleşme dokuları [69].

Yerleşme dokularında ana plan türü olarak geçerli olan fiziki planlar, sırasıyla 1/5000 ve 1/1000 ölçekli Kayabaşı Gecekondü Önleme Bölgesi Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planı'dır. Nazım imar planında yerleşmeler için hektar başına düşen nüfuslar sırasıyla, Doku 1 için 137 kişi/ha, Doku 2 için 246 kişi/ha ve Doku 3 için 310 kişi/ha'dır. Nazım imar planında yoğunluk gösterimi hektar başına düşen kişi sayısı olarak verilirken, uygulama imar planında yoğunluk inşaat yapılmasına izin verilen alan olarak ifade edilmektedir.. Çalışma alanlarının uygulama imar planlarında bu değer “emsal” değeri olarak ortaya çıkmaktadır. Katlar alanı katsayısı (KAKS) (Emsal): Yapının inşa edilen tüm kat alanlarının toplamının imar parseli alanına oranını ifade

eder. Çalışma alanlarının uygulama imar planında verilen emsal değerleri, Doku 1, Doku 2 ve Doku 3 için sırasıyla 0.75, 1.35 ve 1.70'dir. Şekil 4.6'da dokularda geçerli olan ana fiziki planlar verilmiştir.

Geçerli olan (meri) 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı

KAYABAŞI GECEKONDU ÖNLEME BÖLGESİ NAZİM İMAR PLANI – TASDİK TARİHİ: 22.04.2016



Doku 1



Doku 2



Doku 3

Geçerli olan (meri) 1/1000 ölçekli Uygulama İmar Planı

KAYABAŞI GECEKONDU ÖNLEME BÖLGESİ UYGULAMA İMAR PLANI – TASDİK TARİHİ: 22.04.2016



Doku 1



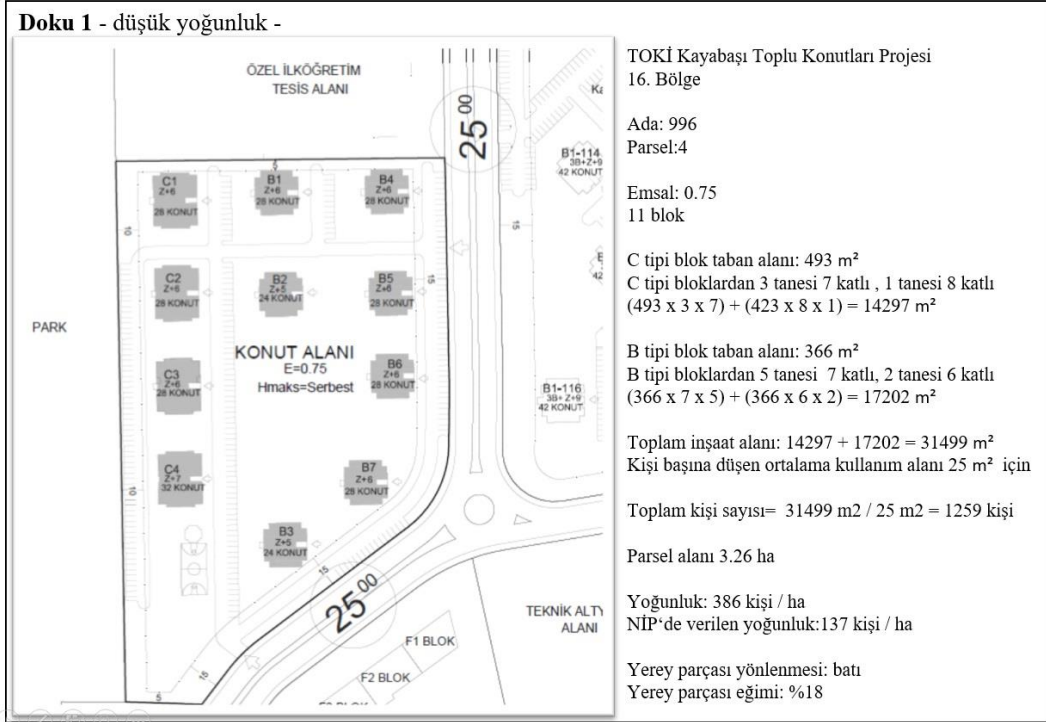
Doku 2



Doku 3

Şekil 4.6 : Çalışma dokularında geçerli olan ana fiziki planlar [70]

Dokuların mevcut durumunu özetlemek gerekirse: Düşük yoğunluktaki Doku 1, TOKİ Kayabaşı Toplu Konut Projesi, 16. Bölge içerisinde yer almaktadır. 996 Ada, 4 no.lu parselde yer alan doku 11 bloktan oluşmaktadır. C ve B tipi bloklardan oluşan dokuda, C tipi blokların 3 tanesi 7 katlı, 1 tanesi 8 katlı ve B tipi blokların 5 tanesi 7 katlı ve 2 tanesi 6 katlıdır. Bu yerleşme dokusunda toplam inşaat alanı 31499 m²'dir. Kişi başına düşen kullanım alanı 25 m² için bu alanda 1259 kişi yaşamaktadır ve bu nüfusun parsel alanına oranı ile yoğunluk 386 kişi/ha'dır. Bu durum bize yerleşme dokusunun uygulama imar planına göre inşa edilmiş hali ile nazım imar planında verilen yoğunluk arasında tutarsızlık olduğunu göstermektedir. Nazım imar planında 137 kişi/ha olarak verilen yoğunluk değeri uygulamada 2,81 katı kadar artmıştır. Doku 1'in kurulmuş olduğu arazi (yerey parçası) batı yönlenmeli olup, arazi eğimi %18'dir. Doku 1 için mevcut durum bilgisi Şekil 4.7'de verilmiştir.

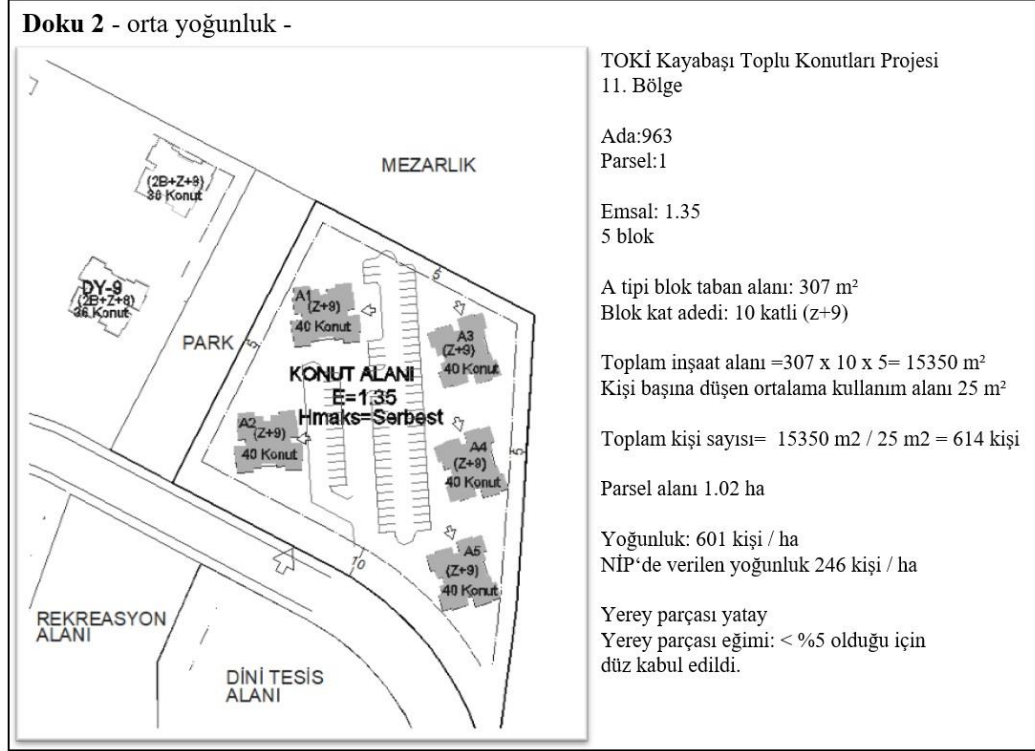


Şekil 4.7 : Doku 1 mevcut durum

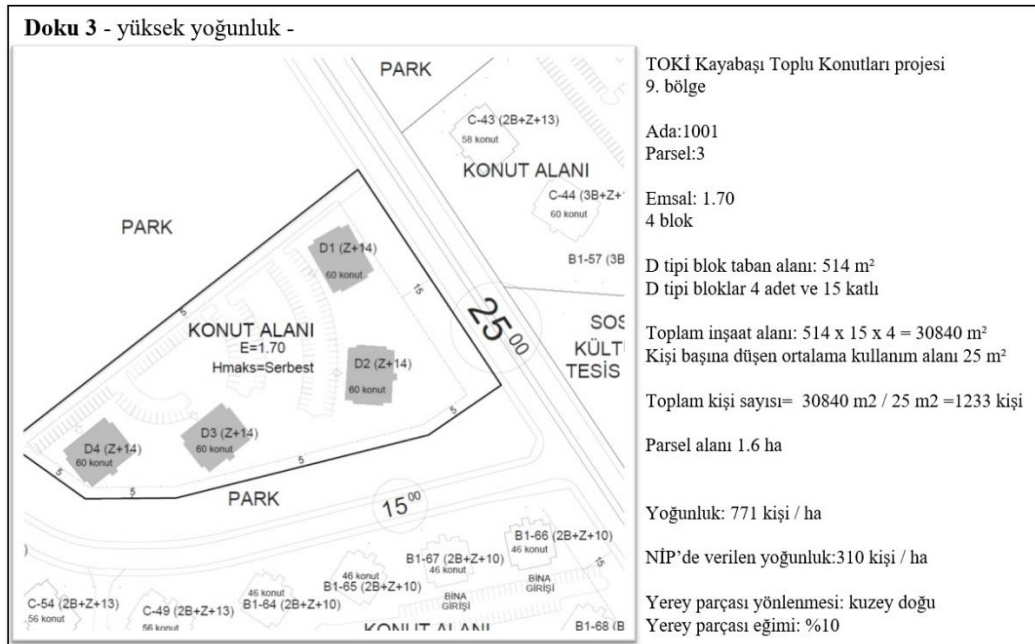
Orta yoğunluktaki Doku 2, TOKİ Kayabaşı Toplu Konut Projesi, 11. Bölge içerisinde yer almaktadır. 963 Ada, 1 no.lu parselde yer alan doku 5 bloktan oluşmaktadır. A tipi bloklardan oluşan dokuda, blokları tümü 10 katlıdır. Bu yerleşme dokusunda toplam inşaat alanı 15.350 m²'dir. Kişi başına düşen kullanım alanı 25 m² için bu alanda 614 kişi yaşamaktadır ve bu nüfusun parsel alanına oranı ile yoğunluk 601 kişi / ha'dır. Bu dokuda da, yerleşme dokusunun uygulama imar planına göre inşaa edilmiş hali ile nazım imar planında verilen yoğunluk arasında tutarsızlık bulunmaktadır. Nazım imar planında 246 kişi/ha olarak verilen yoğunluk değeri uygulamada 2,44 katı kadar artmıştır. Doku 2'in kurulmuş olduğu arazi (yerey parçası) eğimi %5'den küçük olduğu için arazi düz kabul edilmiştir. Doku 2 için mevcut durum bilgisi Şekil 4.8'de verilmiştir.

Yüksek yoğunluktaki Doku 3, TOKİ Kayabaşı Toplu Konut Projesi, 9. Bölge içerisinde yer almaktadır. 1001 Ada, 3 no.lu parselde yer alan doku 4 bloktan oluşmaktadır. D tipi bloklardan oluşan dokuda, blokları tümü 15 katlıdır. Bu yerleşme dokusunda toplam inşaat alanı 30.840 m²'dir. Kişi başına düşen kullanım alanı 25 m² için bu alanda 1.233 kişi yaşamaktadır ve bu nüfusun parsel alanına oranı ile yoğunluk 771 kişi / ha'dır. Bu dokuda da, yerleşme dokusunun uygulama imar planına göre inşaa edilmiş hali ile nazım imar planında verilen yoğunluk arasında tutarsızlık

bulunmaktadır. Nazım imar planında 310 kişi/ha olarak verilen yoğunluk değeri uygulamada 2,48 katı kadar artmıştır. Doku 3'ün kurulmuş olduğu arazi (yerey parçası) eğimi %10 ve yönlenmesi kuzeydoğudur. Doku 3 için mevcut durum bilgisi Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.8 : Doku 2 mevcut durum



Şekil 4.9 : Doku 3 mevcut durum

4.2 Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi ve Programa Aktarılması

Çalışmanın bu kısmında konut ve yerleşme tasarımında enerji etkinliği açısından etkili olan tasarım parametreleri, mevcut yerleşme dokuları için belirlenmiştir. Yapılan belirlemeler doğrultusunda dokular modellenip, parametre değerleri programa aktarılmıştır. Bu parametreler çevreye, iklime, kullanıcıya, yerleşmeye ve binaya ilişkin parametrelerdir.

4.2.1 Çevreye ilişkin parametreler

Seçilen yerleşme dokuları, 41° Kuzey Enleminde yer almaktadır. Deniz seviyesinden ortalama yükseklik 37 metredir. Yerleşme dokuları yakın çevre yapılaşması, etkili bir gölge alanı yaratmadığı için bu analizlerde değerlendirmeye katılmamıştır. Arazi yüzeyinin güneş ışıınımı yansıtma oranı % 20 olarak kabul edilmiştir.

4.2.2 İklime ilişkin parametreler

İklime ilişkin parametreler, dış ve iç iklime ilişkin değişkenler olarak ele alınmaktadır.

4.2.2.1 Dış iklime ilişkin parametreler

Yerleşme dokuları ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Nemli iklimde hava devinimi için yapılar arasında yeterli açıklıklar bırakılmalıdır. En az ısı kaybı, kışın güneş ışıınımından yararlanma, yazın gölgelenme ve havalandırma sağlanması gereken öncelikli tasarım kriterleridir. İTÜ Mimarlık Fakültesi’nde TÜBİTAK Araştırma Raporu olarak hazırlanmış olan ‘Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı’ isimli çalışmada İstanbul ısıtma ve soğutma yükleri karşılaştırıldığında ısıtma yüklerinin baskın olması nedeniyle ısıtma önceliklidir. Bu nedenle İstanbul’da yer alan çalışma dokuları için yapılacak olan değerlendirmede, ısıtma yükleri birinci derece referans olarak kullanılmaktadır [31].

Çalışma kapsamında ele alınan dokular için dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği, güneş ışıınımı ve rüzgârdan oluşan dış iklime ilişkin veriler, “Tipik Meteorolojik Yıl (TMY)” formatında Meteonorm 7.0 isimli iklim verileri elde etme programı yardımı ile oluşturulmuştur. Programdan alınan veriler 1991 – 2010 yılları arasında İstanbul için kaydedilmiş olan 19 yıllık iklimsel verinin değerlendirilmesiyle oluşturulmuştur. Meteonorm 7.0 programı, enerji uygulamaları için gerekli dış iklime ilişkin her türlü

verinin yer aldığı geniş bir veri tabanına sahip olan kapsamlı bir meteorolojik programdır [71].

4.2.2.2 İç iklimle ilişkin parametreler

İç iklimle ilişkin parametreler kapsamında ısıtma istenen dönemde iç hava sıcaklığının haftanın tüm günlerinde, 07:00 – 23:00 saatleri için 21°C, diğer saatler için ise 16°C değerini sağladığı kabul edilmiştir. Soğutma istenen dönemde ise, iç hava sıcaklığının haftanın tüm günlerinde, 07:00 – 23:00 saatleri için 25°C, diğer saatler için ise 28°C değerini sağladığı kabul edilmiştir. Soğutma istenen dönemde ayrıca doğal havalandırmanın aktif konumda olacağı kabul edilmektedir. Kişi başına düşen minimum taze hava miktarı, 10 (l/s) olarak ele alınmaktadır ve doğal havalandırma için kontrol sıcaklığı 22°C olarak belirlenmiştir. İç hava nemi içi kontrol aralığı %10 ve %90 arasında kabul edilmiştir.

4.2.3 Kullanıcıya ilişkin parametreler

Yerleşme dokularındaki binalara ilişkin kullanıcı yoğunluğu 25 m²/kişi ve kullanıcı metabolik aktivite düzeyi ise 0,84 met olarak tanımlanmıştır. Kullanıcı giysi tipi, ısıtma istenen dönem için 1 clo, soğutma istenen dönem için ise 0,5 clo olarak belirlenmiştir.

4.2.4 Yerleşmeye ilişkin parametreler

Dokuların üzerinde konumlandığı arazi (yerey parçası) değerleri şu şekildedir: Doku 1'in kurulmuş olduğu yerey parçası batı yönlenmeli olup, arazi eğimi %18'dir, Doku 2'in kurulmuş olduğu yerey parçası eğimi %5'den küçük olduğu için arazi düz kabul edilmiştir, Doku 3'ün kurulmuş olduğu yerey parçası eğimi %10 ve yönlenmesi kuzeydoğudur.

Çalışma kapsamında mevcut doku modellemesi ve analizleri yapılırken, doku içindeki bina konumları ve bina aralıkları için halihazır haritalar esas alınmıştır.

4.2.5 Binaya ilişkin parametreler

Bina formu için mevcut durum bilgileri referans alınmıştır. Yerleşme dokuları genel olarak kare ve dikdörtgen plan üzerinde yükselen bloklardan oluşmaktadırlar. Düz çatılı olan binaların yükseklikleri 5 ve 15 kat arasında değişmektedir. Çalışma kapsamında binaların bodrum katları değişkenlik gösterdiği için değerlendirmeye

alınmamıştır. Binaların ortalama kat yüksekliği 3 m'dir. Bina kabuğu saydamlık oranı %30 'dur. Bina kabuğu için ısı geçirme katsayısı (U) değerleri, dış duvarlar için 0,57 W/m²K, çatı için 0,38 W/m²K ve saydam yüzeyler için 1,8 W/m²K olarak belirlenmiştir. Çalışmadaki analizler yerleşme ölçeğinde devam ettirildiği için mekân organizasyonu parametresi dikkate alınmamıştır.

Bina bazında, aktif bina sistemlerine ilişkin parametreler aşağıda açıklanmıştır: Isıtma için kullanılan enerji türü doğalgazdır ve radyatörler aracılığıyla yapılmaktadır. Soğutma için şehir şebekesinden tedarik edilen elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Isıtma sisteminin performans katsayısı (EER) 0,85 ve soğutma sistemi performans katsayısı (COP) için bu değer 4,5 olarak belirlenmiştir. Sıcak su temini için kullanılan enerji türü de doğalgazdır ve kombi kullanılmaktadır. Sıcak su sisteminin performans katsayısı da 0,85'dir. Binalarda mekanik havalandırma sisteminin kullanılmamaktadır, yalnız doğal havalandırma etkisi düşünülmüştür.

4.3 Dokuların Mevcut Durum ve İmar Mevzuatındaki Değişen Koşullara Göre Enerji Analizlerinin Yapılması ve Karşılaştırılması

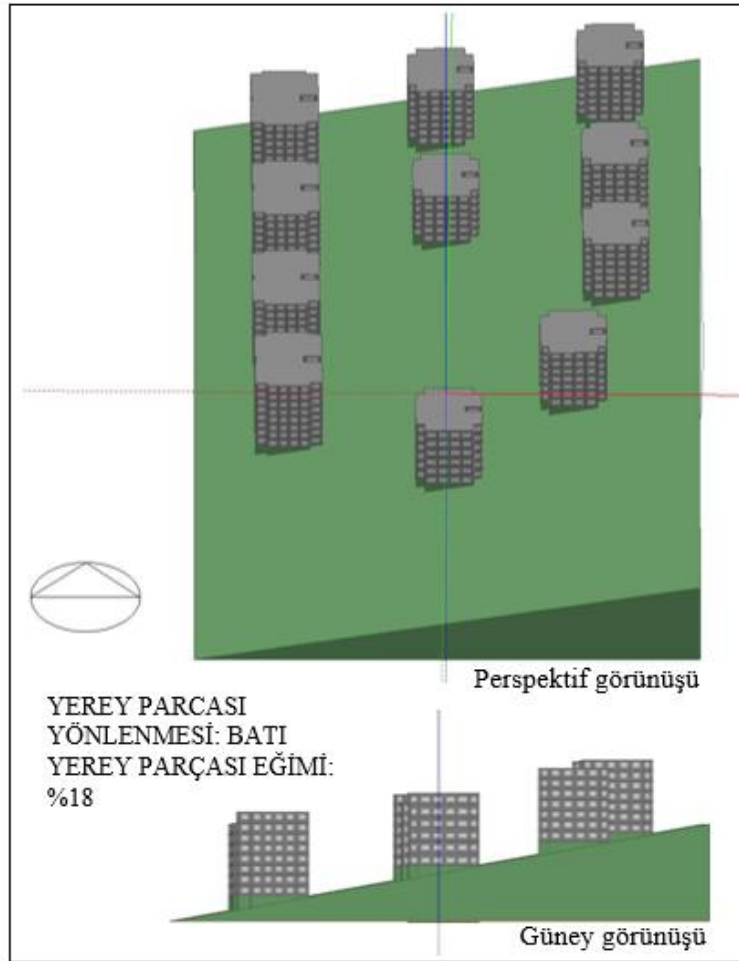
Çalışmanın bu aşamasında seçilen yerleşme dokuları 4 durum için modellenip seçilen referans binalar üzerinden enerji analizleri yapılmıştır. 1. durum yerleşmelerin mevcut durumu, 2. durum eğimli ve düz arazide olmaları durumu, 3. durum bina aralıklarının İstanbul İmar Yönetmeliği'nde verilen değerlere göre düzenlendiği durum ve 4. durum dokuların yoğunluklarının 1/5000 nazım imar planlarında verilen yoğunluğa göre düzenlendiği durumdur.

4.3.1 Mevcut durum analizleri

Doku 1, Doku 2 ve Doku 3 için enerji analizleri, Bölüm 4.2'de belirtilen mevcut durumlarını özetleyen tasarım parametreleri dikkate alınarak hazırlanmış olan modeller üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde dokular içerisinde yer alan tüm binaların yıllık toplam soğutma yükleri, ısıtma yükleri, pencerelerden güneş ışıınımı kazanımları ve CO₂ salımları hesaplanmıştır.

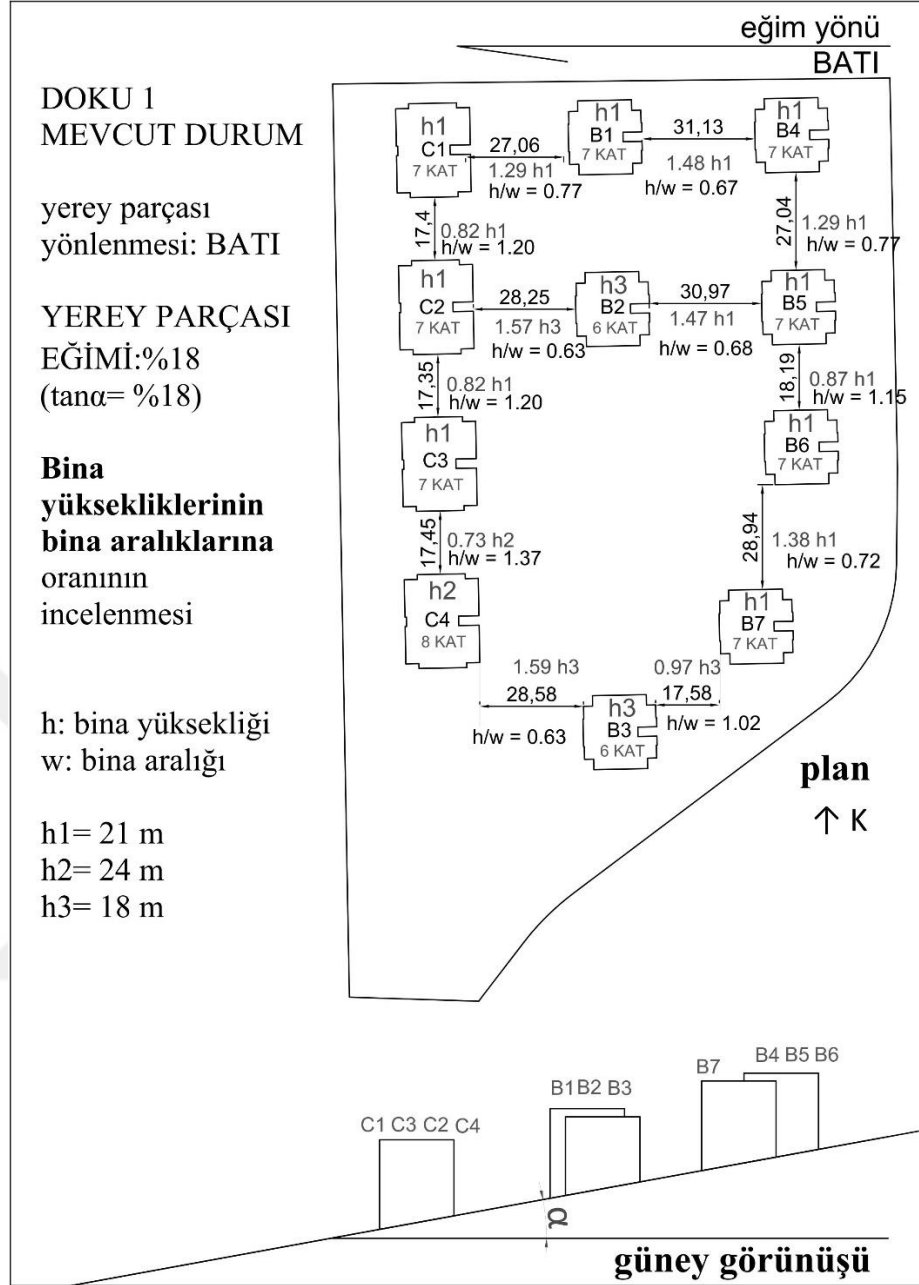
4.3.1.1 Doku 1 için mevcut durum analizleri

Öncelikle dokunun simülasyon programında modeli oluşturulmuş ve mevcut durum tasarım parametreleri bu modelde tanımlanarak binaların enerji analizleri yapılmıştır. Model çalışması Şekil 4.10'da verilmiştir.



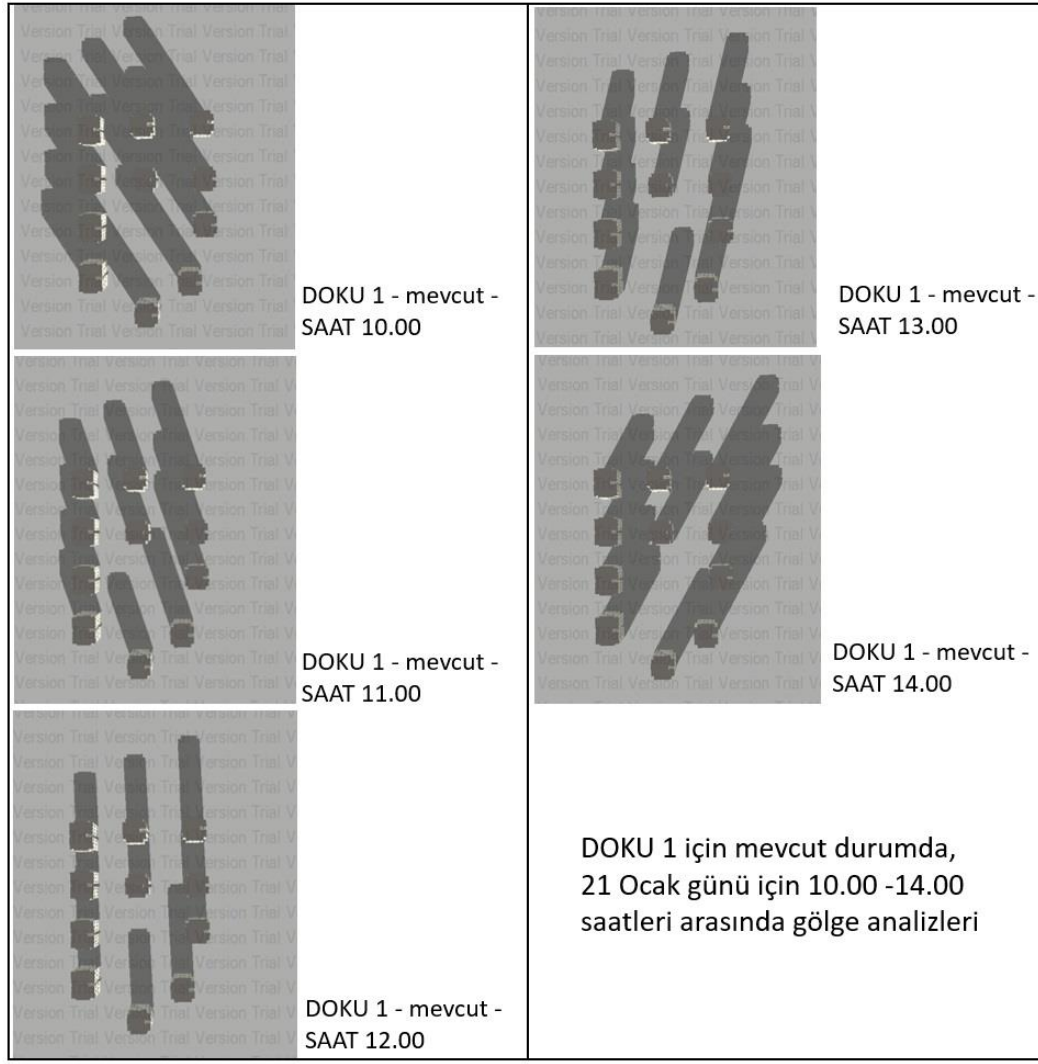
Şekil 4.10 : Doku 1 mevcut durum modeli

Doku 1 mevcut durum için ayrıca bina aralıkları ve bina yükseklikleri arasındaki oranlar tespit edilmiştir. Bu çalışmada bina aralıkları (w) değeri, hem bina yükseklikleri (h) cinsinden hem de bina yüksekliğinin bina aralıklarına oranı (h/w) cinsinden verilmiştir. Doku 1 için binalar arası mesafe analizi Şekil 4.11'de verilmiştir. Bina yüksekliklerinin bina aralıklarına oranları incelendiğinde, dokudaki en düşük değerin 0.63, en yüksek değerin ise 1.37 olduğu görülmektedir.



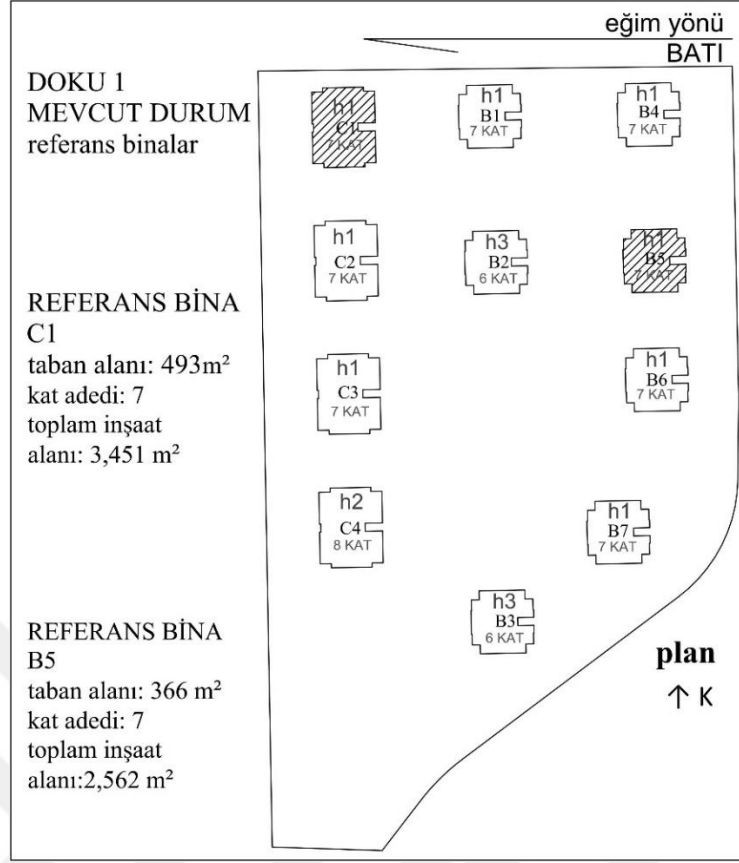
Şekil 4.11 : Doku 1 mevcut durum bina aralıkları

Doku 1'in mevcut durumu için yapılan bir diğer analiz gölge analizidir. Bu analiz ısıtmanın istendiği dönemi karakterize eden 21 Ocak günü için, binaların minimum 4 saat güneş alması gerektiği düşünülerek yapılmıştır. Şekil 4.12'de yapılan gölge analizleri verilmiştir. Analizler incelendiğinde 21 Ocak günü için binaların birbirinin gölgeli alanında kaldığı gözlemlenmektedir. Bu durum binaların güneş ışıını kazancını etkilemektedir.



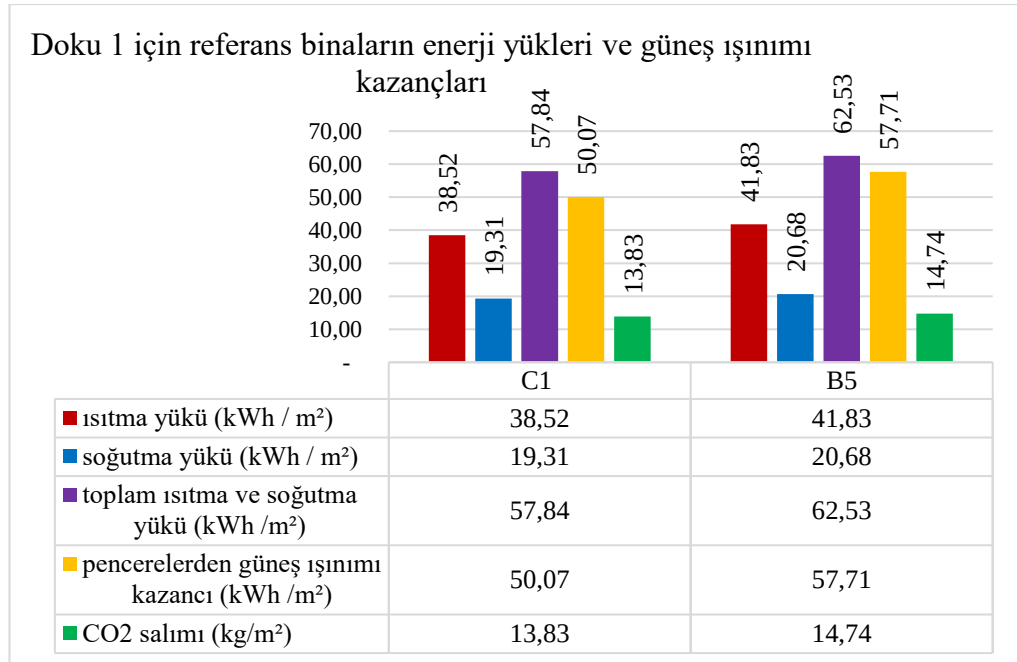
Şekil 4.12 : Doku 1 mevcut durum gölge analizleri

Doku 1’de yer alan tüm binalar için yapılan enerji simülasyonları Ek E’de, Çizelge E.1’de verilmiştir. Binaların yıllık enerji yükleri ve güneş ışıınımı kazançları toplam ve m² başına değerler olarak verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre 7 katlı binalar arasında en düşük ısıtma yüküne sahip olan C1 ve en yüksek ısıtma yüküne sahip olan B5 binaları çalışmanın diğer aşamalarında kullanılmak üzere referans binalar olarak seçilmiştir. Şekil 4.13’te seçilen referans binalar verilmiştir. Referans bina C1’in taban alanı 493 m² olup, zemin ve 6 normal kat olmak üzere 7 kattan oluşmaktadır. Binanın toplam alanı 3.451 m², duvar alanları çıkarıldığında ısıtma ve soğutmanın gerçekleştirildiği net alan 3270 m²’dir. Referans bina B5’in taban alanı 366 m² olup, zemin ve 6 normal kattan oluşmaktadır. Binanın toplam alanı 2.562 m², duvar alanları çıkarıldığında ısıtma ve soğutmanın gerçekleştirildiği net alan 2.403 m²’dir.



Şekil 4.13 : Doku 1’de referans binalar

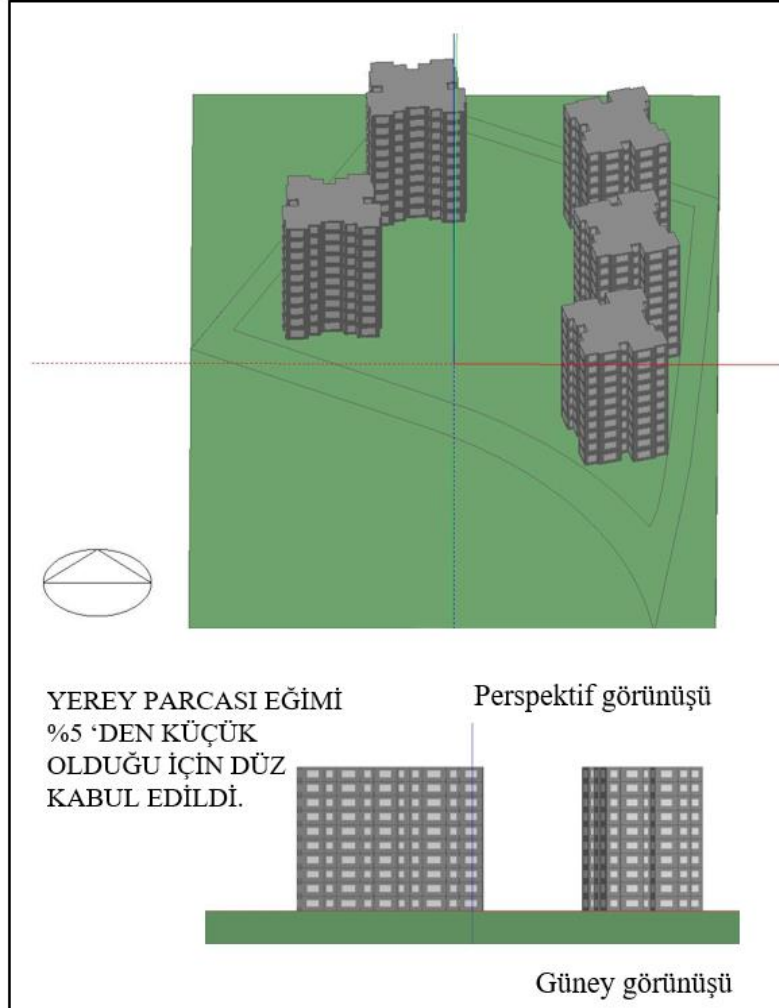
C1 ve B5 için metrekareye düşen yıllık ısıtma yükleri sırasıyla 38,52 ve 41,83 kWh / m²’dir. Referans binalar için diğer değerler Şekil 4.14’te verilmiştir.



Şekil 4.14 : Doku 1 için referans binaların enerji yükleri ve güneş ısıtım kazançları

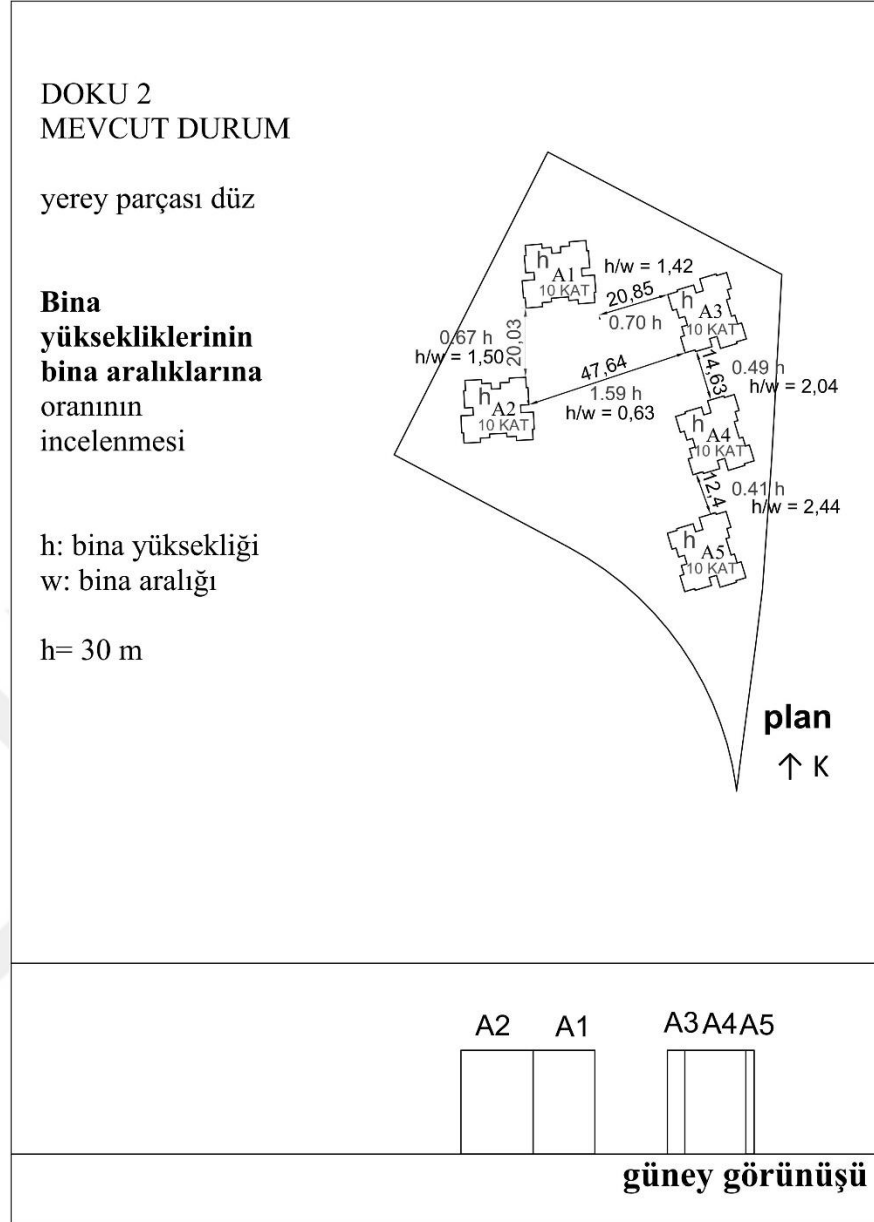
4.3.1.2 Doku 2 için mevcut durum analizleri

Doku 2 için de öncelikle dokunun simülasyon programında modeli oluşturulmuş ve mevcut durum tasarım parametreleri bu modele girilerek binaların enerji analizleri yapılmıştır. Model çalışması Şekil 4.15’de verilmiştir.



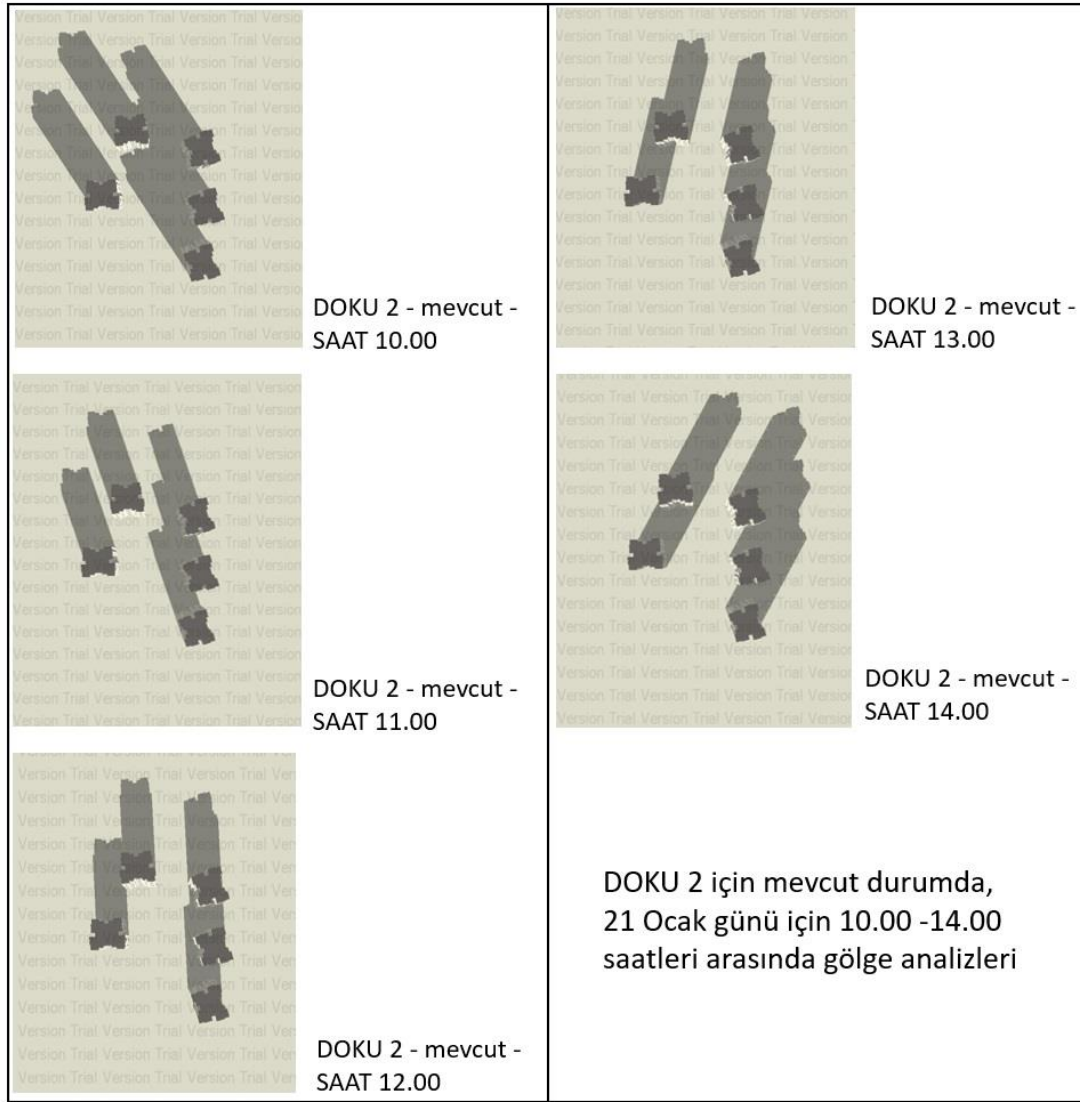
Şekil 4.15 : Doku 2 Mevcut durum modeli

Doku 2 mevcut durum için, bina aralıkları ve bina yükseklikleri arasındaki oranlar tespit edilmiştir. Doku 2 için bina aralıkları analizi Şekil 4.16’da verilmiştir. Bina yüksekliklerinin bina aralıklarına oranları (h/w) incelendiğinde, dokudaki en düşük değerin 0,63, en yüksek değerin ise 2,44 olduğu görülmektedir.



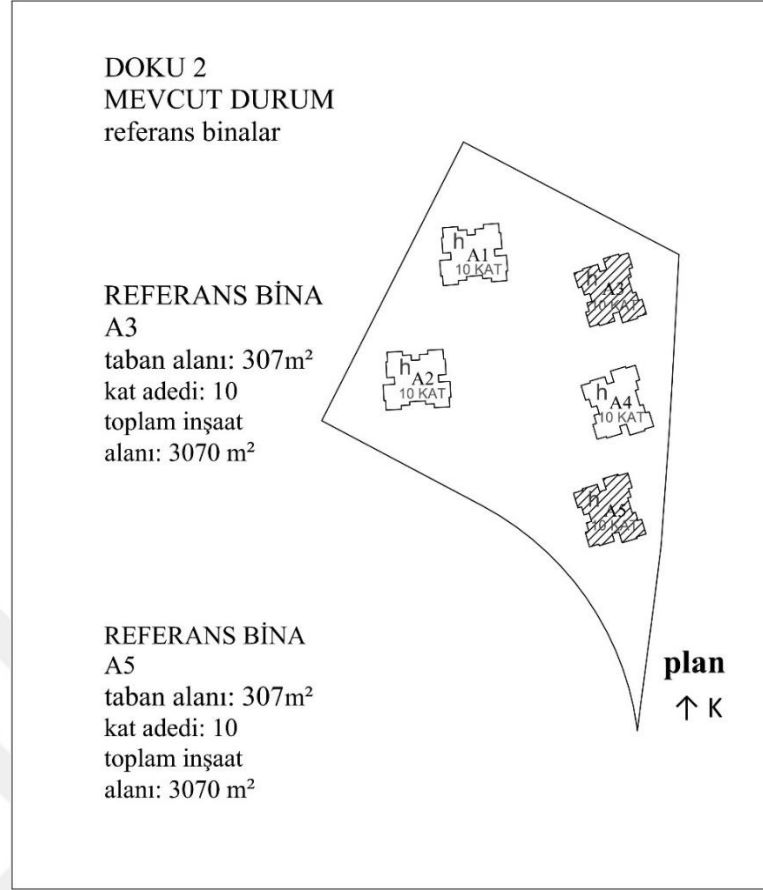
Şekil 4.16 : Doku 2 mevcut durum bina aralıkları

Doku 2'nin mevcut durumu için yapılan bir diğer analiz gölge analizidir. Bu analiz ısıtmanın istendiği dönemi karakterize eden 21 Ocak günü için, binaların minimum 4 saat güneş alması gerektiği düşünülerek yapılmıştır. Şekil 4.17'de yapılan gölge analizleri verilmiştir. Analizler incelendiğinde 21 Ocak günü için binaların birbirinin gölgeli alanında kaldığı gözlemlenmektedir. Bu durum binaların güneş ışıını kazancını etkilemektedir.



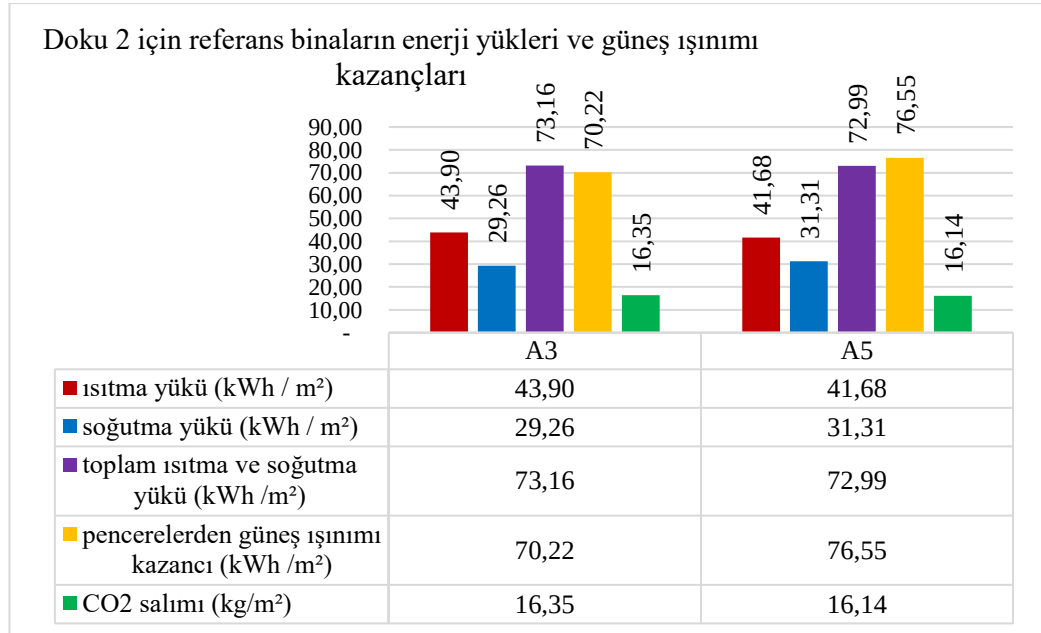
Şekil 4.17 : Doku 2 mevcut durum gölge analizleri

Doku 2’de yer alan tüm binalar için yapılan enerji simülasyonları Ek E’de, Çizelge E.2’de verilmiştir. Binaların yıllık enerji yükleri ve güneş ışıınımı kazançları toplam ve m² başına değerler olarak verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre 10 katlı binalar arasında en düşük ısıtma yüküne sahip olan A5 ve en yüksek ısıtma yüküne sahip olan A3 binaları çalışmanın diğer aşamalarında kullanılmak üzere referans binalar olarak seçilmiştir. Şekil 4.18’de seçilen referans binalar verilmiştir. Her bir referans binanın taban alanı 307 m² olup, zemin ve 9 normal kat olmak üzere 10 kattan oluşmaktadırlar. Bina toplam alanı 3.070 m², duvar alanları çıkarıldığında ısıtma ve soğutmanın gerçekleştirildiği net alan 2.831 m²’dir.



Şekil 4.18 : Doku 2’de referans binalar

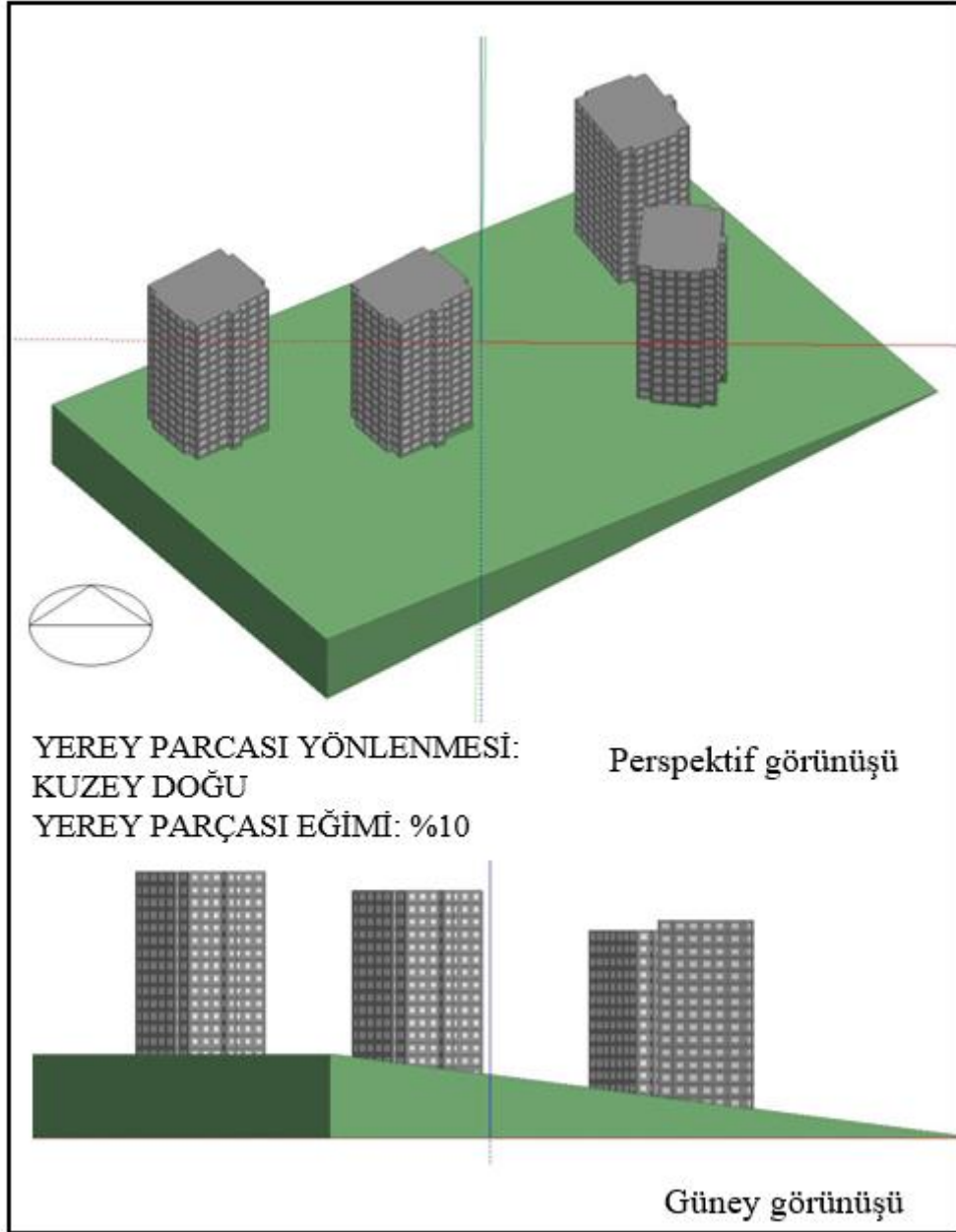
A3 ve A5 için metrekareye düşen yıllık ısıtma yükleri sırasıyla 43,90 ve 41,68 kWh / m²’dir. Referans binalar için diğer değerler Şekil 4.19’de verilmiştir.



Şekil 4.19 : Doku 2 için referans binaların enerji yükleri ve güneş ısınımı kazançları.

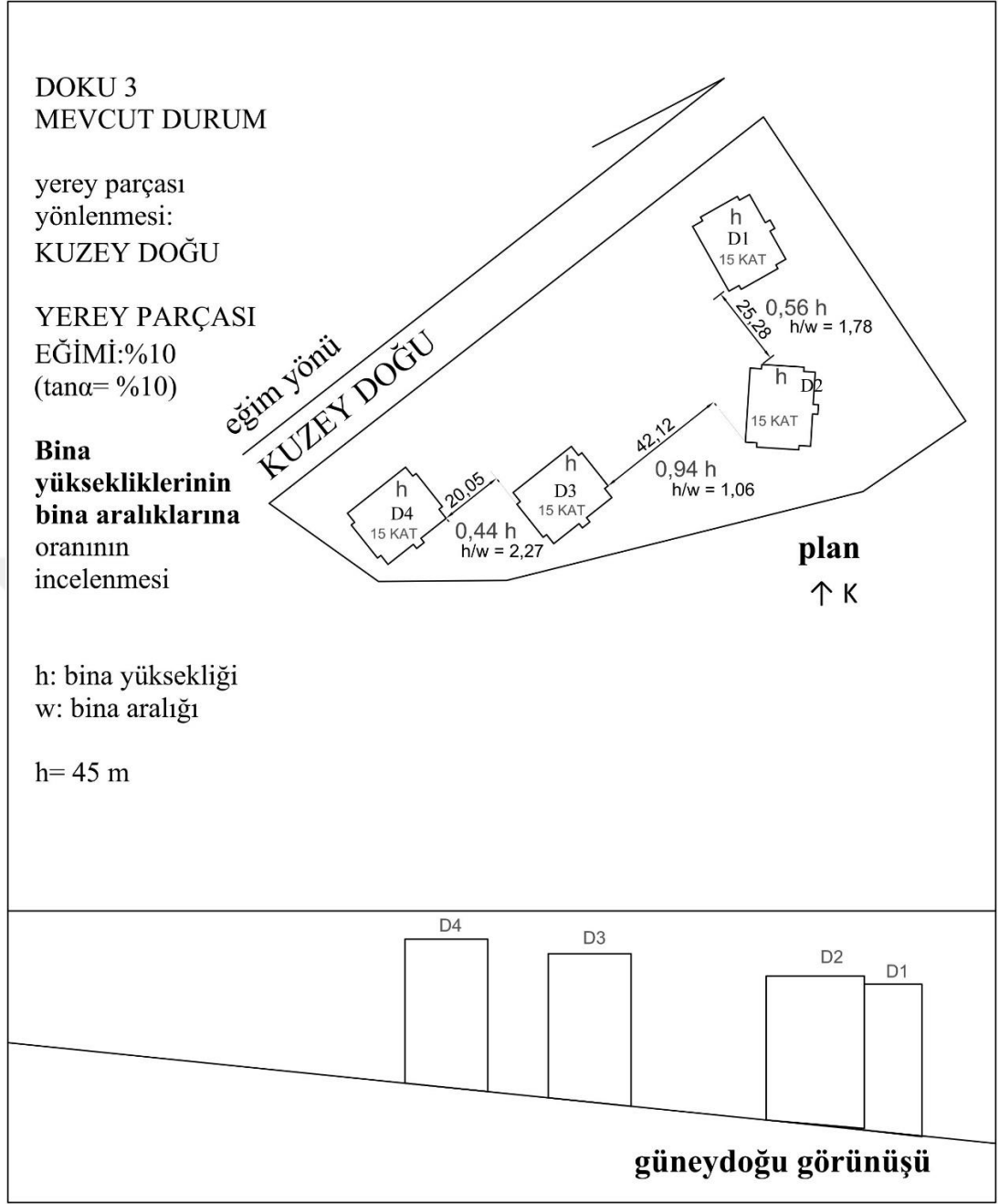
4.3.1.3 Doku 3 için mevcut durum analizleri

Doku 3 için de öncelikle dokunun simülasyon programında modeli oluşturulmuş ve mevcut durum tasarım parametreleri bu modele girilerek binaların enerji analizleri yapılmıştır. Model çalışması Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20 : Doku 3 mevcut durum modeli

Doku 3 mevcut durum için, bina aralıkları ve bina yükseklikleri arasındaki oranlar tespit edilmiştir. Doku 3 için bina aralıkları analizi Şekil 4.21’de verilmiştir. Bina yüksekliklerinin bina aralıklarına oranları (h/w) incelendiğinde, dokudaki en düşük değerin 1,06, en yüksek değerin ise 2,27 olduğu görülmektedir.

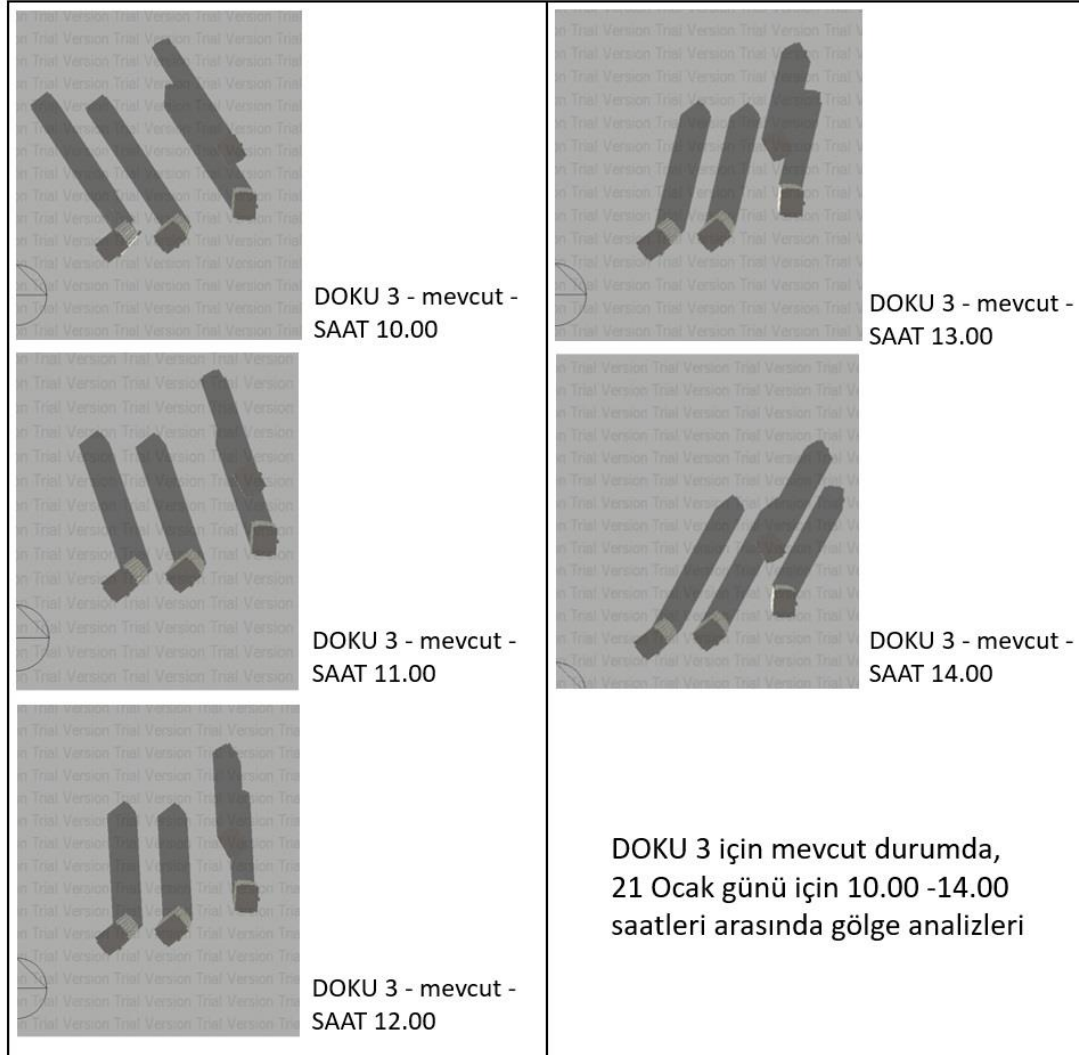


Şekil 4.21 : Doku 3 mevcut durum bina aralıkları

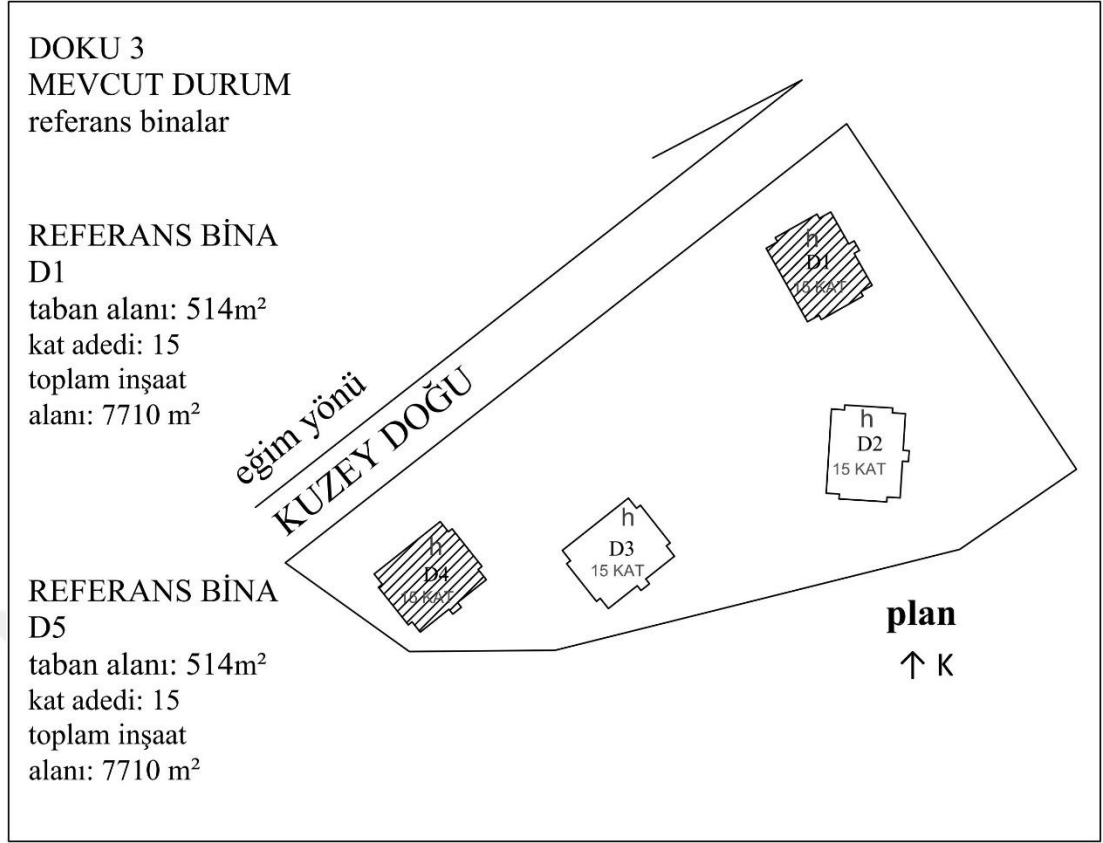
Doku 3'ün mevcut durumu için yapılan bir diğer analiz gölge analizidir. Bu analiz ısıtmanın istendiği dönemi karakterize eden 21 Ocak günü için, binaların minimum 4 saat güneş alması gerektiği düşünülerek yapılmıştır. Şekil 4.22'de yapılan gölge analizleri verilmiştir. Analizler incelendiğinde D1 binasının D2 ve D3 binalarının gölge konilerinin içinde kaldığı görülmektedir.

Doku 3'te yer alan tüm binalar için yapılan enerji simülasyonları Ek E'de, Çizelge E.3'de verilmiştir. Binaların yıllık enerji kazanımları ve kazançları toplam ve m² başına değerler olarak verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına D1 ve D4 binaları çalışmanın

diğer aşamalarında kullanılmak üzere referans binalar olarak seçilmiştir. Şekil 4.23'te seçilen referans binalar verilmiştir.. Her bir referans binanın taban alanı 514 m² olup, zemin ve 14 normal kat olmak üzere 15 kattan oluşmaktadırlar. Bina toplam alanı 7.710 m², duvar alanları çıkarıldığında ısıtma ve soğutmanın gerçekleştirildiği net alan 7.349 m²'dir.

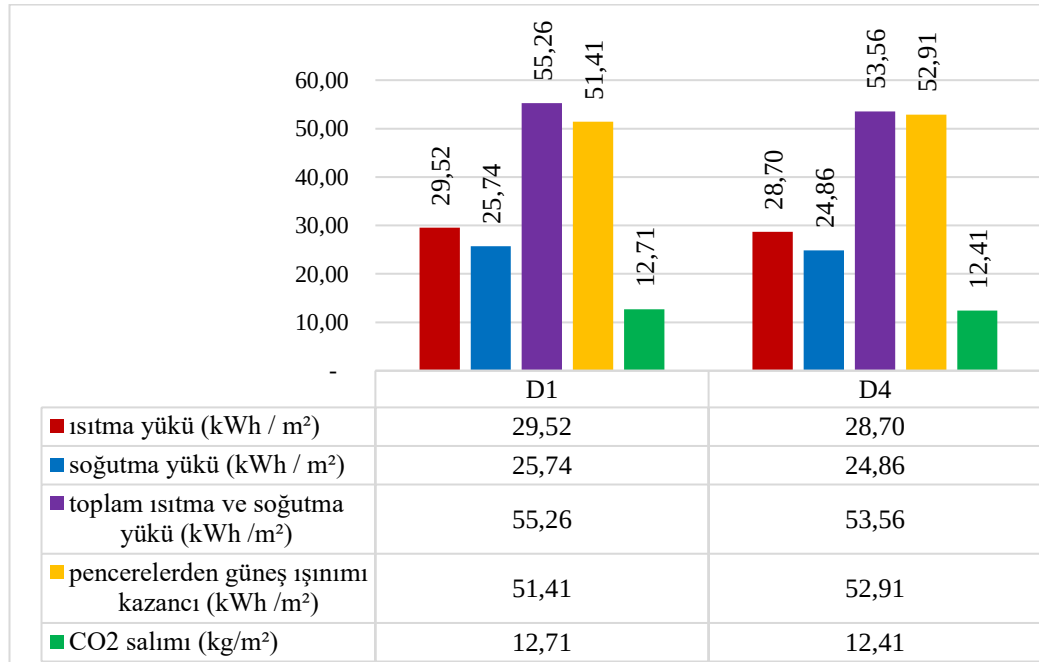


Şekil 4.22 : Doku 3 mevcut durum gölge analizleri



Şekil 4.23 : Doku 3'te referans binalar

D1 ve D4 için metrekareye düşen yıllık ısıtma yükleri sırasıyla 29,52 ve 28,70 kWh / m²'dir. Referans binalar için diğer değerler Şekil 4.24'de verilmiştir.



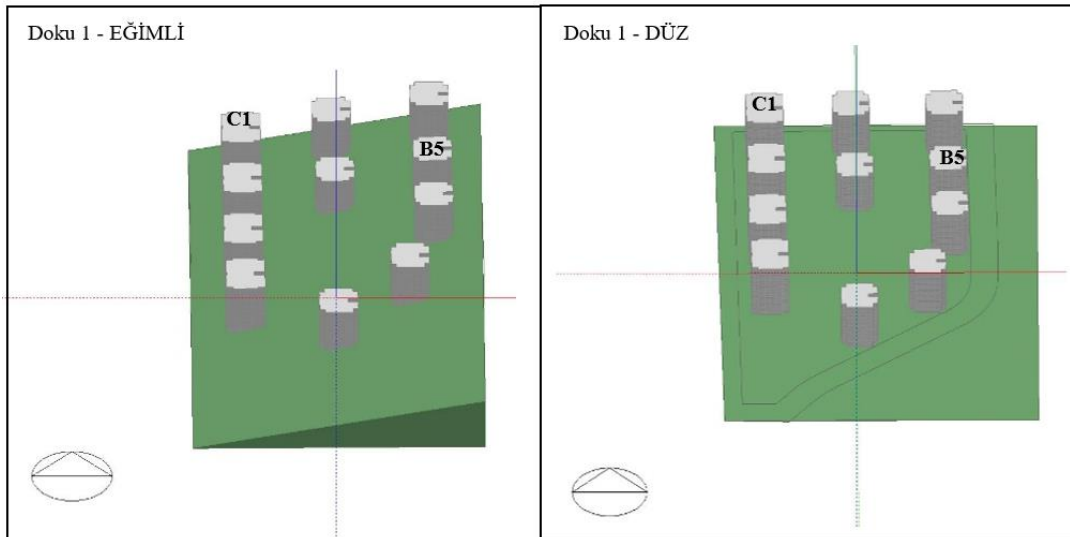
Şekil 4.24 : Doku 3 için referans binaların enerji yükleri ve güneş ışınlımı kazançları

4.3.2 Dokuların düz ve eğimli yerey parçasında olmaları durumunun karşılaştırılması

Enerji etkinliğinde girdi olarak kullanılan parametrelerden yerleşme ölçeğindeki en önemli parametrelerden biri binaların konumlandığı yerey parçasının eğimi ve yönlenmesidir. İmar mevzuatı incelendiğinde gerek yönetmeliklerde gerekse fiziki planlarda eğim analizleri yalnız yerleşmeye sakıncalı eğimdeki arazilerin tespiti için yapılırken, güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından herhangi bir değerlendirmenin söz konusu olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, arazi eğiminin güneş enerjisinin etkin kullanımında, dolayısıyla binaların ısıtma ve soğutma yükleri üzerinde ne kadar etkili olabileceğinin irdelenmesi için çalışmanın bu bölümünde, yerleşme dokularından mevcut durumda eğimli olan Doku 1 ve Doku 3 için düz arazide olmaları durumu için dokular yeniden modellenip, binaların enerji analizleri yapılmıştır. Düz ve eğimli arazi analiz sonuçları referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır.

4.3.2.1 Doku 1 için düz ve eğimli durum karşılaştırması

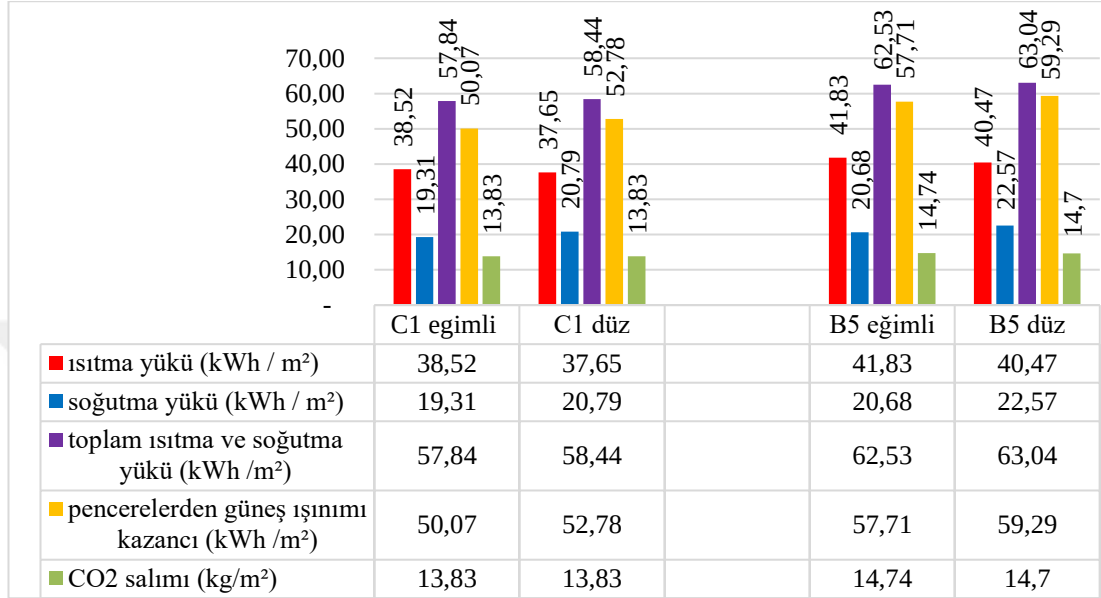
Mevcut durumda Doku 1’de %18 eğimle batı yönlenmeli olan yerey parçası için düz olması durumu için yeniden modelleme yapıp, bu modele göre enerji analizleri tekrarlanmıştır. Şekil 4.25’te modeller verilmiştir.



Şekil 4.25 : Doku 1 için yerey parçasının eğimli ve düz durumları

Doku 1’in düz ve eğimli arazide olma durumundaki enerji analizleri referans binalar C1 ve B5 üzerinden karşılaştırılmıştır. Enerji analizlerinin karşılaştırılması Şekil 4.26’da verilmiştir. Bu karşılaştırmada, dokularda yer alan binaların batı yönlenmeli

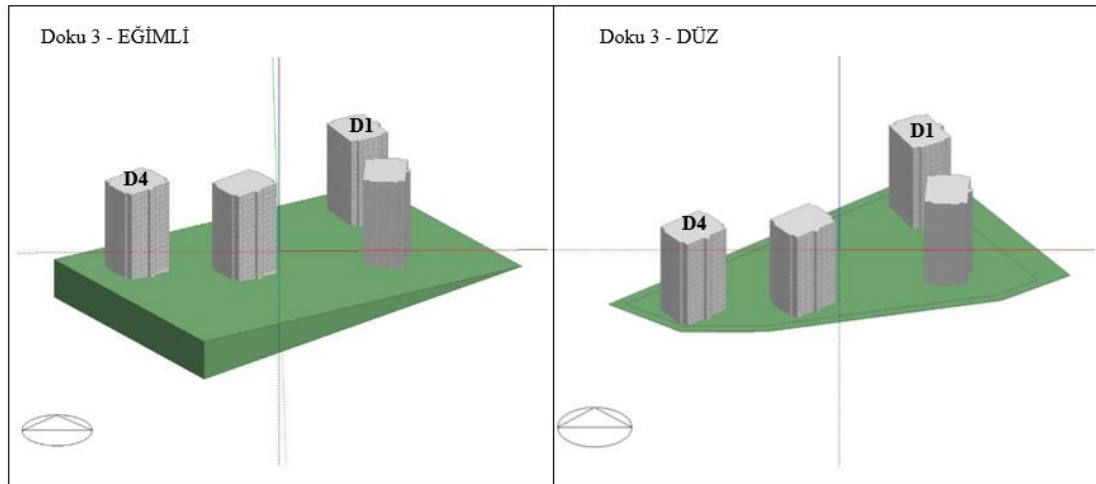
araziden, düz araziye geçişlerinde ısıtma yüklerinde düşüş gözlenmiştir. Bu bağlamda güneş ışıınımı kazancı artan dokuların, ısıtma yükleri azalırken, soğutma yüklerindeki artış oranının ısıtma yüklerindeki azalmadan fazla olması nedeniyle, toplam yüklerinin arttığı gözlemlenmiştir. Referans bina C1'in eğimli araziden düz araziye geçişte toplam ısıtma yükü %2,25 oranında düşerken, referans bina B5 için bu oran % 3,25'tir.



Şekil 4.26 : Doku 1 için referans binaların düz ve eğimli yeray parçaları üzerinde karşılaştırılması.

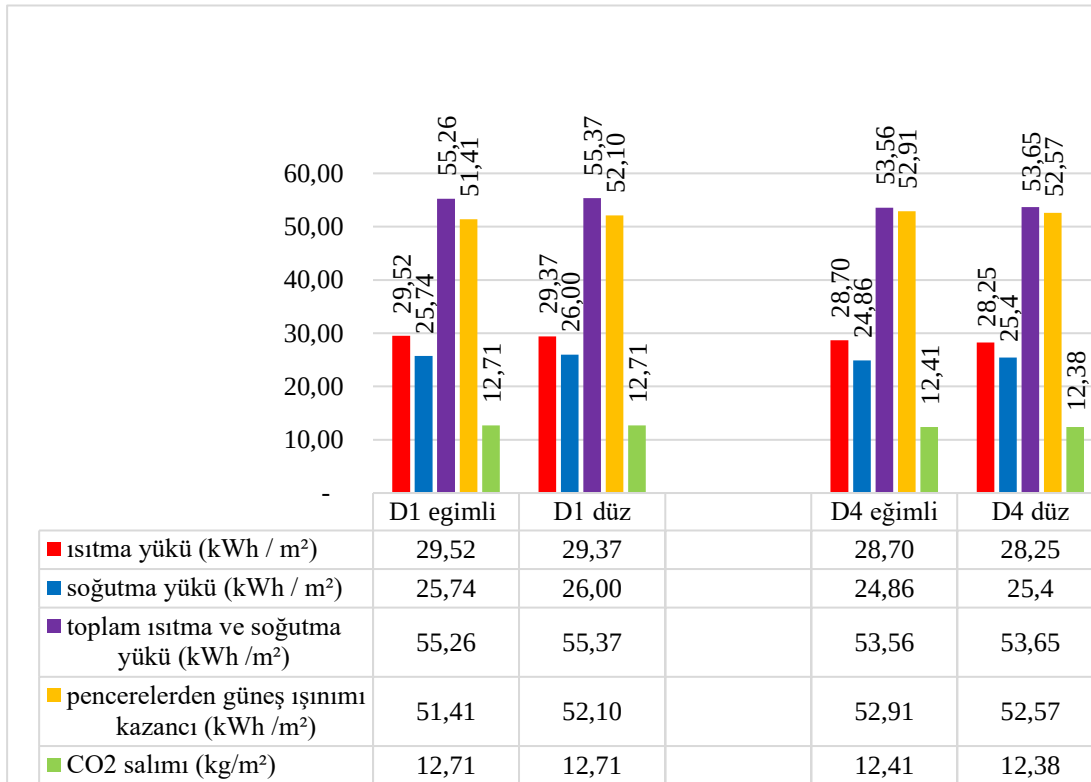
4.3.2.2 Doku 3 için düz ve eğimli durum karşılaştırması

Mevcut durumda Doku 3'de %10 eğimle kuzeybatı yönlenmeli olan yeray parçası için düz olması durumu için yeniden modelleme yapıp, bu modele göre enerji analizleri tekrarlanmıştır. Şekil 4.27'de modeller verilmiştir



Şekil 4.27 : Doku 3 için yeray parçasının eğimli ve düz durumları

Doku 3'ün düz ve eğimli arazide olma durumundaki enerji analizleri referans binalar D1 ve D4 üzerinden karşılaştırılmıştır. Enerji analizlerinin karşılaştırılması Şekil 4.28'de verilmiştir. Bu karşılaştırmada, Doku 1'e benzer şekilde, referans binaların kuzeybatı yönlenmeli araziden, düz araziye geçişinde ısıtma yüklerinde düşüş, pencereden güneş ışıınımı kazançlarında ve soğutma yüklerinde artış gözlemlenmiştir. D1 için ısıtma yükündeki düşüş oranı %0,5 iken bu oran D4 için %1,6'dır.



Şekil 4.28 : Doku 3 için referans binaların düz ve eğimli yerey parçaları üzerinde karşılaştırılması.

4.3.3 Mevcut ve İstanbul İmar Yönetmeliği'ndeki durumların karşılaştırılması

Yerleşmeye ilişkin tasarım parametrelerinden bir diğeri bina aralıklarıdır. Güneş ışıınının ısıtıcı etkisinden yararlanmada, binalar aralıkları (w), bina yükseklikleri (h) ve buna bağlı olarak bina yüksekliklerinin aralıklarına oranı (h/w) önemlidir. İstanbul İmar Yönetmeliği'nde verilen bahçe mesafeleri, bina aralıklarının belirlenmesinde etkilidir. Yönetmeliğin dördüncü bölümünde yer alan yapılaşmaya ilişkin hükümler kısmında, bahçe mesafeleriyle ilgili hükümlerin yer aldığı 23. Madde içeriği aşağıdaki gibidir:

“Bahçe mesafeleri

MADDE 23 - (1) Uygulama imar planında, aksine bir hüküm bulunmadığı durumlarda bahçe mesafeleri;

- a) Ön bahçe ve yol kenarına rastlayan bahçe mesafeleri en az 5.00 metredir.
- b) Yan bahçe mesafesi ile kamusal alanlara komşu olan bahçe mesafeleri en az 3.00 metredir.
- c) Arka bahçe mesafesi en az 3.00 metredir.
- ç) Yan ve arka bahçe mesafeleri; dörtten fazla katlı binalarda 4 katın üzerindeki her kat için 0,50 metre artırılır.” [53].

Çalışma kapsamında, mevcut yerleşme dokularındaki bina aralıkları yönetmelikte verilen minimum değerlere göre yeniden modellenip analizleri yapılmıştır. Dokular için yönetmelikte tarif edilen duruma göre modeller oluşturulurken, öncelikle plan düzleminde her bir binanın yüksekliğine göre, bahçe mesafesi 4 kata kadar yan ve arka bahçe için 3 metre, 4 kat sonrası her bir ilave kat için 0,5 metre arttırılarak belirlenmiştir. Sonra binalar bu bahçe sınırları çakışacak şekilde plan düzleminde birbirlerine yaklaştırılmıştır. Analiz sonuçları dokuların mevcut ve yönetmelik durumu için referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır.

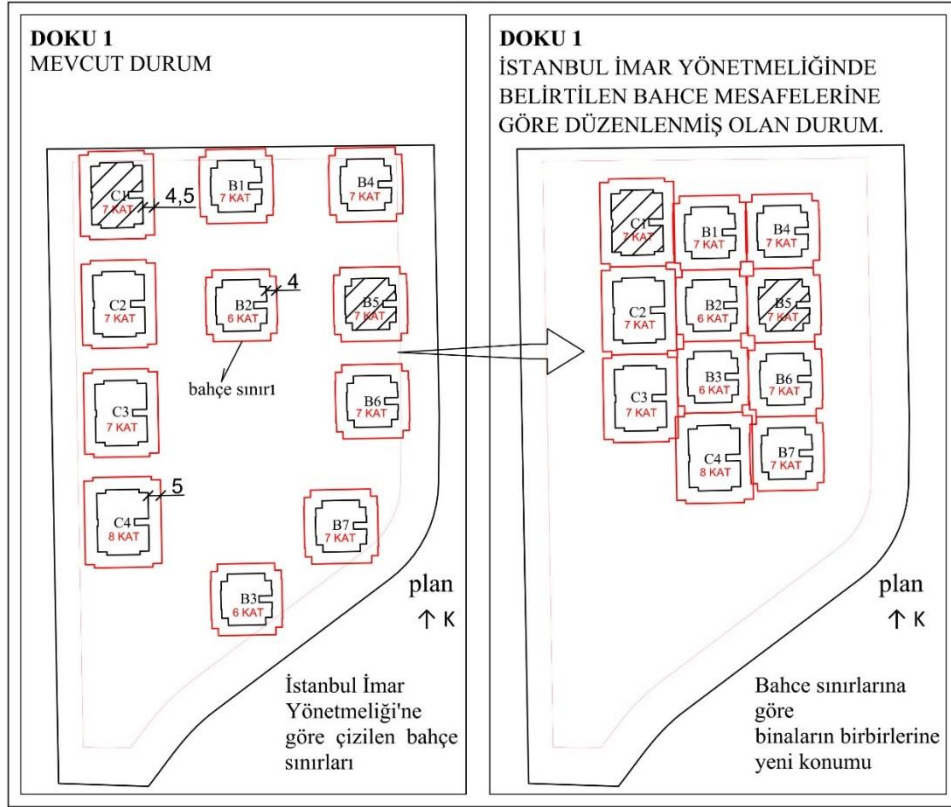
4.3.3.1 Doku 1 için mevcut ve yönetmelik durumlarının karşılaştırılması

Doku 1’de binaların kat adetleri 6, 7 ve 8 olarak değişmektedir. Yönetmeliğe göre, 6 katlı binalar için yan ve arka bahçe mesafesi minimum 4 metre, 7 katlı binalar için 4,5 m ve 8 katlı binalar için 5 m’dir. Bu duruma göre Doku 1 için bahçe sınırları çizilen binalar ve binaların bu sınırlara göre birbirlerine yaklaştırılmış durumları Şekil 4.29’da verilmiştir.

İstanbul İmar Yönetmeliği’ne göre düzenlenen durumda bina aralıkları değişmiştir. Şekil 4.30’da değişen bina aralıkları ve h/w oranları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Örneğin referans bina C1’in B1 binası ile arasındaki mesafe 27 metre ve h/w oranı 0,77 iken, bu mesafe 9 metreye düşmüş ve h/w oranı 2,33’e yükselmiştir.

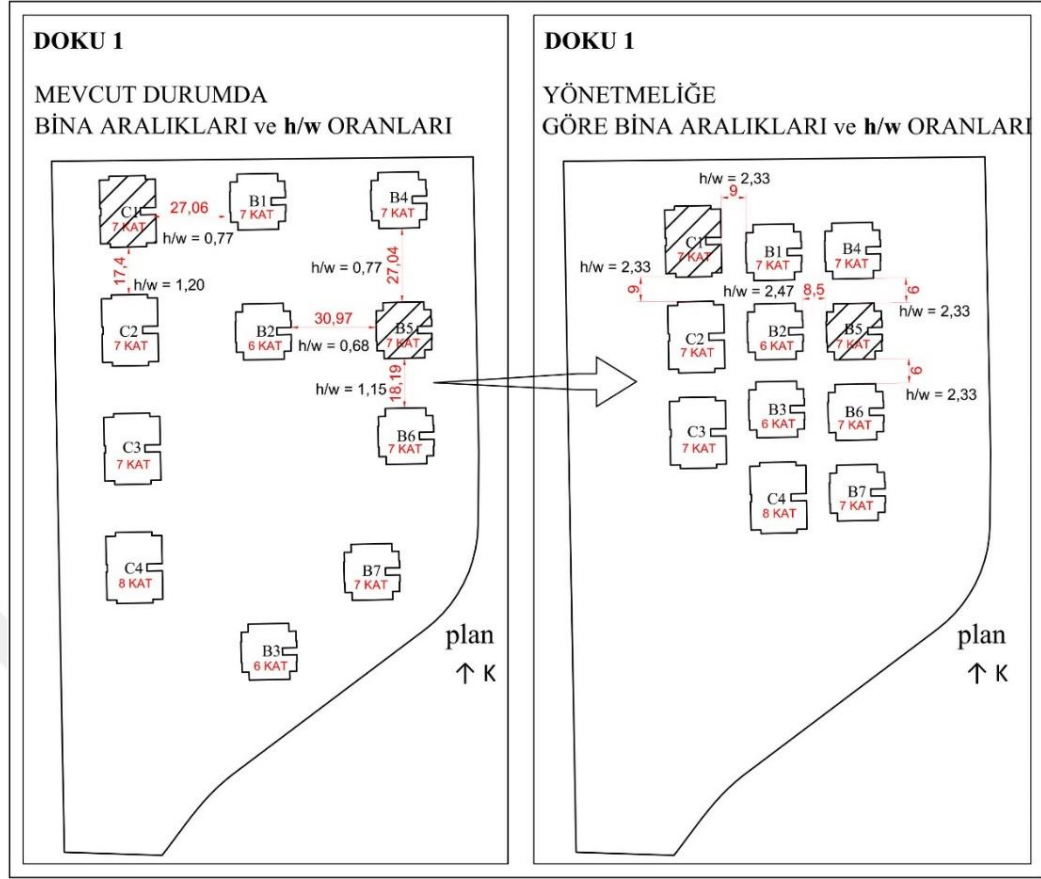
Çalışmanın bir sonraki aşamasında bina aralıkları ve güneş ışınlamı kazancı arasındaki ilişkinin irdelenmesi için yönetmelik durumuna göre oluşturulan yerleşme modellenmiş ve binaların enerji analizleri yapılmıştır. Şekil 4.31’de bu analizler

referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır. Bu analizler üzerinden değişen h/w oranlarıyla güneş ışınlı kazançları arasındaki ilişkinin, güneş ışınlı kazanıcı değęerlerindeki değışime bağlı olarak da ısıtma ve soğutma yüklerindeki değışimin gözlemlenmesi mümkün olmuştur.

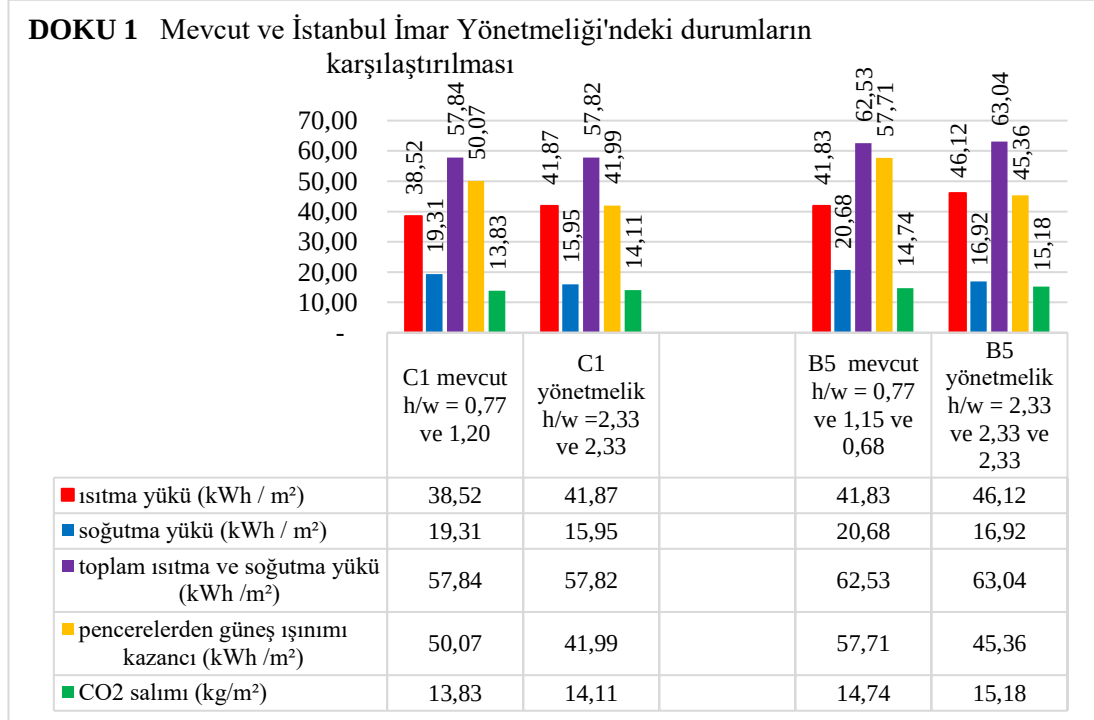


Şekil 4.29 : Doku 1'in bina aralıklarının İstanbul İmar Yönetmeliği'nde belirtilen bahçe mesafelerine göre düzenlenmesi

Referans binalar üzerinden yapılan karşılaştırma incelendiğinde, Referans bina C1 için h/w oranları yükselirken, güneş ışınlı kazanıcının azaldığı, buna paralel olarak ısıtma yüklerinin arttığı görülmektedir. Referans bina C1'in ısıtma yükü % 8.7 artmış, soğutma yükü ise % 20 düşmüştür. Toplam yükteki artış oranı ise % 3'dür. Bunun yanı sıra referans bina B5'in h/w oranındaki değışim referans bina C1'e göre daha yüksektir ve referans bina B5'in ısıtma yükündeki değışimin daha yüksek olduğu görülmektedir. Referans bina B5'in ısıtma yükü %10 artmış, soğutma yükü ise % 22 azalmıştır. Toplam yükteki artış oranı ise % 8'dir.



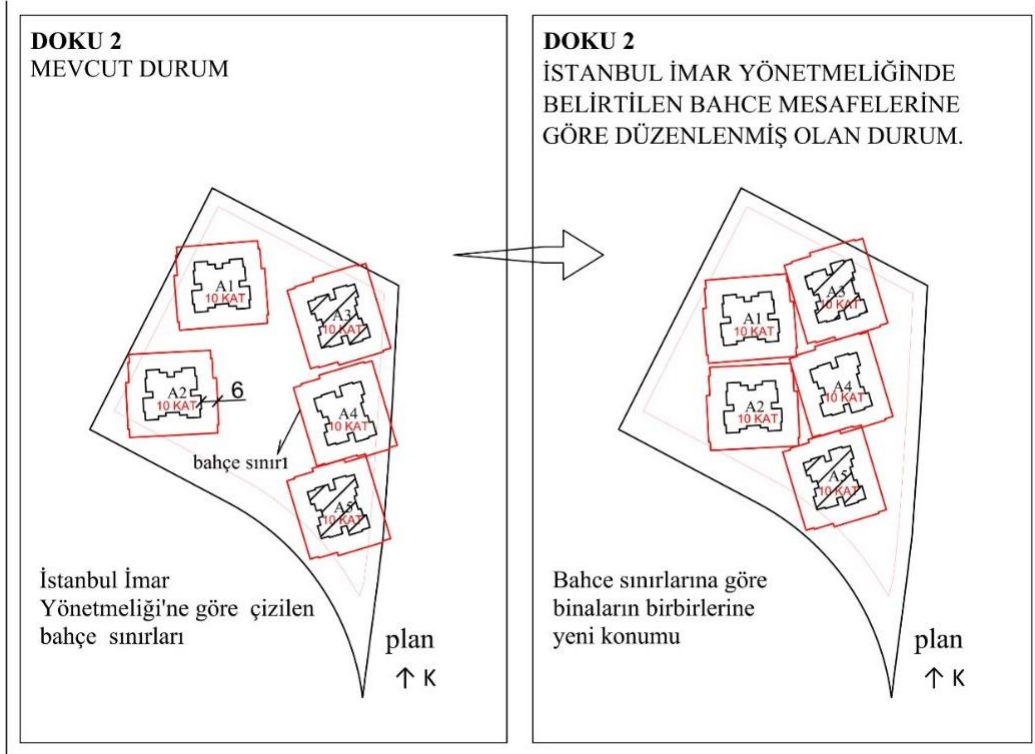
Şekil 4.30 : Doku 1’de mevcut durum ve İstanbul İmar Yönetmeliği’ne göre bina aralıkları ve h/w oranları



Şekil 4.31 : Doku 1’de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve imar yönetmeliği durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri

4.3.3.2 Doku 2 için mevcut ve yönetmelik durumlarının karşılaştırılması

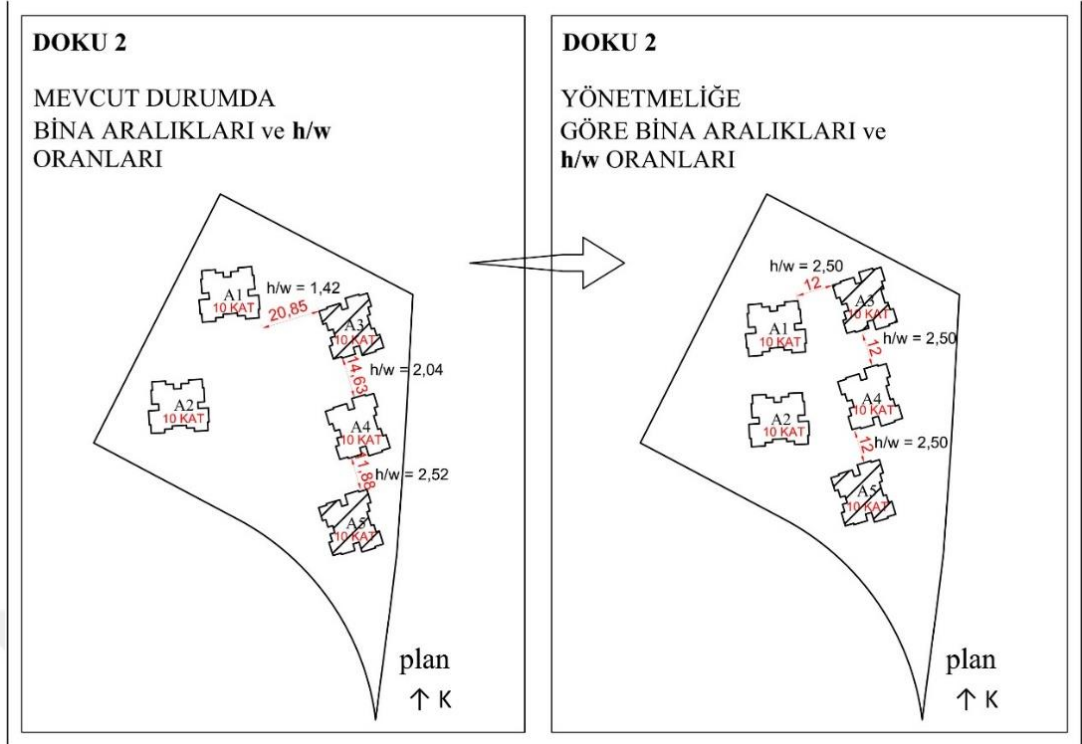
Doku 2’de binaların tümü 10 katlıdır. Yönetmeliğe göre, 10 katlı binalar için yan ve arka bahçe mesafesi minimum 6 m’dir. Bu duruma göre Doku 2 için bahçe sınırları çizilen binalar ve binaların bu sınırlara göre birbirlerine yaklaştırılmış durumları Şekil 4.32’de verilmiştir.



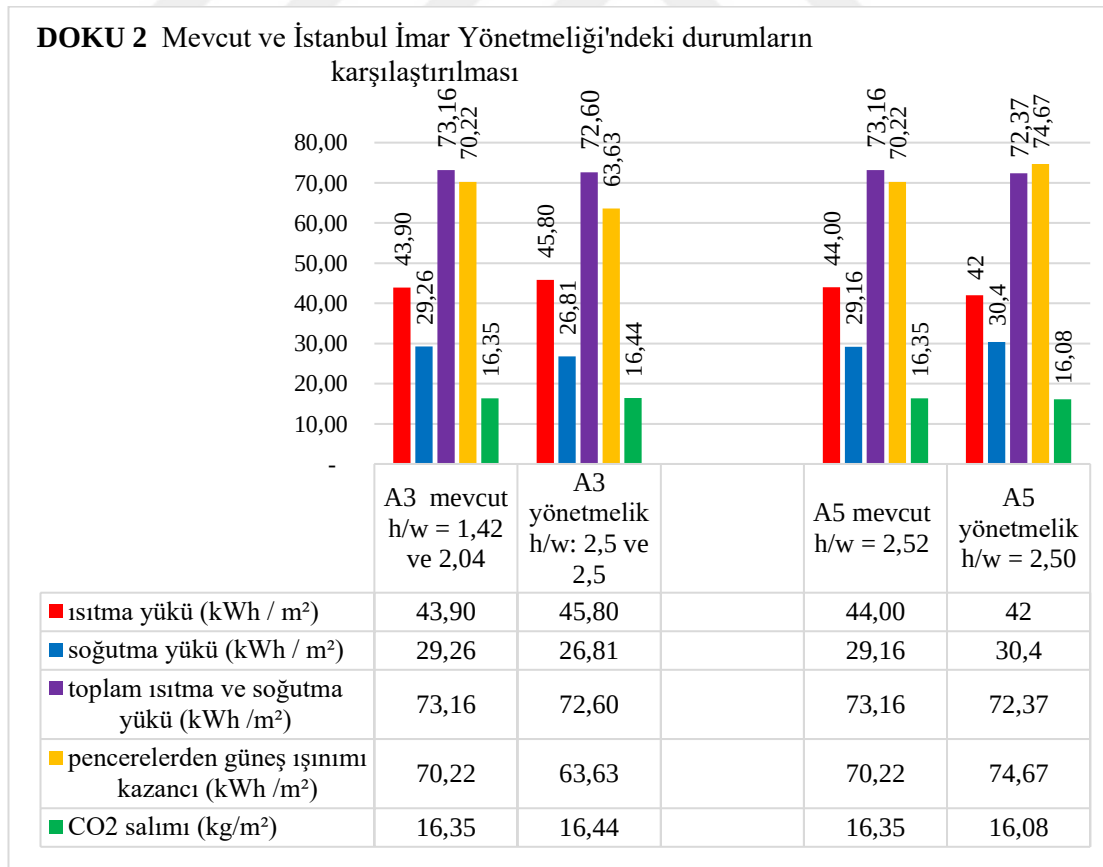
Şekil 4.32 : Doku 2’nin bina aralıklarının İstanbul İmar Yönetmeliği’nde belirtilen bahçe mesafelerine göre düzenlenmesi

İstanbul İmar Yönetmeliği’ne göre düzenlenen durumda bina aralıkları değişmiştir. Şekil 4.33’te değişen bina aralıkları ve h/w oranları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Örneğin referans bina A3’ün A1 ve A4 binaları ile arasındaki mesafe sırasıyla 20,85 m ve 14,63 m, bunun yanında h /w oranı 1,42 ve 2,04 iken, bu mesafeler 12 metreye düşmüş ve h/w oranları da 2,5 ‘e yükselmiştir.

Doku 2 için de bina aralıkları ve güneş ışıınımı kazancı arasındaki ilişkinin irdelenmesi için yönetmelik durumuna göre oluşturulan yerleşme modellenmiş ve binaların enerji analizleri yapılmıştır. Şekil 4.34’te bu analizler referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.33 : Doku 2’de mevcut durum ve İstanbul İmar Yönetmeliği’ne göre bina aralıkları ve h/w oranları

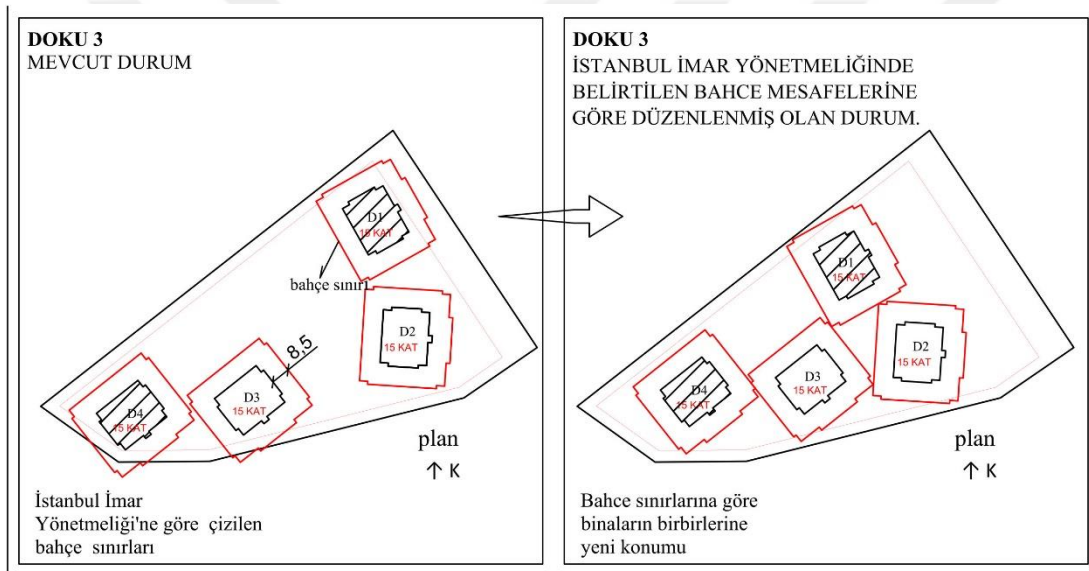


Şekil 4.34 : Doku 2’de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve imar yönetmeliği durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri

Grafik incelendiğinde Doku 1’de gözlemlenen duruma benzer olarak, Doku 2’de de referans binaların h/w oranlarındaki artışla ısıtma yüklerinin artışı arasında doğru orantı gözlemlenmektedir. Referans bina A3’ün ısıtma yükü % 4 artmış, soğutma yükü %9 azalmıştır. Toplam yükteki azalma oranı % 7’dir. Referans bina A5 için ısıtma yükü % 4,7 azalma, soğutma yükü % 4,25 artış ve toplam yük % 1 artış göstermiştir.

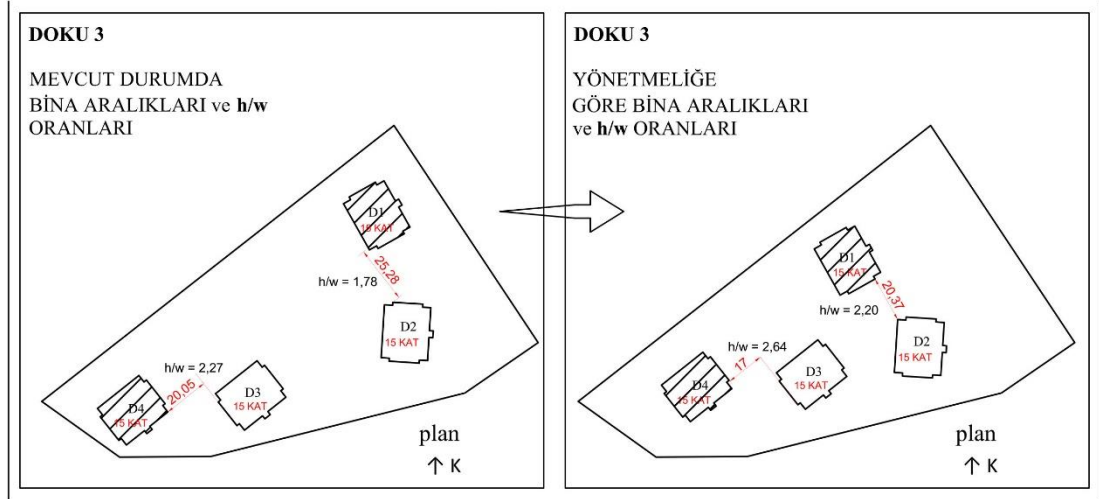
4.3.3.3 Doku 3 için mevcut ve yönetmelik durumlarının karşılaştırılması

Doku 3’te binaların tümü 15 katlıdır. Yönetmeliğe göre, 15 katlı binalar için yan ve arka bahçe mesafesi minimum 8,5 m’dir. Bu duruma göre Doku 3 için bahçe sınırları çizilen binalar ve binaların bu sınırlara göre birbirlerine yaklaştırılmış durumları Şekil 4.35’te verilmiştir



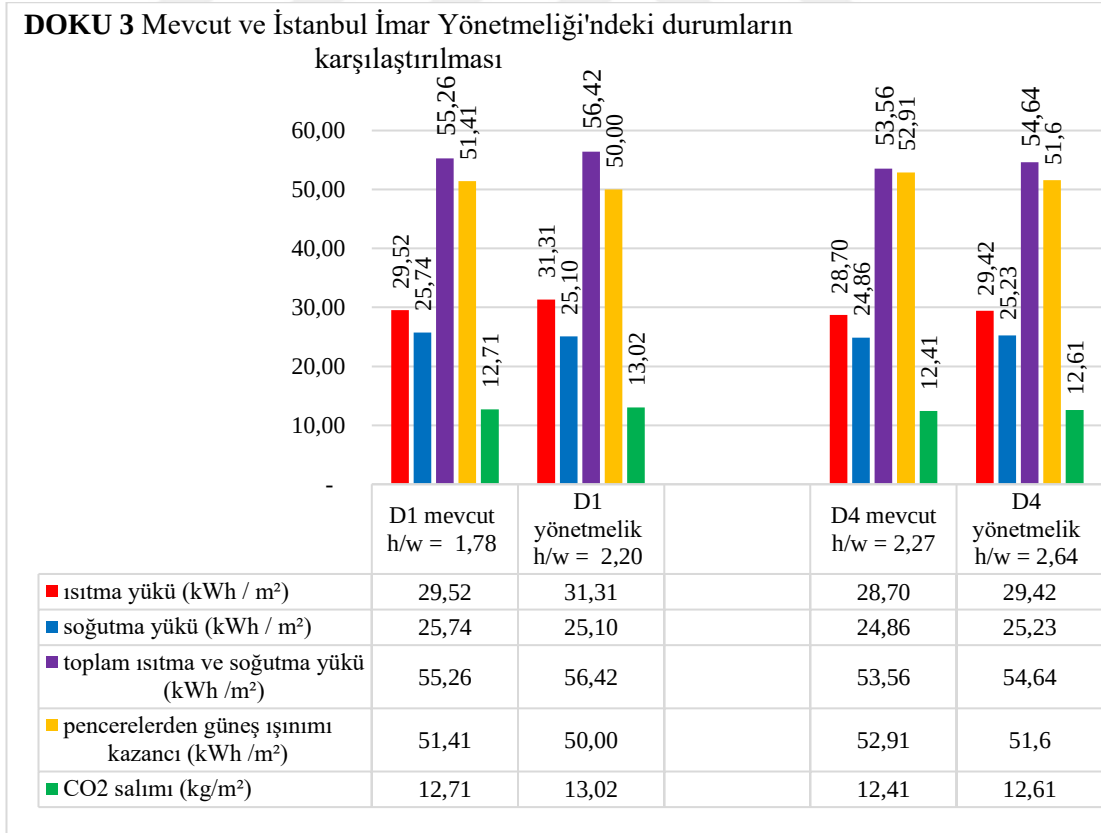
Şekil 4.35 : Doku 3’ün bina aralıklarının İstanbul İmar Yönetmeliği’nde belirtilen bahçe mesafelerine göre düzenlenmesi

Doku 3 için yönetmelik durumuna göre yapılan yeni düzenlemede, değişen bina aralıkları ve h/w oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.36’da verilmiştir. Örneğin referans bina D1’in D2 binası ile arasındaki mesafe 25,28 m ve h /w oranı 1,78 iken, düzenleme sonrası bu mesafe bu 20,37 m düşmüş ve h/w oranı da 2,20’ e yükselmiştir.



Şekil 4.36 : Doku 3'te mevcut durum ve İstanbul İmar Yönetmeliği'ne göre bina aralıkları ve h/w oranları

Doku 3 için de bina aralıkları ve güneş ışıınımı kazancı arasındaki ilişkinin irdelenmesi için yönetmelik durumuna göre oluşturulan yerleşme modellenmiş ve binaların enerji analizleri yapılmıştır. Şekil 4.37'de bu analizler referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.37 : Doku 3'te referans binalar üzerinden, mevcut durum ve imar yönetmeliği durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri.

Grafik incelendiğinde Doku 1 ve Doku 2’de gözlemlenen durumlara benzer olarak, Doku 3’te de referans binaların h/w oranlarındaki artışla ısıtma yüklerinin artışı arasında doğru orantı gözlemlenmektedir. Yönetmeliğe göre yapılan düzenlemede azalan bina aralıklarına bağlı yerleşmelerin güneş ışıınımı kazançlarının düşmüş ve ısıtma yükleri artmıştır. Referans bina D1 için ısıtma yükü % 5 artmış, soğutma yükü % 3,5 azalmış ve toplam yük % 2 artış göstermiştir. Referans bina D4 için ısıtma yükü % 2 artmış, soğutma yükü % 1,5 artmış ve toplam yük % 2 artış göstermiştir.

4.3.4 Mevcut ve nazım imar planındaki durumların karşılaştırılması

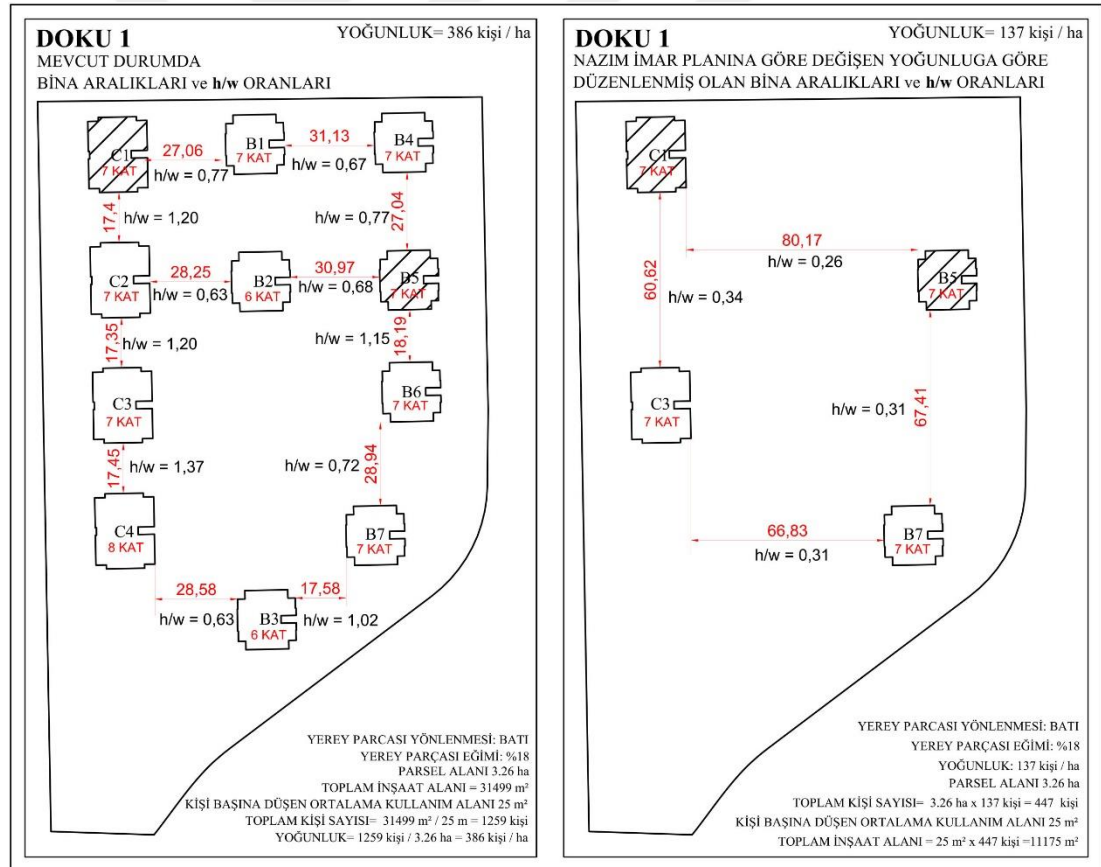
Konut ve yerleşme dokularında güneş ışıınımı etkin kullanımı açısından etkili olan bir diğer araç imar planlarıdır. Çalışmanın önceki bölümlerinde bahsedildiği gibi bu planlar yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerinden bina aralıkları parametresini doğrudan etkiledikleri için, yerleşmenin güneş ışıınımı kazancı, dolayısıyla yerleşmenin ısıtma ve soğutma yükleri üzerinde etkilidirler.

Çalışmanın önceki aşamalarında, dokular için nazım imar planlarında verilmiş olan yoğunluk değerlerinin, uygulama imar planlarındaki değerler ile örtüşmediği görülmüştür. Daha önce de belirtildiği gibi, nazım imar planları (NİP), uygulama imar planları için yol gösterici planlardır. Plan hiyerarşisi içinde uygulama imar planları nazım imar planlarından sonra gelir ve nazım imar planı kararlarına uymak zorundadırlar. Çalışma dokuları incelendiğinde nazım imar planında dokular için verilen yoğunlukların, uygulama imar planlarına geçildiğinde aşıldığı görülmüştür. Uygulama imar planına göre inşa edilmiş olan Doku 1, Doku 2 ve Doku 3 için nüfus yoğunlukları, nazım imar planında verilen yoğunlukların sırasıyla 2,81, 2,44 ve 2,48 katıdır.

Çalışma kapsamında, bu nüfus artışının dokuların yapılaşmış çevresindeki izleri analiz edilerek, yapılan modelleme ve enerji analizi çalışmalarıyla bu nüfus yoğunluklarına göre oluşan yapılaşmış çevredeki bina aralıkları, güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından analiz edilmiştir. Nazım imar planında daha düşük olan nüfus yoğunlukları yapılaşmış çevreye yansıtılırken, bina aralıkları parametresi kullanılmıştır. Nazım imar plana uygun dokuların oluşturulmasında, kişi başına düşen kullanım alanı hesabıyla, nazım imar planında verilen yoğunluğa göre inşaat alanları yeniden hesaplanmış ve bu inşaat alanına tekabül eden alan kadar binanın doku üzerinde olduğu kabul edilerek, düzenleme yapılmıştır.

4.3.4.1 Doku 1 için mevcut ve nazım imar planı durumlarının karşılaştırılması

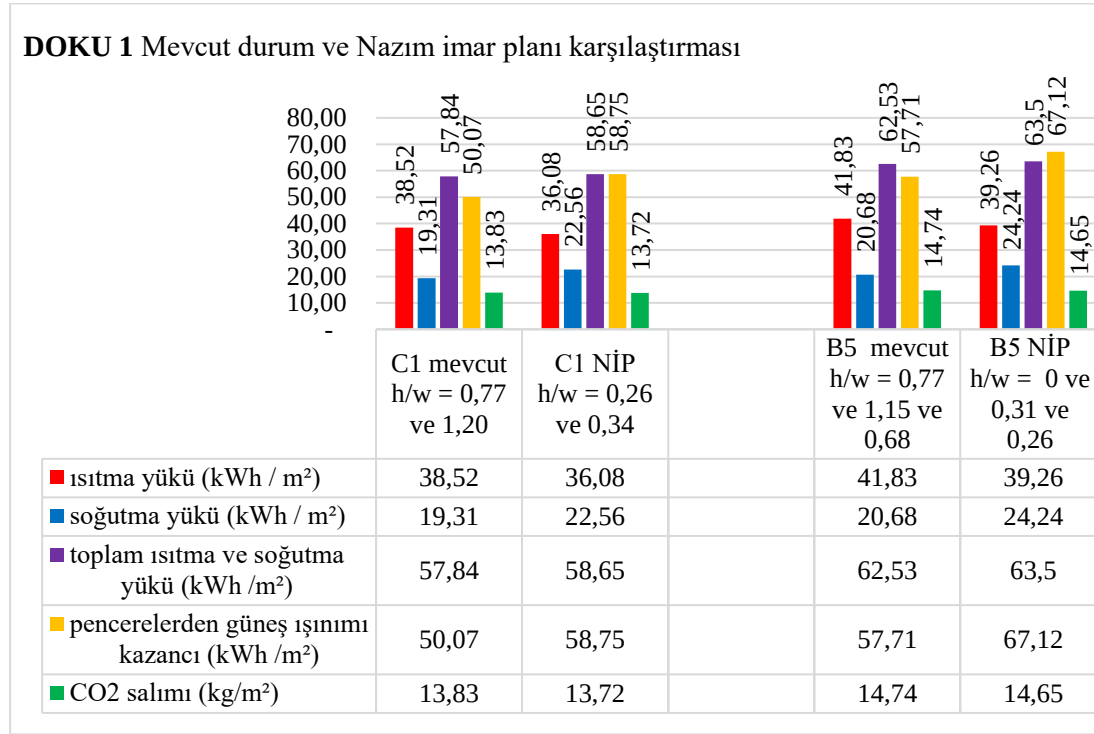
Uygulama imar planına göre yapılaşmış olan Doku 1’de mevcut nüfus yoğunluğu buna bağlı olarak da inşaat alanı yoğunluğu nazım imar planında (NİP) verilen yoğunluğun 2,81 katıdır. Bu da yerleşmedeki yapı yoğunluğunun, NİP’da belirtilenin çok üstünde olduğunu göstermektedir. Doku 1’in bu iki plan türünde değişen yoğunluğu incelenirken, öncelikle NİP’nda verilmiş olan nüfus yoğunluğu, arazinin toplam alanı ile çarpılarak, NİP’na göre bu alanda kaç kişi yaşaması gerektiği hesaplanmıştır. Sonrasında kişi başına düşen inşaat alanı 25 m² için, NİP’na göre Doku 1’deki olması gereken toplam inşaat alanı hesaplanmıştır. Şekil 4.38’de dokunun mevcut durumu ve NİP’da verilen yoğunluk için yapılan hesaplama göre oluşturulan durumu verilmektedir. Ayrıca mevcut ve yeni düzenlemelerin bina aralıkları analiz edilip, h/w oranları tespit edilmiştir. NİP’na göre yeni doku oluşturulurken, korunan binaların konumu ya da formu değiştirilmemiştir.



Şekil 4.38 : Doku 1’de mevcut durum ve NİP’na göre bina aralıkları ve h/w oranları.

Doku 1'in NİP'na göre yeniden düzenlenmiş hali için binaların enerji simülasyonları yeniden yapılmıştır. Şekil 4.39'da verildiği gibi bu analizler mevcut durum ve NİP'na göre yeniden düzenlenmiş durum için referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır.

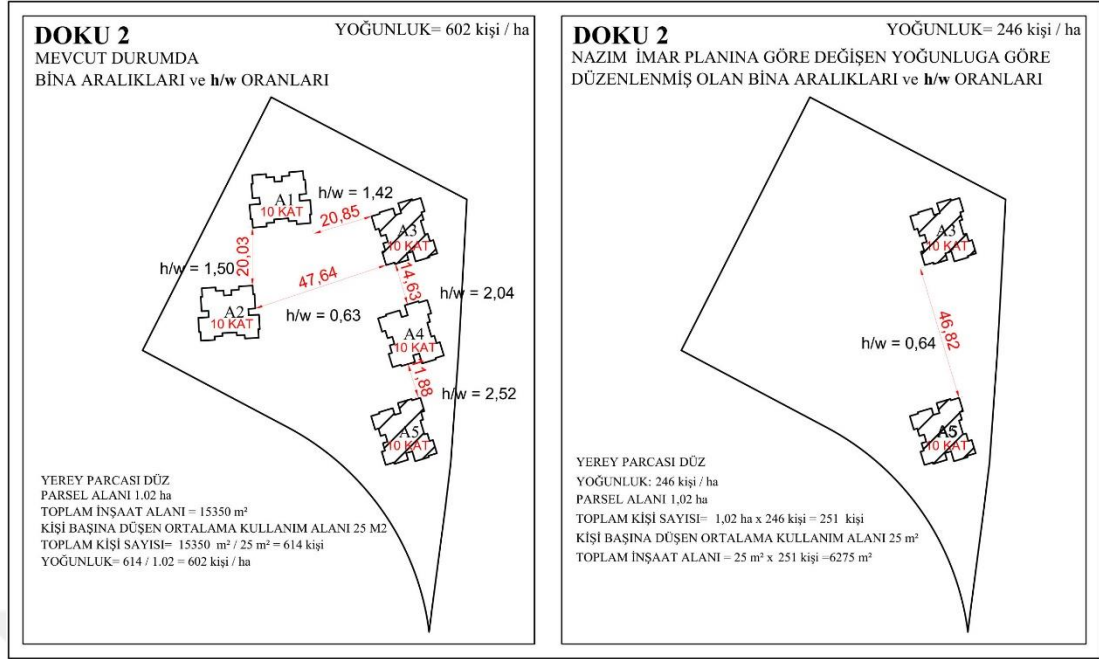
Analiz sonuçlarına göre düşen yerleşme yoğunluğuyla birlikte, referans binaların ısıtma yüklerinin düştüğü, güneş ışınlamaları kazanımlarının arttığı ve h/w oranlarının da bu durumlarla ters orantılı olarak azaldığı görülmektedir.



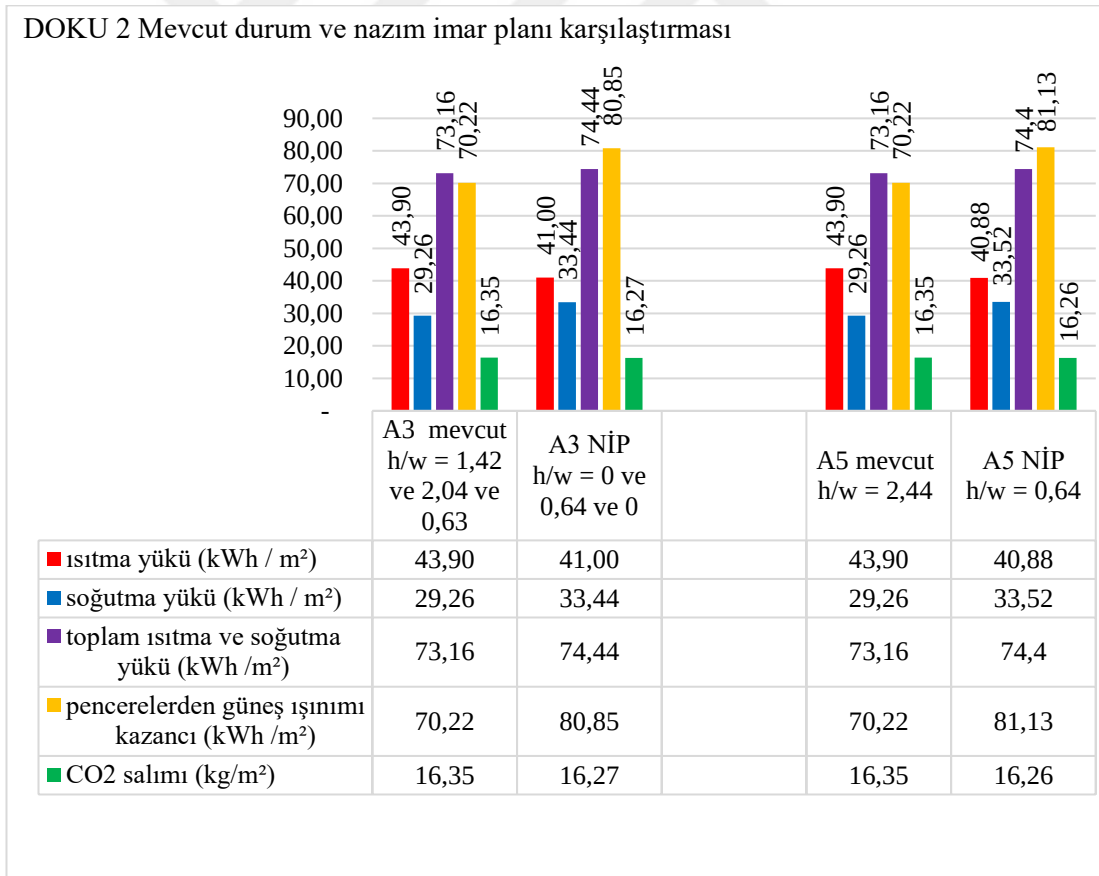
Şekil 4.39 : Doku 1'de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve NİP durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri

4.3.4.2 Doku 2 için mevcut ve nazım imar planı durumlarının karşılaştırılması

Uygulama imar planına göre yapılaşmış olan Doku 2'de mevcut nüfus yoğunluğu nazım imar planında (NİP) verilen yoğunluğun 2,44 katıdır. Bu yerleşmedeki yapı yoğunluğu da, NİP'nda belirtilenin çok üstündedir. Doku 2'nin bu iki plan türünde değişen yoğunluğu incelenirken, Doku 1 için izlenen yol tekrarlanmıştır. Şekil 4.40'da Doku 2'nin NİP'na göre yeniden düzenlenmiş dokusu, mevcut durum ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Mevcut ve yeni düzenlemelerin bina aralıkları ve h/w oranları da verilmiştir. NİP'na göre yeni doku oluşturulurken, korunan binaların konumu ya da formu değiştirilmemiştir.



Şekil 4.40 : Doku 2’de mevcut durum ve NİP’na göre bina aralıkları ve h/w oranları



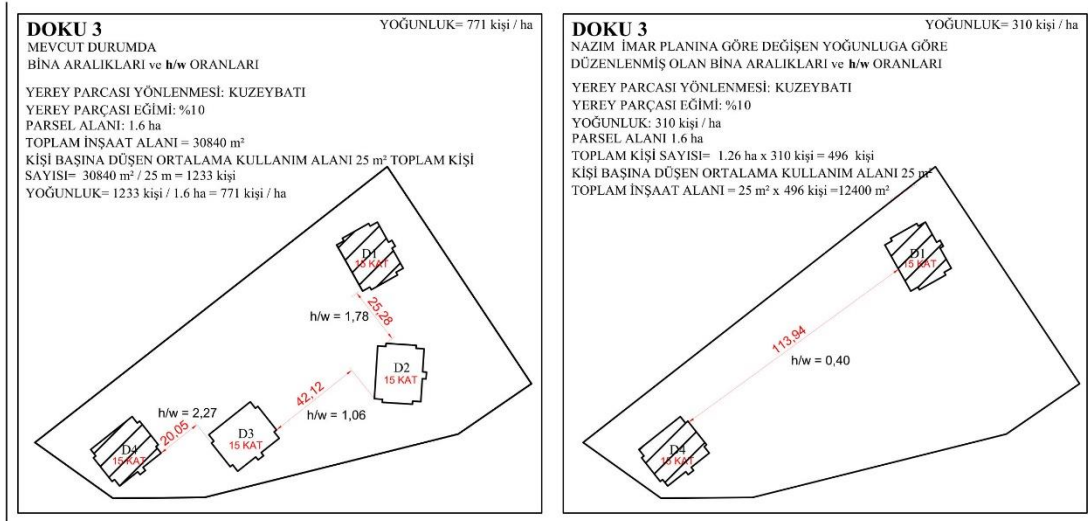
Şekil 4.41 : Doku 2’de referans binalar üzerinden, mevcut durum ve NİP durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri

Doku 2'nin NİP'na göre yeniden düzenlenmiş hali için binaların enerji simülasyonları yeniden yapılmıştır. Şekil 4.41'de verildiği gibi bu analizler mevcut durum ve NİP'na göre yeniden düzenlenmiş durum için referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, Doku 1'deki duruma benzer bir şekilde düşen yerleşme yoğunluğuyla birlikte, referans binaların ısıtma yüklerinin düştüğü, güneş ışıınımları kazanımlarının arttığı ve h/w oranlarının da bu durumlarla ters orantılı olarak azaldığı görülmektedir.

4.3.4.3 Doku 3 için mevcut ve nazım imar planı durumlarının karşılaştırılması

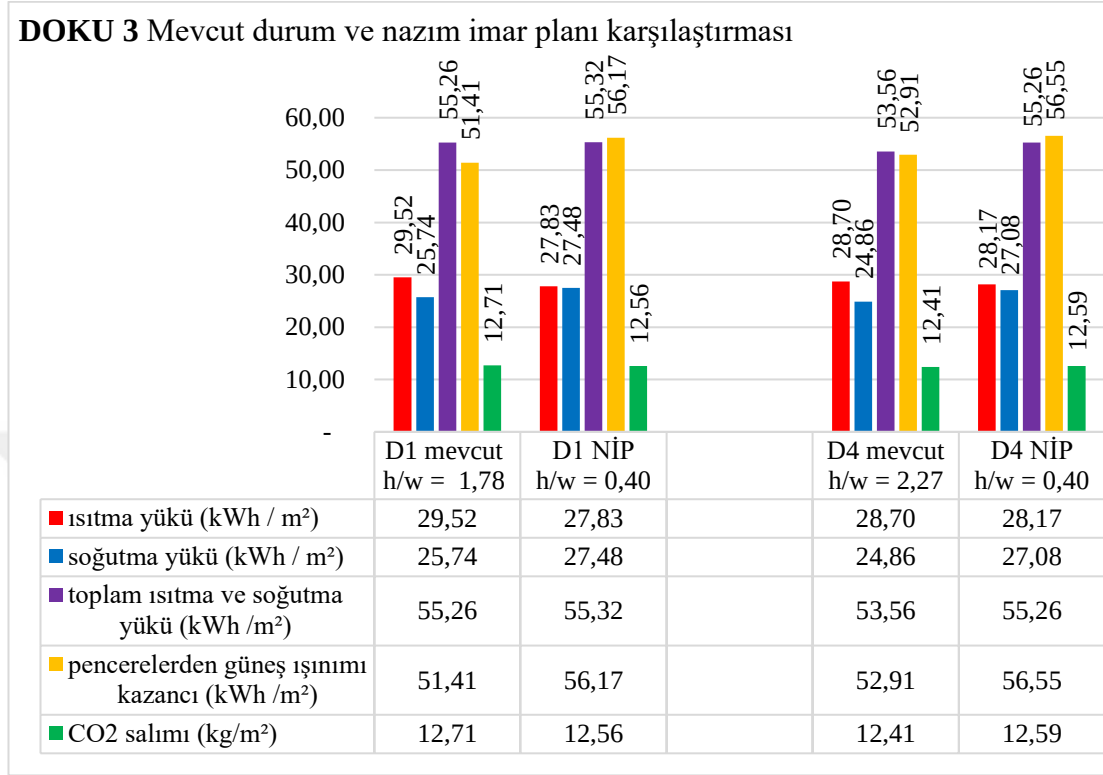
Uygulama imar planına göre yapılaşmış olan Doku 3'te mevcut nüfus yoğunluğu nazım imar planında (NİP) verilen yoğunluğun 2,48 katıdır. Bu yerleşmedeki yapı yoğunluğu da, NİP'nda belirtilenin çok üstündedir. Doku 3'ün bu iki plan türünde değişen yoğunluğu incelenirken, Doku 1 ve 2 için izlenen yol tekrarlanmıştır. Şekil 4.42'de Doku 3'ün NİP'na göre yeniden düzenlenmiş dokusu, mevcut durum ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Mevcut ve yeni düzenlemelerin bina aralıkları ve h/w oranları da verilmiştir. NİP'na göre yeni doku oluşturulurken, korunan binaların konumu ya da formu değiştirilmemiştir.



Şekil 4.42 : Doku 3'te mevcut durum ve NİP'na göre bina aralıkları ve h/w oranları

Doku 3'ün NİP'na göre yeniden düzenlenmiş hali için binaların enerji simülasyonları yeniden yapılmıştır. Şekil 4.43'te verildiği gibi bu analizler mevcut durum ve NİP'na göre yeniden düzenlenmiş durum için referans binalar üzerinden karşılaştırılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, Doku 1 ve 2’de olduğu gibi, düşen yerleşme yoğunluğuyla birlikte, referans binaların ısıtma yüklerinin düştüğü, güneş ışıınımları kazanımlarının arttığı ve h/w oranlarının da bu durumlarla ters orantılı olarak azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.43 : Doku 3’te referans binalar üzerinden, mevcut durum ve NİP durumunun karşılaştırılması, h/w oranları ve enerji analizleri



5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Konut ve yerleşmelerin enerji tüketimindeki payının düşürülmesiyle, CO₂ salımlarının azaltılarak, daha sağlıklı ve yaşanabilir sosyal, ekonomik ve yapılaşmış bir çevrenin kurgulanabileceği bilinmektedir. Konut ve yerleşmelerdeki enerji etkinliğinin sağlanabilmesi için, yenilenebilir enerji kaynakları arasında Türkiye için oldukça yüksek bir potansiyeli olan güneş enerjisinin, doğrudan pasif bir sistem olarak planlama ve tasarım aşamasında değerlendirilmesinin önemi açıktır. Konut ve yerleşmelerin planlama ve tasarım süreçlerinde etkili araçlar olan imar yönetmeliklerinin ve ana fiziki planların konutların güneş enerjisi etkinliği açısından önemini araştırmak bu çalışmanın temel amacıdır.

Çalışmanın 3. Bölümde Türkiye'deki ve dünyadaki çeşitli imar mevzuatları incelenmiştir. Çalışmanın bu bölümden elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

Federal idari yapı üzerine inşa edilmiş olan çoğu dünya devletinde, yerel yönetimleri temsil eden belediyelerin, federal hükümetin çizmiş olduğu üst çerçeve içinde, kendi plan ve yasalarını oluşturma ve yapma yetkisi vardır. Bu tasarım ve planlama yetkisi yerel yönetimler için ülkemizde kanun mertebesinde değildir.

Dünyada, güneş enerjisinin etkin kullanımı için yerel yönetimlere verilmiş olan, yasa ve plan yapma yetkisinin kötüye kullanılmaması ve alınan kararların ülke politikalarıyla örtüşmesi için yerel yönetim ve hükümet arasında yetkili denetleme mekanizmaları oluşturulmuştur. Bu kurumların tek görevi yerel yönetimlerin yapmış olduğu çalışmaları takip etmek, raporlamak ve gerektiğinde düzeltmeler için uyarıcı konumda olmaktır. Türkiye'de yerel yönetimler planlama yetkisine sahiptir ancak dünya ölçeğinde görülen bu kontrol mekanizması ülkemizde mevcut değildir.

Dünya örnekleriyle karşılaştırıldığında, İstanbul İmar Yönetmeliği, güneş enerjisinin etkin kullanılmasına yönelik bir yaklaşım sergilememektedir. Dünyadaki imar mevzuatı örneklerinde, güneş enerjisi etkin kullanımı hakkında yer alan tanım ve açıklamalar, İstanbul İmar Mevzuatında yer almamaktadır. Örneğin dünya imar mevzuatı örneklerinde geçen; güneş hakkı, güneş erişim hakkı, bununla bağlantılı olarak açıklanan profil açısı, gölgeli alan derinliği, gölge analizinde kullanılması

gereken referans gün ve saatler, arazi eğimi ve güneşlenme ilişkisi, topografyanın doğal eğiminin güneş ışıınımı kazanımına etkisi ve bunlar gibi tanım ve kavramlar İstanbul İmar Yönetmeliği'nde yer almamaktadır.

Dünyadaki imar yönetmeliği örnekleriyle, İstanbul İmar Yönetmeliği arasında görülen en önemli farklardan biri de, dünya örneklerinde yapı izin ve ruhsata ilişkin belgeler arasında, güneş ışıının etkin kullanılıp kullanılmadığının tespiti için birtakım belgeler talep ediliyor olmasıdır. Yeni yapı izni için zorunlu olan evraklardan bazıları, yapılması planlanan bina ya da yerleşmelere ilişkin, çevre yapıları da kapsayan, güneşlenme ve gölge analizleri plan, kesit ve raporlarıdır.

Bir diğer önemli fark, dünyadaki imar yönetmeliklerinin ve plan raporlarının eksik ya da yetersiz kaldığı durumlarda yol gösterici olması için yönetmelik ve tasarım rehberleri hazırlanmasıdır. Türkiye'de bu rehberler çok yeni olmakla birlikte, henüz sadece plan rehberleri olarak kurgulanmakta, imar yönetmelikleri için hazırlanmış rehberler bulunmamaktadır.

Çalışmanın özünü oluşturan 4. Bölümde, konut ve yerleşmelerde güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından imar mevzuatı irdelenmiştir. Değerlendirmede, özellikle yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerini oluşturan; arazinin eğimi ve yönlenmesi, yerleşme yoğunluğuyla ilgili olarak bina aralıkları ve bina yükseklikleri parametreleri mevzuat kapsamında incelenmiştir. Binaların enerji etkinlikleri, değişen ısıtma-soğutma yükleri, CO₂ salımları ve güneş ışıını kazanımları üzerinden karşılaştırılmıştır. Böylece üzerinde çalışılan tasarım parametrelerinin enerji etkinliğindeki önemi gösterilerek, imar mevzuatına dahil edilmelerinin gerekliliğinin vurgulanması amaçlanmıştır. Güneş enerjisine duyarlı bir imar mevzuatı sürdürülebilir ve enerji etkin bir yapılaşmış çevre için önemli bir adım olacaktır.

İmar mevzuatının incelenebilmesi için Başakşehir ilçesi'nde İstanbul'un yapılaşma eğilimini yansıtan farklı nüfus ve yapılaşma yoğunluklarında 3 farklı yerleşme dokusu çalışma alanları olarak seçilmiştir. Seçilen yerleşme dokularının ısıtma-soğutma yükleri, pencerelerden güneş ışıını kazancı ve karbondioksit salımlarının belirlenebilmesi için gerekli olan tasarım parametreleri değerleri çalışmada kullanılan DesignBuilder isimli simülasyon programına tanımlanmış ve enerji analizleri yapılmıştır. Dokuların her biri; mevcut durum, düz ve eğimli arazide olmaları durumu, İstanbul İmar Yönetmeli'inde verilen bina aralıklarını belirleyen bahçe mesafelerine

göre düzenlenmiş olan durum ve dokuların nazım imar planlarında verilen yoğunluğa göre bina aralıklarının düzenlendiği durum olmak üzere dört durum için irdelenmiştir. Sonrasında dokuların bu farklı durumlara göre değişen enerji yükleri ve güneş ışıını kazançları karşılaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

- Yerleşme dokularının üst ölçek ve alt ölçek plan kararları arasında yerleşme yoğunluğu konusunda tutarsızlık olduğu tespit edilmiştir. Nazım imar planda verilen nüfus yoğunlukları, uygulama imar planına göre yapılaşmış olan dokularda ortalama 2,5 kat aşmıştır.
- Sırasıyla düşük, orta ve yüksek yoğunluklu olarak sıralanan Doku 1, Doku 2 ve Doku 3'ün mevcut durumdaki bina aralıkları analizinde, yerleşme dokularının artan yoğunluklarına bağlı olarak dokuların h/w oranlarında artış gözlenmiştir.
- Dokuların mevzuata göre yapılaşmış olan, mevcut durumları için yapılan gölge analizlerinde, ısıtmanın istendiği dönemi karakterize eden günde, minimum 4 saat güneş ışıını almadıkları, binaların çoklukla birbirlerinin gölgeli alanları içerisinde kaldıkları görülmüştür.
- Mevcut yerleşme dokularının yoğunluklarıyla ısıtma ve soğutma yükleri karşılaştırıldığında, düşük yoğunlukta olan Doku 1'in orta yoğunluktaki Doku 2' e göre birim alana düşen ısıtma yükünün daha düşük, güneş ışıını kazancının daha yüksek ve CO₂ salımının daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak Orta yoğunluktaki Doku 2 ile Doku 3 karşılaştırıldığında bu sefer, Doku 2'nin ısıtma, soğutma ve CO₂ salımının Doku 3'den daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum yerleşmenin planlama ve tasarımında, güneş enerjisi etkin kullanımıyla ısıtma ve soğutma yüklerinin düşürülebilmesi için uygun yoğunluk değerinin belirlenmesinin önemi ortaya koymakta ve her zaman daha düşük yoğunluktaki yerleşmenin daha enerji etkin olamayacağını göstermektedir.
- Yerleşme ölçeğinde önemli tasarım parametrelerinden biri olan yerey parçasının eğim ve yönlenme durumuna göre, yerleşme dokularının enerji etkinliğinin referans binalar üzerinden analiz edildiği bölümde, yerey parçası

eğiminin yerleşmenin güneş ışınlamı kazancına, buna bağlı olarak binaların ısıtma ve soğutma yüklerine etki ettiği görölmektedir.

- İstanbul İmar Yönetmeliği'nde verilen bahçe mesafelerinin, yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerinde biri olan bina aralıklarına etkisi araştırıldığında, yönetmelik sınır değerlerinin güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından yetersiz olduğu tespit edilmiştir.
- İstanbul İmar Yönetmeliği'nde verilen bahçe mesafelerine göre dokuların bina aralıkları yeniden düzenlendiğinde, h/w oranlarının tüm yerleşmelerde 2 ve 3 aralığına yükseldiği görölmüştür. Yerleşme dokularının enerji analizleri referans binalar üzerinden incelendiğinde, ısıtma yüklerinin imar yönetmeliğindeki durumda, mevcut durum göre %5 ile %20 arasında artış gösterdiği tespit edilmiştir
- Yönetmelik sınır değerlerine göre yeniden düzenlenen yerleşme dokularında h/w oranındaki artışla bağlı olarak binaların ısıtma yüklerinin yükseldiği, soğutma yüklerinin düştüğü görölmüştür.
- Yönetmeliğe göre yapılan düzenleme sonuçlarına göre, çalışma alanlarında düşük yoğunluklu dokuda enerji yüklerindeki değişim oranı daha yüksekken, yüksek yoğunluklu dokuda bu oran daha düşüktür. Yönetmeliğe göre bina aralıklarının azaltılması şeklinde yapılan yeni düzenlemede, örneğin Doku 1'de referans bina C1 için ısıtma yükü %8,7 artarken, yüksek yoğunluklu dokuda Doku 3 'de referans bina D1'de bu artış sadece %4 olmuştur.
- Uygulama imar planına göre yapılaşmış olan dokuların, nazım imar planında verilen yoğunluklarına göre bina aralıkları yeniden düzenlenip, bu iki durum referans binalar üzerinden karşılaştırıldığında artan bina aralıklarına paralel olarak yerleşme dokularının güneş ışınlamı kazançlarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak yerleşme yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak, ısıtma yüklerinde gözlenen düşüş, ısıtma ve soğutma yüklerinden oluşan toplam yüklerde her zaman gözlenmemiştir. Isıtma yükü düşerken, ısıtma ve soğutma yüklerindeki oransal değişim miktarına bağlı olarak, toplam yükün her zaman düşmemesi uygun yoğunluk değerinin belirlenmesinin önemi ortaya koymaktadır.

- Nazım imar planlarındaki yoğunluğa göre bina aralıkları yeniden düzenlenen dokularda, yerleşme dokularının yoğunluklarındaki aşırı düşüş, h/w oranlarının 0,35'e düştüğü durumlarda ısıtma yüklerinin düşmesine rağmen soğutma yüklerindeki aşırı artış toplam ısıtma ve soğutma yüklerinde artışa sebep olmuştur.

Tüm bu sonuçlara dayanarak konut ve yerleşme tasarımında, planlama ve tasarım aşamalarında, yerleşme dokularında güneş enerjisinin etkin kullanımı sağlanarak, güneş ışıını kazanımından optimum yarar sağlanması, böylece binaların enerji yüklerinin düşürülmesi mümkündür. Yenilenebilir enerjiler arasında güneş enerjisinin Türkiye için potansiyeli düşünüldüğünde, güneş enerjisinin etkin kullanımı hassasiyetine ve hedefine sahip bir imar mevzuatı, enerjide daha az bağımlılık, daha sağlıklı ve yaşanabilir bir çevrenin anahtarı olacaktır.

Bu bağlamda tez çalışması sonuçlarına göre yapılan değerlendirmeler aşağıdaki gibidir:

- Konut ve yerleşme tasarımında güneş enerjisinden daha yüksek fayda sağlanması için Türkiye'deki mevzuatın acil olarak bu duyarlılıkla gözden geçirilmesi gerekmektedir.
- Yerel yönetimlerin planlama çalışmaları, iklim ve güneş enerjisi kullanımı çerçevesinde, alanında uzman kişilerin katılımına da açılarak, akademi, yerel halk ve yöneticilerin bulunduğu ortak bir planlama ve tasarım sürecine dönüştüğünde, daha sağlıklı bir doğal, yapılaşmış ve ekonomik çevre mümkün olacaktır.
- Yapılaşmış çevrenin planlanması ve tasarımında yerel yönetimler kademesinde önemli bir araç olan imar yönetmeliklerinin güneş enerjisi etkinliği açısından revize edilmeleri gerekmektedir.
- İmar yönetmeliklerde, güneş enerjisinin etkin kullanımını teşvik edecek, tasarım aşamasında planıcı ve mimarları yönlendirecek ve gerekli önlemleri almaları konusunda yaptırım uygulayacak kavram ve açıklamaların imar yönetmeliklerine dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu kavramlardan bazıları, profil açısı, gölgeli alan derinliği, gölge analizinde kullanılması gereken referans gün ve saatler, arazi eğimi ve güneşlenme ilişkisi, topografyanın doğal eğiminin güneş ışıını kazanımına etkisi olarak sıralanabilir.

- İmar yönetmeliklerinde ruhsata ilişkin belgelere, yeni yapılacak binaya ilişkin, çevre yapılarında değerlendirmeye alındığı, güneşlenme ve gölge analizlerinin dahil edilmesi henüz tasarım aşamasında güneş enerjisi etkin bir yapılaşmış çevre kurgulanmasını sağlayacaktır.
- Yapılan çalışmada İstanbul İmar yönetmeliğinde verilen bahçe mesafelerine göre oluşturulan yeni dokudaki bina aralıklarına göre yerleşmelerin güneş enerjisi etkinliklerinin düştüğü buna bağlı olarak yerleşmedeki binalarda ısıtma yüklerinin de arttığı tespit edilmiştir. Soğutma yüklerinde gözlenen düşüş de göz ardı edilemez ancak bulunduğu iklim bölgesi nedeniyle öncelikli olarak ısıtma yüklerinin değerlendirmeye alınması gereken İstanbul ili için İstanbul İmar Yönetmeliği'nin güneş enerjisinin kullanımında etkin olmadığı söylenebilir.
- Fiziksel planlama çalışmalarına üst ölçekten, alt ölçeğe kadar her aşamada iklim ve çevre analizleri dâhil edilmelidir.
- Nazım imar planlarında gelişme alanları ve yoğunlukları verilirken, güneş enerjisinin etkin kullanımı bir referans olduğunda yerleşmeler güneş enerjisi kullanımı açısından daha etkin olacaktır.
- Nazım imar planlarında yerleşme alanları belirlenirken, yerleşme ölçeğindeki tasarım parametrelerinden olan arazi eğimi analizleri, yalnız yerleşmeye sakıncalı alanların tespiti için değil aynı zamanda güneş enerjisinin etkin kullanımı açısından da değerlendirmeye tabi tutulduğunda yapma çevrede enerji etkinliğinin artırılması mümkün olacaktır.
- Yapılan analizler sonucunda nazım imar planlarında verilen yoğunluklara göre yeniden düzenlenen dokularda, yerleşme yoğunluğunun aşırı düşük olması güneş ışıınımı kazanımını arttırmış olmasına karşın, yerleşmenin enerji etkinliğinin düşmesine sebep olmuştur. Bu bağlamda güneş enerjisi kazanımı ve enerji etkinliği arasında yoğunluk dengelemesi büyük hassasiyet gerektirmektedir. İncelenen nazım imar planlarında belirtilen yoğunluklar bu anlamda rasyonel değildir. Güneş ışıınımı kazancı, yerleşme yoğunluğu ve enerji etkinliği konusunda yapılacak analizlerde optimizasyon sağlanması gerekmektedir.

Sonuç olarak, konut ve yerleşmelerin güneş enerjisi etkin olarak tasarlanması için, imar mevzuatında, yerleşme ölçeğindeki tasarım parametreleri olan arazi eğimi, yönlenme ve bina aralıkları parametrelerinin dikkate alınmasının önemi çalışma kapsamında yapılan analizlerle açıklanmıştır. Yapılmakta olan fiziki plan çalışmalarında, güneş enerjisinin ve arazinin etkin kullanımı için belirlenecek olan uygun yoğunluk değerleri sosyal, ekonomik ve doğal çevreler arasındaki dengelerin sağlanmasında etkili olacaktır.





KAYNAKLAR

- [1] **United Nations Department of Economic and Social Affairs.**(2017). *Population Division World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables.* < https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf>, alındığı tarih:13.04.2018
- [2] **Zabel, G.** (2009). *Peak People: The Interrelationship Between Population Growth And Energy Resources.* < http://www.resilience.org/stories/2009-04-20/peak-people-interrelationship-between-population-growth-and-energy-resources/#_ftn2>, alındığı tarih: 08.02.2018
- [3] **IEA.** (2010). *Energy Performance of Certification of Buildings: A Policy Tool to Improve Energy Efficiency.* <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/buildings_certification.pdf > , alındığı tarihi: 07.09.2017
- [4] **IIASA.** (2012). *Global Energy Assessment: Section 10 Energy End Use in Building.* <http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Chapter10_buildings_hires.pdf > , alındığı tarih.10.11.2018
- [5] **Dikmen, B.** (2011). *Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi.* Politeknik Dergisi, cilt 14, sayı 2, s.121-134 < <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/385588>> , alındığı tarih: 02.01.2018
- [6] **TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.** (2012) *BEP-TR Sunumu.* Antalya.
- [7] **Oral, G.K.** (2008). *Sürdürülebilir Enerji Sağlamak için Enerji Verimliliğinde Etkin Bina Yaklaşımı.* Enerji ve Ekoloji Paneli Bildirler Kitabı, Diyarbakır: Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi.
- [8] **Sakınç, E. ve M.Ş. Sözen.** (2012). *The Effect of Tall Buildings On Solar Access of The Environment.* METU JFA, cilt:29, sayı:1, ss.95-106.
- [9] **Canan, F.** (2008). *Enerji Etkin Tasarımda Parametrelerin Denetlenmesi için Bir Model Denemesi (Doktora Tezi).* Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya,.
- [10] **Aydemir, S.** (89). *İklimsel, Topografik, Psikolojik ve Ekonomik Açından İmar Mevzuatı.* Mimarlık Dergisi, Sayı 5.
- [11] **Erçoşkun, Ö.Y.** (2005). *İmar Planları Yerine Sürdürülebilir Kent Planları.* Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. < <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/83293>>, alındığı tarih: 05.12.2015
- [12] **Url-1** < <http://www.urbanet.info/world-urban-population/>>, alındığı tarih: 10.04.2018

- [13] **Mangan, S.D.** (2015). *Yaşam Döngüsü Enerji ve Maliyet Etkinliği Açısından Konut Binalarının Performanslarının Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [14] **Bozoğlan, R.** *Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı*. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu, İstanbul. <<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/9155>>, alındığı tarih: 13.01.2018
- [15] **Türkiye Cumhuriyeti Dış İşleri Bakanlığı.** (2018). <<http://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>>, alındığı tarih: 25.02.2018
- [16] **Sınmaz,S., Yenen, Z.** (2015). *Küçük Ölçekli Yerleşmelerde Enerji Etkin Planlama: Lapseki Kenti için Bir Değerlendirme*. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 6 (1), 2015, 11-27 <<https://independent.academia.edu/Serkans%C4%B1nmaz>>, alındığı tarih: 11.12.2017
- [17] **McEvoy, D.,& Gibbs, D.C. ve Longhurst, J.W.S.** (2001). *Reducing Residential Carbon Intensity: The New Role for English Local Authorities*. Urban Studies, 38, 1, 7– 21.
- [18] **Url-2** <<http://www.ekoyapidergisi.org/133-bilinen-ve-surdurulebilir.html>>, alındığı tarih: 08.10.2017
- [19] **Onur, A.C.** (2014). İstanbul’da Kentleşmenin İklim Değişikliğine Uyum Çerçevesinde Değerlendirilmesi (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] **TÜBİTAK MAM.** (2016) İklim Değişikliği Ulusal Bildirimlerinin Hazırlanması Raporu. < <http://ctue.mam.tubitak.gov.tr/> >, alındığı tarih:15.02.2018
- [21] **IEA.** (2016). *Energy Policies of IEA Countries: Turkey. 2016 Review*. <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesTurkey.pdf> > , alındığı tarihi: 07.01.2018
- [22] **World Resources Institute.** (2016). *Şehirlerde Bina Verimliliği Çalışmalarının İvmelendirilmesi: Kent Liderleri için Sekiz Eylem*. <http://wrisehirler.org/sites/default/files/BinaVerimlilikRapor.25.10.17.web_.pdf>, alındığı tarih: 10.12.2017
- [23] **Url-3** < <http://www.enerjiatlasi.com/gunes-enerjisi-haritasi/turkiye> >
- [24] **Vitruvius.** (2005) Mimarlık Üzerine 10 Kitap. Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, mimarlığın uluslar arası kaynakları 1,YEM Yayın. < <http://www.enerjiatlasi.com/gunes-enerjisi-haritasi/turkiye> >, alındığı tarih: 25.12.2017
- [25] **Knowles, R.L.** (1974). *Energy and Form*. The Massachusetts Institute of Technology Press, Massachusetts
- [26] **Xenophon.** (2012). *The Memorable Thoughts of Socrates*. Kitap 3, Bölüm 8, s.109-110, Start Publishing LLC, ABD

- [27] **Atagündüz, D. P.-I.** (1989). *Güneş Enerjisi Temelleri ve Uygulamaları*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- [28] **Canan, F.** (2008). *Enerji Etkin Tasarımda Parametrelerin Denetlenmesi için Bir Model Denemesi* (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [29] **Çalışkan, F.Y.** (2011). Toplu Konut Yerleşmelerinin Güneş Işınımı Kazancı Açısından Değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [30] **Oral, G.K.** (2003). *Güneş Enerjisinden Yararlanmada Pasif Sistem Yaklaşımı*. Güneş Enerjisi Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İstanbul.
- [31] **Berköz, E., Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G., ve diğerleri.** (1995). *Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı*. TÜBİTAK-İNTAG 201, Araştırma Raporu ISTANBUL.
- [32] **Siret, D.** (1997). *Propositions pour une Approche Declarative des Ambiances dans le Projet Architectural- Application a l'Ensoleillement*. Universite de Nantes-Isitem. Ecole D'Architecture de Nantes, These de Doctorat, Filiere Doctorale, Nantes.
- [33] **Kıncay, O.** (2008). Güneş Enerjisi (Ders Notları). İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Isı ve Termodinamik Ana bilim dalı. < <http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/gun-bir.pdf>>, alındığı tarih: 04.05.2015
- [34] **Gedik, G.Z.** (2016) İklim (Ders Notları). İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı. < <http://docplayer.biz.tr/5733984-Iklim-yukse-lisans-prof-dr-gulay-zorer-gedik.html> >, alındığı tarih: 12.01.2018
- [35] **Uzun, T. (1997).** *Mimari Tasarıma Ekolojik Yaklaşım, Adana'da Bir Tasarım Denemesi* (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Adana.
- [36] **Robinette, G.O.** (1972). *Plants, People and Environmental Quality*. Washington, DC: US Department of Interior, National Park Service.
- [37] **Oral, G.K.** (1998). Isıtma – Havalandırma (Ders Notları). İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL
- [38] **Manioğlu, G.** (2002). *Isıtma Enerjisi ve Yaşam Dönem Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım* (Doktora Tezi). İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- [39] **ASHRAE Standart 55-81,** (1981). *Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ATLANTA.
- [40] **Akşit, F.** (2002). *Soğutma Enerjisi Korunumunu Hedefleyen Cephe Dokusunun Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım* (Doktora Tezi). İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, ISTANBUL.

- [41] **Zeren, L. ve diğ.** (1990). *Fiziksel Çevre Kontrolü* (Ders Notları). Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi, İ.T.Ü., İstanbul.
- [42] **Yılmaz, Z., Koçlar Oral, G., Manioğlu, G.** (2000). *Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerlerinin Bina Formuna Bağlı olarak Belirlenmesi*. Proje No: 985 Sonuç Raporu, İ.T.Ü., 2000.
- [43] **Daniels, K.** (1979). *The Technology of Ecological Building: Basic Principles and Measures, Examples and Ideas*. Birkhauser Verlag Basel Boston, Berlin 56.
- [44] **Krusche, P. M., Althaus, D. ve Gabriel, I.** (1982), *Ökologisches Bauen, Herausgegeben vom Umweltbundesamt*. Bauverlag GmbH., Berlin.
- [45] **Efe, A.** (2009). *Pasif Güneş Evlerinde Bina Kabuğu Sistemi Tasarımı* (Yüksek Lisans Tezi). İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [46] **Olgyay, V.** (1992). *Bioclimatic Design With Climate, Approach to Architectural Regionalizm*. NEW YORK.
- [47] **İmar Kanunu.** (1985). *T.C. Resmi Gazete*, 18749, 9 Mayıs 1985
- [48] **Ersoy, M.** (2006). *İmar Mevzuatımızda Planlama Kademeleri ve Üst Ölçek Planlama Sorunu*. Bölgesel Kalkınma ve Yönetişim Sempozyumu, ODTÜ, Ankara
- [49] **ÜNAL, Y.** (1991) *Kentleşme ve Kentleşme Politikaları*. TÜSES: Türkiye Sosyal Ekonomik Araştırma Vakfı. İstanbul
- [50] **Url-4** <<http://www.planlama.org/index.php/haberler/guncelhaberler/1180-1100000-oelcekli-stanbul-cevre-duezeni-plan-ve-plan-raporu>>, alındığı tarih:01.03.2018
- [51] **İmar Planı Yapılması ve Değişikliğine Ait Esaslara Dair Yönetmelikler.** (1999). *T.C. Resmi Gazete*, 23804, 2 Eylül 1999
- [52] **Url-5**
<http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/cevre/904051/istanbul_un_yeni_imar_yonetmeliginin_detaylari_belli_oldu.html>, alındığı tarih: 01.03.2018
- [53] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi.** (2018). *İstanbul İmar Yönetmeliği Taslağı*. İstanbul.
- [54] **Özcan, A.** (2016). *Sürdürülebilirlik Ekseninde “Yeni Çevresel Haklar Deneyimi” ve Eko-Politik Bir Analiz: “Güneş ve Rüzgâr Hakları*. Alternatif Politika 1:34-66. < <http://doczz.biz.tr/doc/139628/ay%C5%9Fe-%C3%B6zcan-alternatif-politika-cilt-8--say%C4%B1-1--%C5%9Fubat-2016>>, alındığı tarih: 02.03.2018
- [55] **Günel, M.H., İlgin, H.E.** (2007). *Güneş ve Rüzgâr Haklarının Erişim Analizi ve Kentsel Planlama Kriterleri Bağlamında Türkiye Önerisi*. TÜBİTAK Araştırma raporu, Proje No: 106M151, Ankara.
<http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=3&vtadi=TPRJ%2CTTAR%2CTTIP%2CTMUH%2CTSOS%2CTHUK&c=google&s_f=_5&detailed=1&keyword=91284>, alındığı tarih: 02.03.2018

- [56] **Solar Access Brochure. ABD, Colorado, Boulder.** < https://www-static.bouldercolorado.gov/docs/PDS/forms/815_Solar_Access_Brochure.pdf >, alındığı tarih: 02.03.2018
- [57] **Kayıkçı, S.** (2003). *Federal Almanya Cumhuriyeti'nde Mekân Planlama Sistemi*. Planlama Dergisi, sayı 26.
- [58] **Url-6**
<<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118143318/http://www.cabe.org.uk/files/udss2008-carstensperling.pdf>>, alındığı tarih: 10.03.2018.
- [59] **Url-7** <<http://germanlawarchive.iuscomp.org/?p=649>>, alındığı tarih: 10.03.2018
- [60] **Url-8** <<http://surdurulebilir-mimari.blogspot.com.tr/2012/06/ekolojik-sehir-tasarm-icin-yeni-bir.html>>, alındığı tarih: 10.03.2018.
- [61] **Yiğitcanlar, T., Ay, N.** (2004). *Avustralya Şehir Planlama Pratiği ve Kentleşme Dinamikleri*. Queensland Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi. < <https://www.researchgate.net/publication/45676393>>, alındığı tarih: 11.03.2018.
- [62] **Department of Planning [AU].** (2018). *Residential Design Codes*. < https://www.planning.wa.gov.au/dop_pub_pdf/State_Planning_Policy_3.1_Residential_Design_Codes_updated1.pdf>, alındığı tarih: 12.03.2018.
- [63] **Department of Planning [AU].** (2015). *Residential Design Codes of Western Australia: Explanatory Guidelines*. < https://www.planning.wa.gov.au/dop_pub_pdf/Residential_Design_Codes-Explanatory_GuidelinesPrint_version2.pdf >, alındığı tarih: 12.03.2018.
- [64] **Url -9** < <https://sehirharitasi.ibb.gov.tr/>>, alındığı tarih:08.11.2017
- [65] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi.**(2010). *İstanbul 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Sunumu*. < <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/kurumsal/Birimler/SehirPlanlamaMd/Documents/100.000%20%C3%96l%C3%A7ekli%20%C3%87evre%20D%C3%BCzeni%20Plan%C4%B1%20Sunum%20TR.pdf>>, alındığı tarih: 22.05.2017
- [66] **Türkiye İstatistik Kurumu.**
<<http://www.tuik.gov.tr/Start.do;jsessionid=F1vBhvjdcm6SQLv1nQ82WhHQfvTJbbj5jbTmt0WKvJ2gWnZy1P3!1525050385>>, alındığı tarih:13.03.2018
- [67] **Başakşehir Belediyesi Resmi Web Sitesi.** <<http://www.basaksehir.bel.tr/>>
- [68] **Çiftçi, M.** (2010). Kent Morfolojisi Bağlamında İmar Gelişiminin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [69] **Tapu ve Kadastro Parsel Sorgulama Müdürlüğü.** *Parsel Sorgulama Uygulaması*. <<https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/>>
- [70] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin** telefon uygulaması. *İbbİmarSor*.
- [71] **Remund, J., Müller S., Kunz, S., Huguenin-Land, B., Studer, C., Klauser, D. ve Schilter, C.** (2014). *Meteororm Global Meteorological Database*. Bern: Meteotest.

- [72] **DesignBuilder Software** (2013). *DesignBuilder 3.0.0.105 User Manual*. UK: DesignBuilder Software Ltd.
- [73] **Özdemir, B., B.** (2005). Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



EKLER

EK A: Türkiye'nin İklim Bölgeleri Haritası

EK B: İstanbul için Isınma Enerjisi Bakımından Uygun Bina Aralıkları

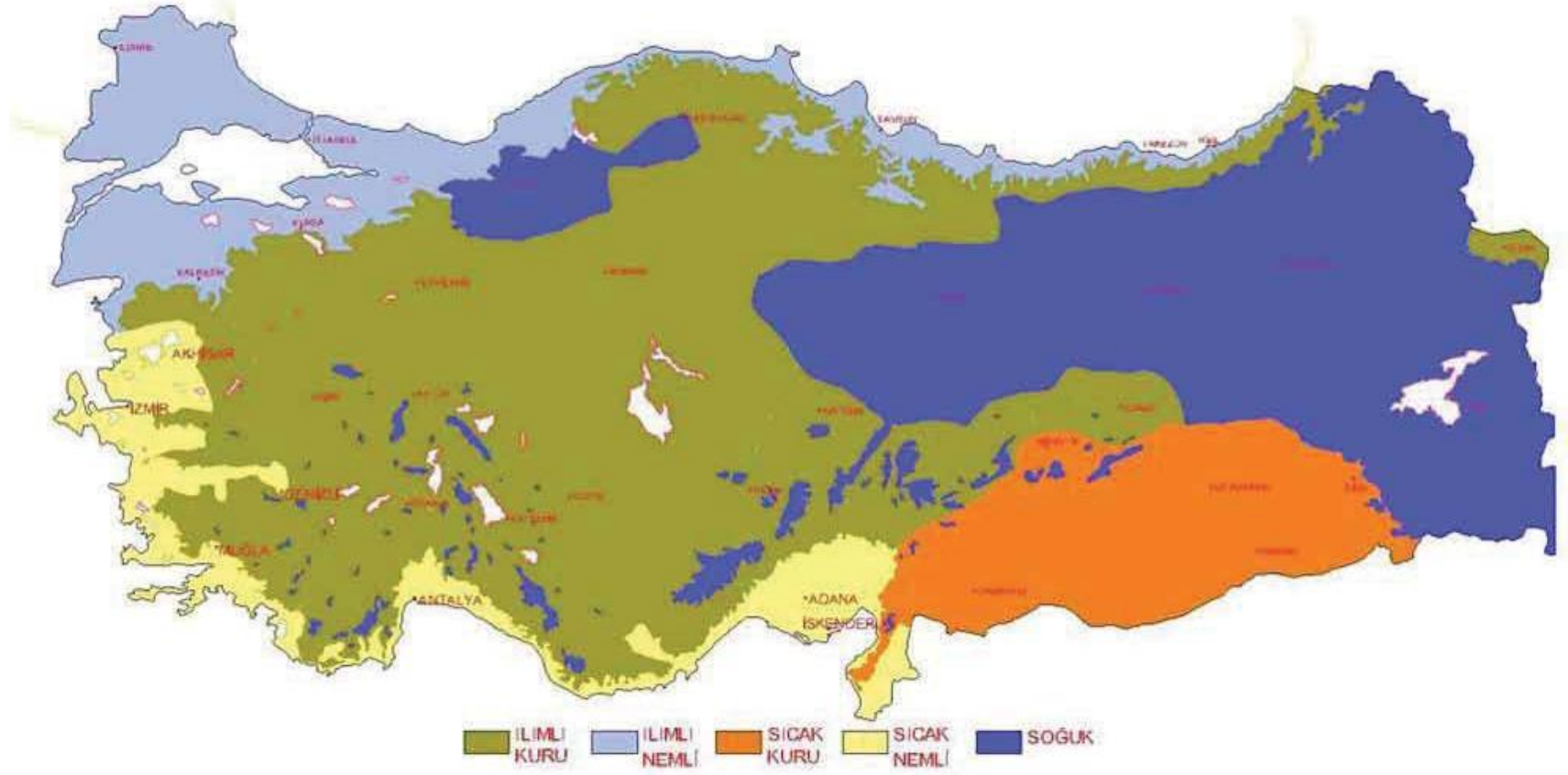
EK C: İstanbul 1/100 000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı

EK D: DesignBuilder Programının Tanıtımı

EK E: Çalışma Dokularına İlişkin Veriler

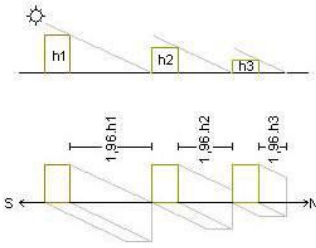
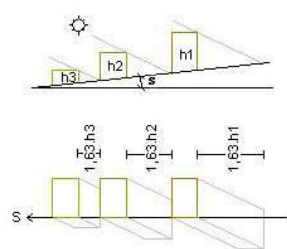
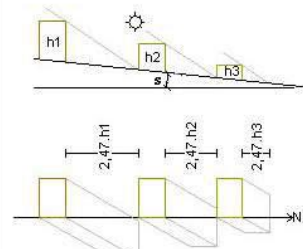
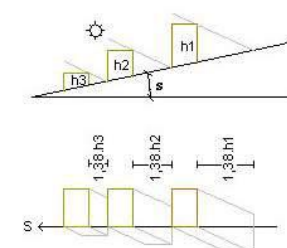
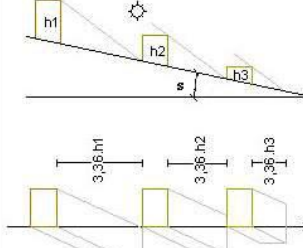
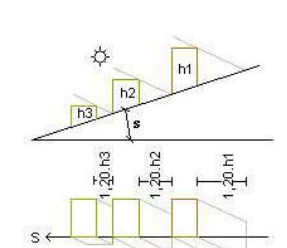
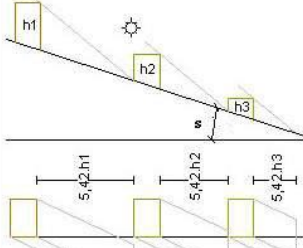
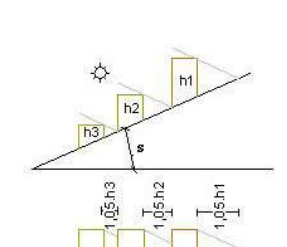
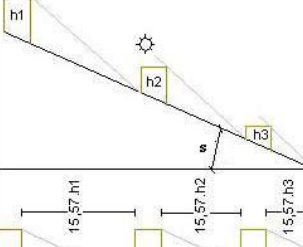


EK A

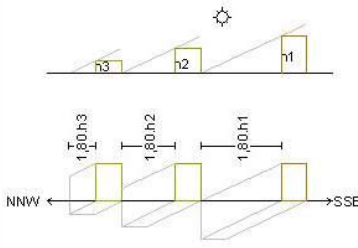
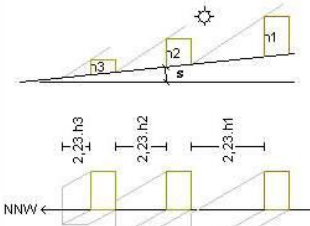
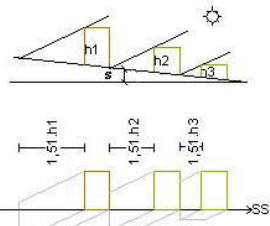
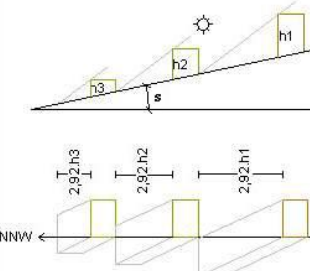
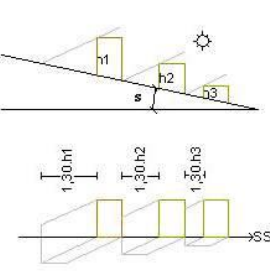
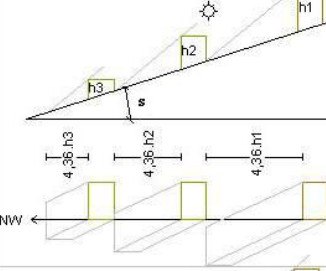
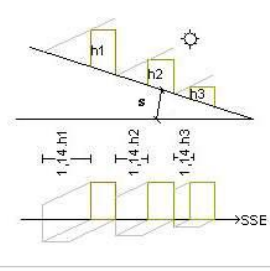
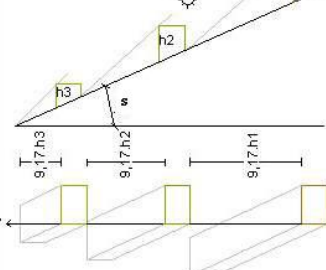
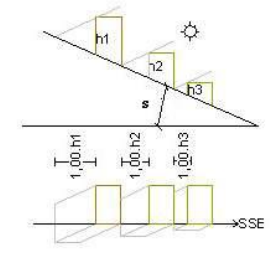


Şekil A.1 : Türkiye'nin iklim bölgeleri [41]

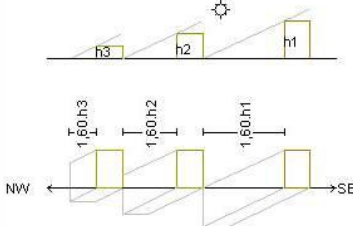
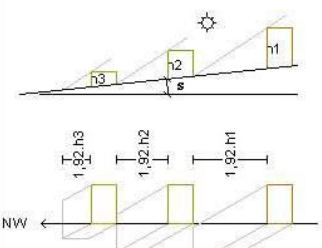
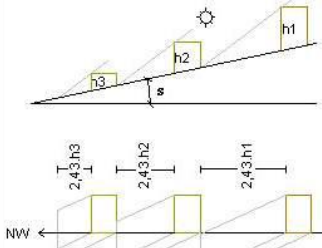
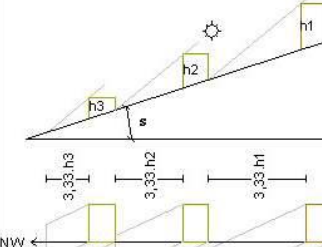
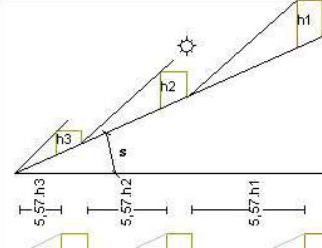
EK B

Kuzey - Güney Cepheli Binalar İçin (N / S)			Cephelerin Direkt Güneş Işınım Etkisinde Kaldığı Saatler	
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)		$\Omega=27^\circ$ Saat = 10.00 - 14.00 h_1, h_2, h_3 = Bina Yükseklikleri s : eğim açısı	N = .	
			S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00	
Yamaç Yönü (S)		Yamaç Yönü (N)	S	N
Arazi Eğimi = 6°			N = .	N = .
			S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00	S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00
Arazi Eğimi = 12°			N = .	N = .
			S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00	S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00
Arazi Eğimi = 18°			N = .	N = .
			S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00	S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00
Arazi Eğimi = 24°			N = .	N = .
			S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00	S = . S = 10.00 S = 11.00 S = 12.00 S = 13.00 S = 14.00

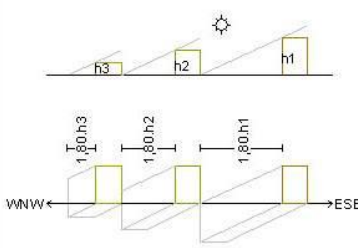
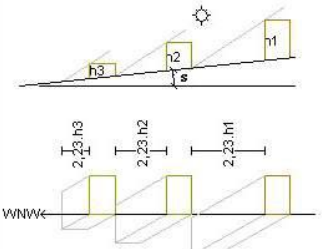
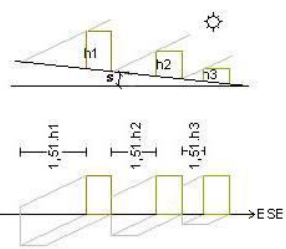
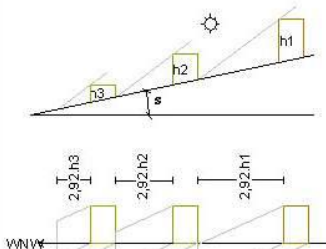
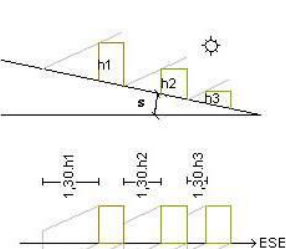
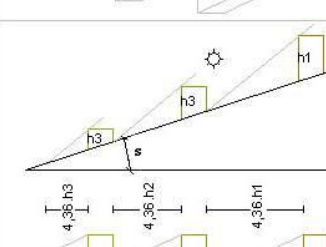
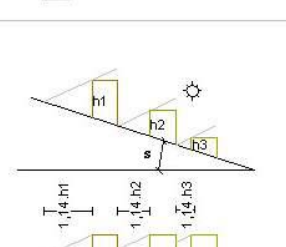
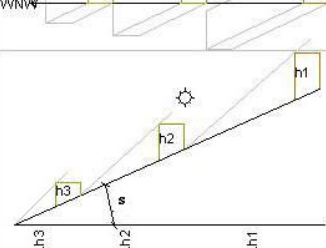
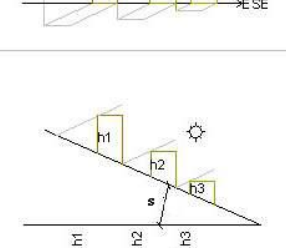
Şekil B.1 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].

Kuzeykuzeybatı - Güneygüneydoğu Cepheli Binalar İçin (NNW / SSE)				Cephelerin Direkt Güneş Işınım Etkisinde Kaldığı Saatler	
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)			$\alpha = 29^\circ$ Saat = 11.00 - 16.00 h_1, h_2, h_3 = Bina Yükseklikleri s : eğim açısı		NNW = -
					SSE = 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00 16.00
	Yamaç Yönü (NNW)	Yamaç Yönü (SSE)	NNW	SSE	
Arazi Eğimi = 6°			NNW = -	NNW = -	
			SSE =	SSE =	11.00 11.00 12.00 12.00 13.00 13.00 14.00 14.00 15.00 15.00 16.00 16.00
Arazi Eğimi = 12°			NNW = -	NNW = -	
			SSE =	SSE =	11.00 11.00 12.00 12.00 13.00 13.00 14.00 14.00 15.00 15.00 16.00 16.00
Arazi Eğimi = 18°			NNW = -	NNW = -	
			SSE =	SSE =	11.00 11.00 12.00 12.00 13.00 13.00 14.00 14.00 15.00 15.00 16.00 16.00
Arazi Eğimi = 24°			NNW = -	NNW = -	
			SSE = -	SSE =	11.00 12.00 13.00 14.00 15.00 16.00

Şekil B.2 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].

Kuzeybatı - Güneydoğu Cepheli Binalar İçin (NW / SE)		Cephelerin Direkt Güneş Işınım Ekseninde Kaldığı Saatler	
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)	 $\Omega = 32^\circ$ Saat = 11.00 - 16.00 h_1, h_2, h_3 = Bina Yükseklikleri s: eğim açısı	NW = 16.00	
			SE = 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00
Yamaç Yönü (NW)		Yamaç Yönü (SE)	
Arazi Eğimi = 6°		NW = 16.00	NW = 16.00
			SE = 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00
Arazi Eğimi = 12°		NW = 16.00	NW = 16.00
			SE = 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00
Arazi Eğimi = 18°		NW = 16.00	NW = 16.00
			SE = 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00
Arazi Eğimi = 24°		NW = -	NW = 16.00
			SE = - 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00

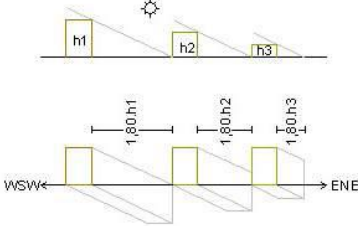
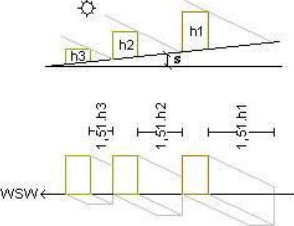
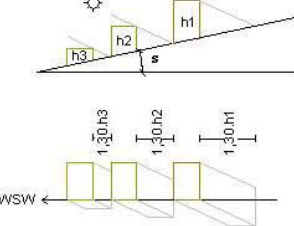
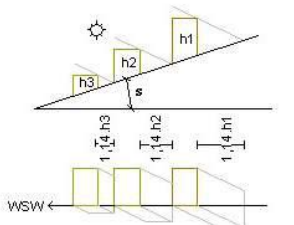
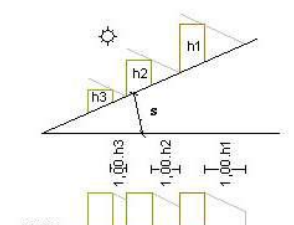
Şekil B.3 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].

Batıkuzeybatı - Doğugüneydoğu Cepheli Binalar İçin (WNW / ESE)		Cephelelerin Direkt Güneş Işınım Ekstremde Kaldığı Saatler		
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)	 $\Omega=29^\circ$ Saat = 10.00 - 15.00 h_1, h_2, h_3 = Bina Yükseklikleri s: eğim açısı	WNW =	14.00 15.00	
		ESE =	10.00 11.00 12.00 13.00	
Yamaç Yönü (WNW)		Yamaç Yönü (ESE)		
Arazi Eğimi = 6°			WNW =	WNW =
			14.00 15.00	14.00 15.00
Arazi Eğimi = 12°			ESE =	ESE =
			10.00 11.00 12.00 13.00	10.00 11.00 12.00 13.00
Arazi Eğimi = 18°			WNW =	WNW =
			14.00 15.00	14.00 15.00
Arazi Eğimi = 24°			ESE =	ESE =
			10.00 11.00 12.00 13.00	10.00 11.00 12.00 13.00

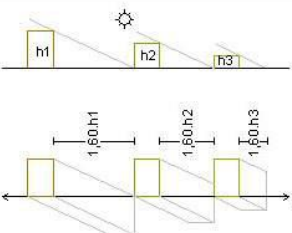
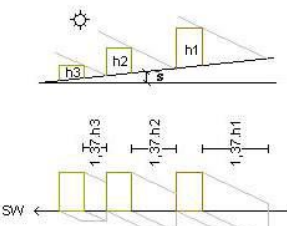
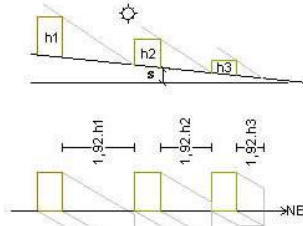
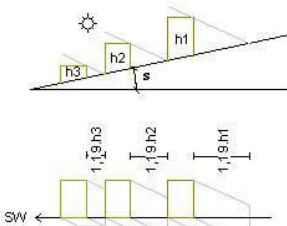
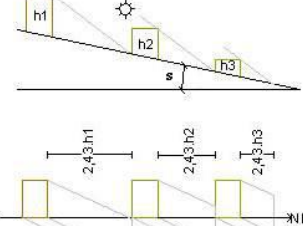
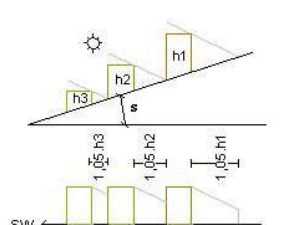
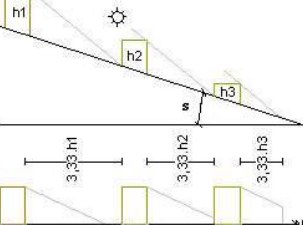
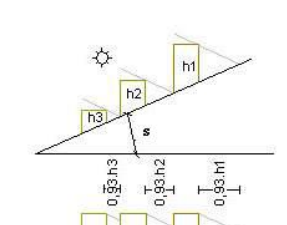
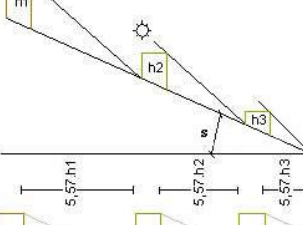
Şekil B.4 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].

Batı - Doğu Cepheli Binalar İçin (W / E)			Cephele rin Direkt Güneş Işınım Etkisinde Kaldığı Saatler	
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)			W = 12.00 13.00 14.00 15.30	W = 12.00 13.00 14.00 15.30
	Yamaç Yönü (W)		Yamaç Yönü (E)	
	E = 09.30 10.00 11.00 12.00		E = 09.30 10.00 11.00 12.00	
Arazi Eğimi = 6°			W = 12.00 13.00 14.00 15.30	W = 12.00 13.00 14.00 15.30
	Yamaç Yönü (W)		Yamaç Yönü (E)	
	E = 09.30 10.00 11.00 12.00		E = 09.30 10.00 11.00 12.00	
Arazi Eğimi = 12°			W = 12.00 13.00 14.00 15.30	W = 12.00 13.00 14.00 15.30
	Yamaç Yönü (W)		Yamaç Yönü (E)	
	E = 09.30 10.00 11.00 12.00		E = 09.30 10.00 11.00 12.00	
Arazi Eğimi = 18°			W = 12.00 13.00 14.00 15.30	W = 12.00 13.00 14.00 15.30
	Yamaç Yönü (W)		Yamaç Yönü (E)	
	E = 09.30 10.00 11.00 12.00		E = 09.30 10.00 11.00 12.00	
Arazi Eğimi = 24°			W = -	W = -
	Yamaç Yönü (W)		Yamaç Yönü (E)	
	E = -		E = -	

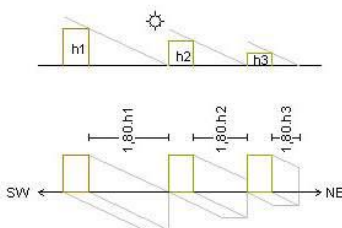
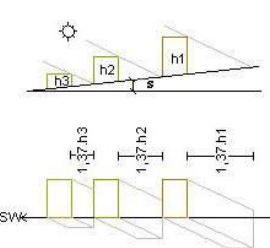
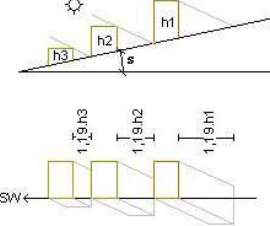
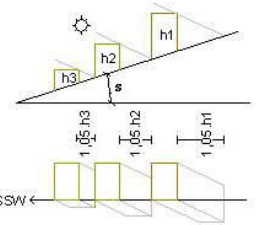
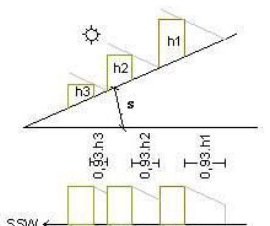
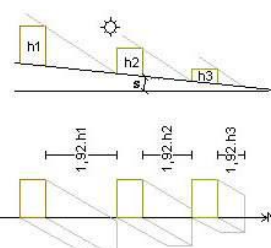
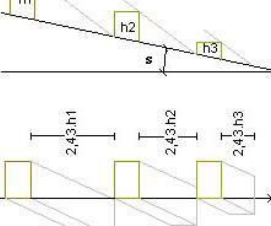
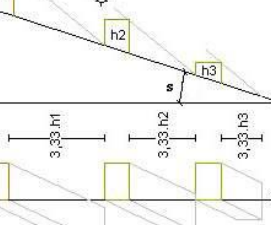
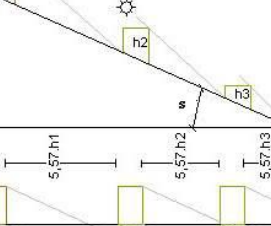
Şekil B.5 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].

Batıgüneybatı - Doğukuzeydoğu Cepheli Binalar İçin (WSW / ENE)		Cephelerin Direkt Güneş Işınım Etkisinde Kaldığı Saatler	
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)	 $\Omega = 29^\circ$ Saat = 10.00 - 16.00 h_1, h_2, h_3 = Bina Yükseklikleri s: eğim açısı	WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00	
		ENE = 09.00 10.00	
Yamaç Yönü (WSW)		WSW	ENE
Arazi Eğimi = 6°		WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00	WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00
		ENE = 09.00 10.00	ENE = 09.00 10.00
Arazi Eğimi = 12°		WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00	WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00
		ENE = 09.00 10.00	ENE = 09.00 10.00
Arazi Eğimi = 18°		WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00	WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00
		ENE = 09.00 10.00	ENE = 09.00 10.00
Arazi Eğimi = 24°		WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00	WSW = 11.00 12.00 13.00 14.00
		ENE = 09.00 10.00	ENE = 09.00 10.00

Şekil B.6 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].

Güneybatı - Kuzeydoğu Cepheli Binalar İçin (SW / NE)		Cephelerin Direkt Güneş Işınım Ekseninde Kaldığı Saatler		
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)	 $\Omega = 32^\circ$ Saat = 08.00 - 13.00 h_1, h_2, h_3 = Bina Yükseklikleri s: eğim açısı	NE = 08.00		
		SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00		
Yamaç Yönü (SW)		Yamaç Yönü (NE)		
Arazi Eğimi = 6°			SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00
			NE = 08.00	NE = 08.00
Arazi Eğimi = 12°			SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00
			NE = 08.00	NE = 08.00
Arazi Eğimi = 18°			SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00
			NE = 08.00	NE = 08.00
Arazi Eğimi = 24°			SW = 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	SW = -
			NE = 08.00	NE = -

Şekil B.7 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].

Güneygüneybatı - Kuzeykuzeydoğu Cepheli Binalar İçin (SSW / NNE)		Cepheleerin Direkt Güneş Işınım Etkisinde Kaldığı Saatler	
Arazi Eğimi = 0° (Düz Arazi)	 $\delta = 29^\circ$ Saat = 08.00 - 13.00 h_1, h_2, h_3 = Bina Yükseklikleri s: eğim açısı	NNE = -	
		SSW = 08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	
Yamaç Yönü (SSW)		SSW	NNE
Arazi Eğimi = 6°		SSW =	SSW =
		08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00
Arazi Eğimi = 12°		SSW =	SSW =
		08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00
Arazi Eğimi = 18°		SSW =	SSW =
		08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00
Arazi Eğimi = 24°		SSW =	SSW =
		08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00	08.00 09.00 10.00 11.00 12.00 13.00
Yamaç Yönü (NNE)		SSW	NNE
Arazi Eğimi = 6°		NNE = -	NNE = -
Arazi Eğimi = 12°		NNE = -	NNE = -
Arazi Eğimi = 18°		NNE = -	NNE = -
Arazi Eğimi = 24°		NNE = -	NNE = -

Şekil B.8 : İstanbul için ısıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları [31, 73].



EK D

Çalışma Kapsamında kullanılan simülasyon programının tanıtılması [72]

DesignBuilder Simülasyon Programı

Bu program aracılığıyla sanal bina modelleri yapılabilmekte ve enerji tüketimi, karbon salımı, konfor koşulları, maksimum yaz dönemi sıcaklıkları, HVAC bileşen boyutları gibi pek çok çevresel performans verileri elde edilebilmektedir. DesignBuilder simülasyon programı, performans verilerinin üretiminde EnergyPlus dinamik simülasyon motorunu kullanmaktadır.

DesignBuilder simülasyon programının kullanım amaçları;

- bina enerji tüketimlerinin hesaplanması,
- aşırı ısınma ve görsel görünüm açısından cephe seçeneklerinin değerlendirilmesi,
- aydınlatma kontrol sistemlerinin modellenmesi ve aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisinde sağlanan tasarruf değerlerinin hesaplanması,
- yerleşim alanının ve güneşten korumanın görselleştirilmesi,
- ısıtma ve soğutma cihaz boyutlarının hesaplanması olarak sıralanmaktadır.

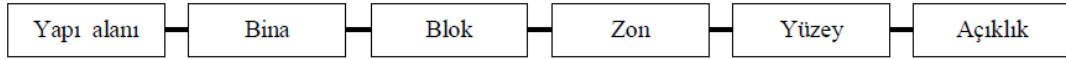
DesignBuilder simülasyon programı ile;

- Çevresel performans verileri, harici modüllerin kullanımına ve veri alımına ihtiyaç duyulmadan görüntülenebilmekte ve verilerin üretilmesi için gereksinim duyulan simülasyonların her biri otomatik olarak başlatılabilmektedir.
- EnergyPlus “Kompakt HVAC” tanımlamaları ile yaygın olarak kullanılan ısıtma ve soğutma sistemlerinin detaylı analizleri kolaylaştırılabilmektedir.
- Doğal havalandırma, havalandırma için tanımlı ayar sıcaklığına bağlı olarak pencerelerin açılması seçeneği esas alınarak modellenabilmektedir.
- Güneş ışığı modülü ile aydınlatma kontrol sistemleri modellenabilmekte ve aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisinde sağlanan tasarruf değerleri hesaplanabilmektedir.

Çeşitli güneş kontrol elemanlarının kullanımı ile gölgeleme etkisi analiz edilebilmektedir.

- Gerçekleştirilen simülasyonlar sonucunda enerji tüketimi, iç ortam sıcaklıkları, iklim verileri, ısıtma ve soğutma yükleri, CO₂ salımı gibi pek çok veriler yıllık, aylık, günlük, saatlik ya da yarım saatlik aralıklarla kapsamlı olarak irdelenebilmektedir.
- Isıtma ve soğutma sistem boyutları, tasarım iklim verileri kullanılarak hesaplanabilmektedir.
- Parametrik analiz ekranları, tasarım değişkenlerine ilişkin tanımlanan farklılıkların bir dizi performans kriteri üzerindeki etkilerinin irdelenmesini olanaklı hale getirmektedir.
- EnergyPlus IDF dosyaları oluşturulabilmekte ve bu dosyalar ile DesignBuilder programı dışında EnergyPlus sistem işlevselliğine ulaşılabilir.
- DesignBuilder programında oluşturulan modeller çerçevesinde basit bir hiyerarşi

dikkate alınmakta olup Şekil D.1’de belirtilmektedir



Şekil D.1 : Veri hiyerarşisi

Yeni bina modelinin tanımlanması süreci, genellikle aşağıda belirtilen sıralama çerçevesinde şekillenmektedir:

- Yapı alanının oluşturulması,
- Yeni bina modelinin oluşturulması,
- Bina formuna bağlı olarak bina bloklarının çizilmesi ve kullanılması,
- Bina modeline ilişkin ısı zonlarının tanımlanması,
- Modele ilişkin verilerin düzenlenmesi,
- Bina formu kapsamında “özel açıklıkların” yüzey düzleminde çizilerek eklenmesi,
- Isıtma ve soğutma sistemlerinin boyutlandırılması,

- Yaz ve kış dönemleri için gerçekleştirilen simülasyonlardan elde edilen saatlik verilere bağlı olarak tasarımın kontrol edilmesi,
- Kısa süreli simülasyonlar çerçevesinde kontrol edilen model için yıllık simülasyonların gerçekleştirilmesidir.

Bina modeline ilişkin veriler, yapı alanı haricinde, bina, blok, zon ve yüzey düzeyinde tanımlanabilmekte ve aktivite, yapım, açıklık, aydınlatma, HVAC, seçenekler ve CFD (Hesaplamalı akışkanlar dinamiği) sekmeleri ile düzenlenebilmektedir.

Aktivite sekmesi

Zon tipi, kullanıcı, metabolizma düzeyi, çevresel kontrol, sıcak su tüketim değerleri, ofis cihazlarından kaynaklı ve diğer kazançlara ilişkin veriler tanımlanabilmektedir.

Yapım sekmesi

Bina kabuğu opak ve saydam bileşenlerine ilişkin optik ve termofiziksel özellikler ve bina kabuğu sızdırmazlık değerinin tanımlanabildiği sekmedir.

Açıklık sekmesi

Bina modeline ilişkin pencere, kapı, boşluk ve hava delikleri gibi açıklıklar tanımlanabilmektedir.

Aydınlatma sekmesi

Genel aydınlatma, hedef aydınlatma, aydınlatma kontrolü ve dış aydınlatmaya ilişkin verilerin tanımlanabildiği sekmedir.

HVAC sekmesi

Mekanik havalandırma, ısıtma, soğutma, nem kontrolü, sıcak su, doğal havalandırma, harici enerji, hava sıcaklığı dağılımı ve plenumlara ilişkin veriler tanımlanabilmektedir.

Seçenekler sekmesi

Isıtma tasarımı çıktı seçenekleri, soğutma tasarımı çıktı seçenekleri ve simülasyon çıktı seçeneklerinden oluşmaktadır.

CFD sekmesi

Bu sekme kapsamında CFD hesaplamalarına ilişkin farklı sınır koşulları tanımlanabilmektedir.

DesignBuilder simülasyon programı kapsamındaki enerji simülasyonları,

- ısıtma tasarımı simülasyonları,
- soğutma tasarımı simülasyonları ve
- gerçek iklim verilerine dayalı simülasyonlar olarak sınıflandırılabilir.

Isıtma tasarımı simülasyonları

Isıtma tasarımı hesaplamaları, en soğuk kış tasarım iklim koşulları için yeterli olabilecek ısıtma sistem boyutlarının belirlenebilmesi amacıyla yapılmaktadır. Bu tasarım hesaplamaları için ASHRAE ve CIBSE tarafından önerilen kararlı durum (steady-state) yöntemleri kullanılmaktadır. Isıtma tasarımı simülasyonları çerçevesinde EnergyPlus kullanılmakta olup aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmaktadır:

- Sabit (steady-state) dış hava sıcaklığı, kış tasarım dış hava sıcaklığını düzenlemektedir.
- Rüzgar hızı ve yönü tasarım değerlerini şekillendirmektedir.
- Güneşten pasif kazanç ve iç kazançlar (aydınlatma, cihaz, kullanıcı kaynaklı) dikkate alınmamaktadır.
- Isıtılan zonlar, tanımlanan ısıtma ayar sıcaklığının sağlanması amacıyla basit konvektif ısıtma sistemi kullanılarak sürekli ısıtılmaktadır.
- Farklı sıcaklıklara sahip zonlar arasındaki ısı iletimi ve taşınımı dikkate alınmaktadır.

Soğutma tasarımı simülasyonları

Soğutma tasarımı hesaplamaları, en sıcak yaz tasarım iklim koşulları için yeterli olabilecek mekanik soğutma sistem boyutlarının belirlenebilmesi amacıyla yapılmaktadır. Bu tasarım hesaplamaları için ASHRAE ve CIBSE tarafından önerilen kararlı durum (steady-state) yöntemleri kullanılmaktadır. Soğutma tasarımı simülasyonları çerçevesinde EnergyPlus kullanılmakta olup aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmaktadır:

- Periyodik sabit dış hava sıcaklıkları maksimum ve minimum tasarım yaz iklim koşulları dikkate alınarak hesaplanmaktadır.
- Rüzgâr etkisi ihmal edilmektedir.
- Pencere aracılığı ile güneşten elde edilen pasif kazanç ve planlanmış doğal havalandırma dikkate alınmaktadır.
- Kullanıcılar, aydınlatma ve diğer cihazlardan kaynaklı iç kazançlar hesaplamalara dahil edilmektedir.
- Farklı sıcaklıklara sahip zonlar arasındaki ısı iletimi ve taşınımı hesaplamalarda dikkate alınmaktadır.

Gerçek iklim verilerine dayalı simülasyonlar

Gerçek iklim verilerine dayalı simülasyonlar aracılığı ile bina enerji performansına ilişkin detaylı veriler elde edilebilmektedir. Simülasyonlar çerçevesinde EnergyPlus kullanılmakta olup aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmaktadır:

- Gereksinim duyulan iklim verileri saatlik iklim verileri dosyalarından elde edilmektedir.
- Farklı sıcaklıklara sahip zonlar arasındaki ısı iletimi ve taşınımı hesaplamalarda dikkate alınmaktadır.
- Pencere aracılığı ile güneşten elde edilen pasif kazanç hesaplamalara dâhil edilmektedir.
- HVAC ekipmanlarına ilişkin simülasyonlar yapılabilmektedir.
- Binanın ısı kütlesi içerisinde doğru sıcaklık dağılımının sağlanması ve simülasyonun başlatılması için bir ya da daha fazla “ısınma” günleri dikkate alınmaktadır. Isınma her bir zon içerisinde sıcaklık/ısı akışının yakınsadığı noktaya kadar devam eder. Eğer bu yakınsama gerçekleşmez ise, simülasyon hesaplama seçenekleri çerçevesinde tanımlanan maksimum gün sayısı için devam eder [72].

EK E

Çizelge E.1 : Doku 1 için mevcut durum enerji analizleri

DOKU 1 - MEVCUT - BATI YÖNLENMELİ - EĞİM %18											
	C1	C2	C3	C4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
TOPLAM ALAN (m ²)	3.270,31	3.270,31	3.270,31	3.736,31	2.403,50	2.060,14	2.060,14	2.403,50	2.403,50	2.403,50	2.403,50
ISITMA YÜKÜ (kWh)	125.984,45	127.172,28	127.644,92	135.777,65	99.679,72	90.671,21	101.724,43	98.279,45	100.546,63	98.789,54	98.507,47
BİRİM ALAN İÇİN ISITMA YÜKÜ (kWh / m ²)	38,52	38,89	39,03	36,34	41,47	44,01	49,38	40,89	41,83	41,10	40,99
SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	63.144,84	59.489,98	61.137,41	77.542,67	48.657,73	35.735,80	47.494,07	52.720,76	49.714,29	50.311,00	51.012,42
BİRİM ALAN İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ (kWh / m ²)	19,31	18,19	18,69	20,75	20,24	17,35	23,05	21,93	20,68	20,93	21,22
TOPLAM ISITMA ve SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	189.167,81	186.701,15	188.821,36	213.356,66	148.378,92	126.451,02	149.267,88	151.041,10	150.302,75	149.141,64	149.560,88
BİRİM ALAN İÇİN TOPLAM ISITMA ve SOĞUTMA YÜKÜ (kWh / m ²)	57,84	57,09	57,74	57,10	61,73	61,38	72,46	62,84	62,53	62,05	62,23
PENCERElerden GÜNEŞ IŞINIMI KAZANIMI (kWh)	163.740,00	155.650,00	157.670,00	192.750,00	135.430,00	109.270,00	144.680,00	146.660,00	138.710,00	142.030,00	143.610,00
BİRİM ALAN İÇİN PENCERElerden GÜNEŞ IŞINIMI KAZANIMI (kWh)	50,07	47,59	48,21	51,59	56,35	53,04	70,23	61,02	57,71	59,09	59,75
CO ₂ SALINIMI (kg)	45.217,95	44.987,87	45.314,01	50.589,27	35.099,73	30.435,77	34.458,21	35.337,90	35.433,30	35.125,94	35.158,16
BİRİM ALAN İÇİN CO ₂ SALINIMI (kg/m ²)	13,83	13,76	13,86	13,54	14,60	14,77	16,73	14,70	14,74	14,61	14,63

Çizelge E.2 : Doku 2 için mevcut durum enerji analizleri

DOKU 2 - MEVCUT - DÜZ					
	A1	A2	A3	A4	A5
TOPLAM ALAN (m ²)	2.831,43	2.831,43	2.831,43	2.831,43	2.831,43
ISITMA YÜKÜ (kWh)	122.782,32	118.110,74	124.306,54	125.185,72	118.019,16
BİRİM ALAN İÇİN ISITMA YÜKÜ (kWh / m ²)	43,36	41,71	43,90	44,21	41,68
SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	82.542,68	85.854,55	82.838,44	80.415,51	88.643,46
BİRİM ALAN İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ (kWh / m ²)	29,15	30,32	29,26	28,40	31,31
TOPLAM ISITMA ve SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	205.325,00	203.965,29	207.144,98	205.601,23	206.662,62
BİRİM ALAN İÇİN TOPLAM ISITMA ve SOĞUTMA YÜKÜ (kWh / m ²)	72,52	72,04	73,16	72,61	72,99
PENCERELERDEN GÜNEŞ İŞİNİMİ KAZANIMI (kWh)	201.510,00	213.370,00	198.820,00	193.470,00	216.760,00
BİRİM ALAN İÇİN PENCERELERDEN GÜNEŞ İŞİNİMİ KAZANIMI (kWh / m ²)	71,17	75,36	70,22	68,33	76,55
CO2 SALINIMI (kg)	45.927,23	45.342,41	46.303,40	46.171,11	45.697,77
BİRİM ALAN İÇİN CO2 SALINIMI (kg/m ²)	16,22	16,01	16,35	16,31	16,14

Çizelge E.3 : Doku 3 için mevcut durum enerji analizleri

DOKU 3 - MEVCUT - KUZEYDOĞU YÖNLENMELİ - EĞİM %10				
	D1	D2	D3	D4
TOPLAM ALAN (m ²)	7.349,14	7.349,86	7.355,19	7.349,40
ISITMA YÜKÜ (kWh)	216.932,81	210.174,08	212.620,83	210.938,66
BİRİM ALAN İÇİN ISITMA YÜKÜ (kWh / m ²)	29,52	28,60	28,91	28,70
SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	189.200,28	186.800,94	174.204,17	182.690,97
BİRİM ALAN İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ (kWh / m ²)	25,74	25,42	23,68	24,86
TOPLAM ISITMA ve SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	406.133,09	396.975,02	386.825,00	393.629,63
BİRİM ALAN İÇİN TOPLAM ISITMA ve SOĞUTMA YÜKÜ (kWh / m ²)	55,26	54,01	52,59	53,56
PENCERELERDEN GÜNEŞ IŞINIMI KAZANIMI (kWh)	377.830,00	386.770,00	371.920,00	388.830,00
BİRİM ALAN İÇİN PENCERELERDEN GÜNEŞ IŞINIMI KAZANIMI (kWh / m ²)	51,41	52,62	50,57	52,91
CO2 SALINIMI (kg)	93.380,00	91.570,00	90.430,00	91.180,00
BİRİM ALAN İÇİN CO2 SALINIMI (kg/m ²)	12,71	12,46	12,29	12,41



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Işıl Kalpkırmaz
Doğum Tarihi ve Yeri : 1985, İstanbul
E-posta : isilkalpkirmaz@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans 1** : 2011, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mezuniyet Derecesi: 3.59 / 4.00, Yüksek Onur Derecesi
- **Lisans 2** : 2013, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü (Çift Anadal Programı ile), Mezuniyet Derecesi: 3.31 / 4.00

MESLEKİ DENEYİM:

- Tan Yapı İnşaat, 2017 – devam ediyor, Şantiye Şefi.
- DK Mimarlık, 2014 – 2017, Mimar
- Radikal Mimarlık, 2011 -2013, Mimar