



**ENERJİ ETKİN BİNA TASARIMINDA YEREL MİMARİNİN
ÖĞRETİLERİ: GELENEKSEL TEBRİZ EVLERİ ÖRNEĞİ**

Abbas SHADMAND

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Abbas SHADMAND

25/08/2021

ENERJİ ETKİN BİNA TASARIMINDA YEREL MİMARİNİN ÖĞRETİLERİ: GELENEKSEL TEBRİZ EVLERİ ÖRNEĞİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Abbas SHADMAND

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2020

ÖZET

Ulusal ve uluslararası politikaların belirleyici bir unsuru haline gelen enerji konusu, günümüz toplumlarının da birincil ihtiyaçları arasında yer almaktadır. Yapılı çevrelerin, enerji tüketiminin yaklaşık %40'ından sorumlu olduğunun anlaşılmasıyla, bu alanda yapılacak iyileştirmeler gündeme gelmiş, sektörel ve akademik platformlarda yapı ölçeğinde alınabilecek önlemler tartışılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda, mimarların da konuya daha hassas yaklaşması, “mimari tasarım” başta olmak üzere bu konuda yenilikçi çalışmaların ortaya koymasını zorunlu kılmıştır. Bu kapsamda, mimari tasarım kriterlerinin enerji tüketimindeki etkisinin neler olduğu/olabileceği sorusunun cevaplarının arandığı bu tez çalışmasında söz konusu kriterlerin yeri ve potansiyelleri irdelenmiştir. Bu amaçla bu çalışma, enerji ve mimarlık çerçevesinde detaylandırılmış ve mimari elemanlar ile tasarım parametrelerin enerji tüketimi üzerindeki etkisi ile sınırlandırılmıştır. Her toplumun geleneksel yaşam ve tasarım ölçütlerinde, doğal çevrenin korunması, enerji tüketiminin en aza indirgenmesi ve iklim odaklı uygulamaların var olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, geleneksel Tebriz evleri enerji etkin bina tasarımı bağlamında incelenmiş ve modern dünyanın tasarım gereksinimleri bölgenin geleneksel mimarisinde aranmıştır. Ardından geleneksel Tebriz evlerinin tasarımında dikkate alınan parametreler de göz önünde bulundurularak Tebriz ikliminde, mimari elemanlar ile tasarım parametrelerin enerji tüketimi üzerindeki etkisi 100 m²'lik bir kutu üzerinde Design Builder programı ile analiz edilmiş, söz konusu iklime özgü enerji verimli bina tasarımı için uygun değerler belirlenmiştir. Daha sonra enerji simülasyon analizlerinden elde edilen parametrelere dayanarak 2 bina tasarlanmış ve enerji tüketim miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlarla sözkonusu iklime uygun tasarım kriterleri ortaya konulmuştur.

Bilim Kodu : 80103

Anahtar Kelimeler : Sürdürülebilirlik, Tebriz evleri, enerji verimli bina tasarımı, geleneksel mimari

Sayfa Adedi : 141

Danışman : Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

TEACHINGS OF VERNACULAR ARCHITECTURE IN ENERGY EFFICIENT
BUILDING DESIGN: A CASE ON TRADITIONAL TABRIZ HOUSES

(M. Sc. Thesis)

Abbas SHADMAND

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2020

ABSTRACT

Energy, which has become a determining factor in national and international policies, is also among the primary needs of today's societies. By the understanding the fact that built environments are responsible for approximately 40% of energy consumption, improvements to be made in this area has come to the fore, and measures to be taken at the building scale has begun to be discussed in sectoral and academic platforms. In this context, the more sensitive approach of architects to the subject, especially "architectural design", has made it necessary to produce innovative studies on this subject. In this content, in this thesis study, which sought answers to the question of what the effect of architectural design criteria on energy consumption is/could be, the place and potentials of these criteria were examined. For this purpose, this study is detailed within the framework of energy and architecture and is confined by the effect of architectural elements and design parameters on energy consumption. It is known that the protection of the natural environment, minimization of energy consumption and climate-oriented practices exist in the traditional life and design standards of every society. In this study, traditional Tabriz houses have been analyzed in the context of energy efficient building design and the design requirements of the modern world have been researched in the traditional architecture of the region. Then, considering the parameters taken into account in the design of traditional Tabriz houses, the effect of architectural elements and design parameters on energy consumption in Tabriz climate has been analyzed by the Design Builder program on a 100 m² box, and values special for the design of an energy efficient building peculiar to the climate subject to the thesis have been extracted. Then, based on the parameters extracted from the energy simulation analysis, two buildings have been designed and the amount of energy consumption has been calculated. With the results obtained, design criteria suitable for this climate have been put forward.

Science Code : 80103

Key Words : Sustainability, Tabriz houses, energy efficient building design, traditional architecture

Page Number : 141

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresi boyunca bana yardımcı olan, bilgi ve deneyimleriyle desteğini esirgemeyen, anlayış ve hoşgörüsüyle yakından ilgilenen kıymetli danışmanım Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK'a katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xxii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI VE KURAMSAL ALT YAPI.....	7
2.1. Sürdürülebilir Mimarlık	7
2.1.1. Sürdürülebilir mimarlığın tanımı, kapsamı ve önemi	7
2.1.2. Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir konut.....	15
2.2. İklimsel Tasarım.....	20
2.2.1. İklimin tanımı ve iklimsel bölgeler	21
2.2.2. İklimin mimari üzerindeki etkisi.....	23
2.3. Geleneksel Tebriz Evlerinin Sürdürülebilir Özellikleri	31
2.3.1. Tebrizin iklimsel özellikleri	32
2.3.2. Geleneksel Tebriz evlerinin iklime uyumlu mimari özellikleri	34
2.3.3. Yöresel malzeme ve yapım teknikleri.....	39
3. MATERYAL VE METOD.....	63
3.1. Tebriz Konut Örneğinin Enerji İhtiyacının Belirlenmesi.....	63
3.2. Örnek Konutun Design Builder Simülasyon Programı ile Enerji Tüketim Analizi	68
4. MİMARİ KARARLARIN ENERJİ TÜKETİMİ ÜZERİNDE ETKİSİ....	73

Sayfa

4.1. Pencere	73
4.2. Balkon	87
4.3. Malzeme	88
4.4. Yalıtım.....	90
4.5. Çatı	91
4.6. Kat Sayısı	92
4.7. Bodrum Kat	93
4.8. Bina Eksen Oranı	93
4.9. Yönlendiriliş Durumu	95
4.10. Pencere Oranının Etkisi.....	98
4.11. Balkon Derinliğinin Enerji Tüketimindeki Etkisi	107
4.12. Malzeme Türünün Enerji Tüketimindeki Etkisi.....	107
4.13. Yalıtım Kullanımının Enerji Tüketimindeki Etkisi.....	108
4.14. Çatı Türünün Enerji Tüketimindeki Etkisi.....	109
4.15. Kat Sayısının Enerji Tüketimindeki Etkisi.....	109
4.16. Bodrum Kat Kullanımının Enerji Tüketimindeki Etkisi	110
4.17. En Boy Oranının Enerji Tüketimindeki Etkisi	111
4.18. Yönlendiriliş Durumunun Enerji Tüketimindeki Etkisi.....	111
5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER	115
5.1. Önerilen Tasarım.....	115
5.2. Önerilen Konut Tasarımının Design Builder Simülasyon Programı ile Enerji Tüketim Analizi	118
5.2. Mekân Organizasyonunun Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi	120
5.3. Binaların Enerji Tüketim Miktarının Karşılaştırılması	123
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	127
KAYNAKLAR.....	133

ÖZGEÇMİŞ	141
----------------	-----



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. İncelenen geleneksel konutlarda yönelme	50
Çizelge 2.2. İncelenen geleneksel konutlarda komşuluk	50
Çizelge 2.3. İncelenen geleneksel konutlarda bina formu	51
Çizelge 2.4. İncelenen geleneksel konutlarda bina kabuğu	52
Çizelge 2.5. İncelenen geleneksel konutlarda malzeme kullanımı	53
Çizelge 2.6. İncelenen geleneksel konutlarda malzeme kullanımı mekân organizasyonu	56
Çizelge 2.7. Tebriz geleneksel mimarlığının özellikleri	61
Çizelge 3.1. Tebriz konut örneğine ait yapı kimlik bilgileri	64
Çizelge 3.2. Yaşam alanları ve ebatları	65
Çizelge 3.3. Günümüz yapılan Tebriz konutlarının özellikleri	67
Çizelge 4.1. Uygun mimari eleman ve parametreler	113
Çizelge 5.1. Yaşam alanları ve ölçüleri	116
Çizelge 5.2. Yaşam alanları ve ölçüleri	121

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik.....	12
Şekil 2.2. Sürdürülebilir kalkınmanın temel yönleri.....	16
Şekil 2.3. Sürdürülebilir konut stratejisi	18
Şekil 2.4. Dünya iklim haritası	22
Şekil 2.5. İklim özelliklerine uygun topografik yer seçimi	25
Şekil 2.6. İklimsel bölgelerde binaların konumlandırılması	26
Şekil 2.7. İklimsel bölgelere uygun yönlendirme	27
Şekil 2.8. İklimsel bölgelere uygun bina formu.....	28
Şekil 2.9. Tasarımda rüzgârın etkileri.....	29
Şekil 2.10. Çatı şekillerine göre rüzgârın etkisi	30
Şekil 2.11. Mekân organizasyonu.....	31
Şekil 2.12. (a, b ve c). İran iklim haritası, doğu Azerbaycan eyaleti ve Tebriz haritası	32
Şekil 2.13. Tebrizde Güneş Açısı	33
Şekil 2.14. Tebriz’de rüzgâr yönü.....	33
Şekil 2.15. Tebriz kentinin geleneksel kent dokusu	34
Şekil 2.16. (a, b ve c). Tebrizde geniş caddeler ve dar sokaklar.....	35
Şekil 2.17.İçedönük konutlarının plan tipleri	37
Şekil 2.18. Dışadönük konutlarının plan tipleri	37
Şekil 2.19. Tebriz geleneksel evlerinin plan tipolojileri	38
Şekil 2.20. Ahşap çatı strüktürü.....	40
Şekil 2.21. Tuğla ve taş ile kaplanan kerpiç duvar	41
Şekil 2.22. Bulurçıyan konutunun tuğla ile kaplanmış cephe duvarı	42
Şekil 2.23. Tebriz kenti için uygun güneşlenme yönü.....	43
Şekil 2.24. Kadeki konutunun eyvanı	44

Şekil	Sayfa
Şekil 2.25. Heyderzade konutunun havuzhanesi	45
Şekil 2.26. Havuzhanenin soğutma ve havalandırılması	45
Şekil 2.27. Mochtahedi konutunun terası	46
Şekil 2.28. Selmasi konutunda sederi odası.....	47
Şekil 2.29. Orsi penceresi	47
Şekil 2.30. Behnam konutunda orsi odası.....	48
Şekil 2.31. Emir Nizam konutunun rahrosu.....	48
Şekil 2.32. Serraflar konutunda tenebi odası	49
Şekil 2.33. Mekân hiyerarşisi.....	49
Şekil 3.1. Tebriz Yahçıyan ili uydu görüntüsü	63
Şekil 3.2. Zemin kat planı (A) ile diğer kat planlar (B).....	64
Şekil 3.3. Bina kesiti ve detayları	67
Şekil 3.4. Tebriz konut örneğine ait Design Builder yapı modeli	69
Şekil 3.5. Mevcut binada ısıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	70
Şekil 3.6. Mevcut binada ısıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	70
Şekil 3.7. Mevcut binada ısıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	71
Şekil 3.8. Analiz edilecek mimari elemanlar ile tasarım parametreleri	71
Şekil 4.1. Güney cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	74
Şekil 4.2. Güney cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	74
Şekil 4.3. Güney cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	74
Şekil 4.4. Güney cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	74
Şekil 4.5. Güney cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	74
Şekil 4.6. Güney cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	74

Şekil	Sayfa
Şekil 4.7. Güney cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	74
Şekil 4.8. Güney cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	75
Şekil 4.9. Güney cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	75
Şekil 4.10. Güney cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	75
Şekil 4.11. Güney cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	75
Şekil 4.12. Batı cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	76
Şekil 4.13. Batı cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	76
Şekil 4.14. Batı cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	76
Şekil 4.15. Batı cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	76
Şekil 4.16. Batı cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	76
Şekil 4.17. Batı cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	76
Şekil 4.18. Batı cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	76
Şekil 4.19. Batı cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	77
Şekil 4.20. Batı cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	77
Şekil 4.21. Batı cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	77
Şekil 4.22. Batı cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	77
Şekil 4.23. Kuzey cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	78

Şekil	Sayfa
Şekil 4.24. Kuzey cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	78
Şekil 4.25. Kuzey cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	78
Şekil 4.26. Kuzey cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	78
Şekil 4.27. Kuzey cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	78
Şekil 4.28. Kuzey cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	78
Şekil 4.29. Kuzey cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	78
Şekil 4.30. Kuzey cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	79
Şekil 4.31. Kuzey cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	79
Şekil 4.32. Kuzey cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	79
Şekil 4.33. Kuzey cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	79
Şekil 4.34. Doğu cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	80
Şekil 4.35. Doğu cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	80
Şekil 4.36. Doğu cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	80
Şekil 4.37. Doğu cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	80
Şekil 4.38. Doğu cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	80
Şekil 4.39. Doğu cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	80
Şekil 4.40. Doğu cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	80

Şekil	Sayfa
Şekil 4.41. Doğu cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	81
Şekil 4.42. Doğu cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	81
Şekil 4.43. Doğu cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	81
Şekil 4.44. Doğu cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	81
Şekil 4.45. Tüm cephelerde pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	82
Şekil 4.46. Tüm cephelerde pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	82
Şekil 4.47. Tüm cephelerde pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	82
Şekil 4.48. Tüm cephelerde pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	82
Şekil 4.49. Tüm cephelerde pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	82
Şekil 4.50. Tüm cephelerde pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	82
Şekil 4.51. Tüm cephelerde pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	82
Şekil 4.52. Tüm cephelerde pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	83
Şekil 4.53. Tüm cephelerde pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	83
Şekil 4.54. Tüm cephelerde pencere %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	83
Şekil 4.55. Tüm cephelerde pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	83
Şekil 4. 56. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	84
Şekil 4.57. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	84

Şekil	Sayfa
Şekil 4.58. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	84
Şekil 4.59. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	84
Şekil 4.60. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	84
Şekil 4.61. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	84
Şekil 4.62. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	85
Şekil 4.63. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	85
Şekil 4.64. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	85
Şekil 4.65. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	85
Şekil 4.66. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	85
Şekil 4.67. Kuzey cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	86
Şekil 4.68. Kuzey cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	86
Şekil 4.69. Kuzey cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	86
Şekil 4.70. Kuzey cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	86
Şekil 4.71. Kuzey cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	86
Şekil 4.72. Kuzey cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	86
Şekil 4.73. Kuzey cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	87
Şekil 4.74. Kuzey cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	87

Şekil	Sayfa
Şekil 4.75. Kuzey cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	87
Şekil 4.76. Kuzey cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	87
Şekil 4.77. Kuzey cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	87
Şekil 4.78. Balkonsuz binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	88
Şekil 4.79. 0.5 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	88
Şekil 4.80. 1 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	88
Şekil 4.81. 1.5 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	88
Şekil 4.82. 2 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	88
Şekil 4.83. Beton briket kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	89
Şekil 4.84. Harma tuğla kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	89
Şekil 4.85. Ateş tuğlası kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	89
Şekil 4.86. Delikli tuğla kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	89
Şekil 4.87. Açık renkli malzeme kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	89
Şekil 4.88. Koyu renkli malzeme kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	90
Şekil 4.89. Yalıtımsız binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	90
Şekil 4.90. İç yüzden yalıtım kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	90
Şekil 4.91. Dış yüzden yalıtım kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	90
Şekil 4.92. Binada düz çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı ..	91
Şekil 4.93. Binada %10 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	91
Şekil 4.94. Binada %20 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı.....	91

Şekil	Sayfa
Şekil 4.95. Binada %30 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	91
Şekil 4.96. Binada %40 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	91
Şekil 4.97. Binada %50 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	92
Şekil 4.98. Bir katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	92
Şekil 4.99. İki katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	92
Şekil 4.100. Üç katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	92
Şekil 4.101. Dört katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	92
Şekil 4.102. Beş katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	93
Şekil 4.103. Altı katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	93
Şekil 4.104. Bodrum kat kullanılmadığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı .	93
Şekil 4.105. Bodrum kat kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı	93
Şekil 4.106. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/5 iken enerji tüketim miktarı	94
Şekil 4.107. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/4 iken enerji tüketim miktarı	94
Şekil 4.108. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/3 iken enerji tüketim miktarı	94
Şekil 4. 109Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/2 iken enerji tüketim miktarı	94
Şekil 4.110. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/1 iken enerji tüketim miktarı	94
Şekil 4.111. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 2/1 iken enerji tüketim miktarı	94
Şekil 4.112. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 3/1 iken enerji tüketim miktarı	95
Şekil 4.113. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 4/1 iken enerji tüketim miktarı	95
Şekil 4.114. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 5/1 iken enerji tüketim miktarı	95

Şekil	Sayfa
Şekil 4.115. Batıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	96
Şekil 4.116. 80 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	96
Şekil 4.117. 70 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	96
Şekil 4.118. 60 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	96
Şekil 4.119. 50 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	96
Şekil 4.120. 40 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	97
Şekil 4.121. 30 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	97
Şekil 4.122. 20 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	97
Şekil 4.123. 10 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	97
Şekil 4.124. Güneye yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	97
Şekil 4.125. 10 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	97
Şekil 4.126. 20 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	97
Şekil 4.127. 30 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	97
Şekil 4.128. 40 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	98
Şekil 4.129. 50 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	98
Şekil 4.130. 60 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	98
Şekil 4.131. 70 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	98
Şekil 4.132. 80 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı .	98
Şekil 4.133. Doğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı	98
Şekil 4.134. Güney cephede yer alan pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi	99
Şekil 4.135. Batı cephede pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi	100
Şekil 4.136. Kuzey cephede pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi	101

Şekil	Sayfa
Şekil 4.137. Doğu cephede pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi.....	101
Şekil 4.138. Her yönde pencere oranının ısıtma enerjisi tüketiminde etkisi	102
Şekil 4.139. Her yönde pencere oranının soğutma enerjisi tüketiminde etkisi.....	103
Şekil 4.140. Her yönde pencere oranının toplam enerji tüketiminde etkisi.....	103
Şekil 4.141. Tüm cephelerde pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi.....	105
Şekil 4.142. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi	106
Şekil 4.143. Kuzey cephede pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi	106
Şekil 4.144. Balkon boyutunun enerji tüketimindeki etkisi.....	107
Şekil 4.145. Malzemenin enerji tüketimindeki etkisi	107
Şekil 4.146. Malzeme renginin enerji tüketimindeki etkisi	108
Şekil 4.147. Yalıtımın enerji tüketimindeki etkisi	109
Şekil 4.148. Çatı türünün enerji tüketimindeki etkisi	109
Şekil 4.149. Kat sayısının enerji tüketimindeki etkisi	110
Şekil 4.150. Bodrum kat kullanımının enerji tüketimindeki etkisi.....	110
Şekil 4.151. En boy oranının enerji tüketimindeki etkisi.....	111
Şekil 4.152. Bina yönlendiriliş durumunun enerji tüketimindeki etkisi	112
Şekil 5.1. Bodrum kat planı (A) ile diğer kat planlar (B)	115
Şekil 5.2. Tasarlanmış binaya ait Design Builder yapı modeli.....	118
Şekil 5.3. Isıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	119
Şekil 5.4. Isıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	119
Şekil 5.5. Isıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	120
Şekil 5.6. Bodrum kat planı (A) ile diğer kat planlar (B)	121
Şekil 5.7. Isıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	122
Şekil 5.8. Isıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	122
Şekil 5.9. Isıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı	122
Şekil 5.10. Binaların ısıtma enerji tüketim miktarı.....	123

Şekil	Sayfa
Şekil 5.11. Binaların soğutma enerji tüketim miktarı	124
Şekil 5.12. Binaların toplam enerji tüketim miktarı	124



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
°	Derece
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
cm	Santimetre
Kwh /m ²	Metrekareye Düşen Kilowatsaat
m	Metre
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
W/m ²	Metrekareye düşen wat
Yy	Yüzyıl

1. GİRİŞ

Endüstri devrimi ile beraber meydana gelen teknolojik gelişmeler hem fosil yakıtların kullanımını arttırmış hem de doğanın dengesini bozarak, insanlığı tehdit edecek düzeyde bir çevre kirliliğine neden olmuştur. Söz konusu sanayileşme ile kentlerde nüfus hızla artmış ve konut ihtiyacının karşılanması için plansız yapılaşmalar ortaya çıkmıştır. Bütün bunlar ekolojik dengenin geri dönüşümsüz bir şekilde bozulmasına yol açmıştır. Doğanın kirlenmesinin yanı sıra çevre sorunlarının da ortaya çıkması, yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımını ve enerji etkin binaların önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Günümüzde minimum enerji tüketen yüksek enerji performanslı binaların önemi hem daha iyi anlaşılmakta hem de bu yapılar üzerine araştırma ve uygulamalar her geçen gün artmaktadır.

Her toplumun biriktirerek günümüze ulaştırdığı geleneksel yaşam ve tasarım ölçütlerinde ise; doğal çevrenin korunması, enerji tüketimin en aza indirgenmesi ve iklim odaklı uygulamaların var olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, geleneksel mimari tasarım ölçütlerinin “sürdürülebilir mimari” ve “minimum enerji tüketen binalar” için doğru bir kaynak/altlık olduğu söylenebilir. Ancak, modern dünyanın hızına ayak uyduramayan bu tasarımlar unutulma noktasına gelmiştir.

Bu çalışmada, geleneksel Tebriz evleri enerji etkin bina tasarımı bağlamında incelenmiştir. Sadece evler ve evlerin mimari unsurları değil soğuk iklim bölgesinde yer alan Tebriz kentinin iklim bağlamında tasarım gereksinimleri de analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra yüksek enerji performanslı bina kavramı değerlendirilerek, modern dünyanın tasarım gereksinimleri bölgenin geleneksel mimarisinde aranmıştır. Daha sonra günümüz Tebriz kentinden mevcut bir konut örnek alınarak enerji tüketim miktarı hesaplanmıştır. Ardından geleneksel Tebriz evlerinde dikkate alınan parametreler de göz önünde bulundurularak, Tebriz ikliminde mimari elemanlar ile parametrelerin enerji tüketim üzerindeki etkisi 100 m² alana sahip bir kutu üzerinde analiz edilip söz konusu iklime enerji etkin bina tasarımı için uygun parametrelerinin çıkarılmasına çalışılmıştır. En son adımda, elde edilen sonuçlara dayanarak iki bina tasarlanmış ve bu iklime uygun tasarım kriterleri sunulmuştur.

Araştırmanın amacı

Bu çalışmada soğuk iklim bölgesi olarak Tebriz kenti ele alınmıştır. İlk önce söz konusu bölgenin geleneksel mimarisi incelenerek enerji etkin tasarım yaklaşımlarının çıkarılması hedeflenmiştir. Ardından günümüz mimarisinde enerji tüketim miktarını azaltmak için enerji verimli bina tasarım kriterleri incelenmiştir. Sonra günümüz mimarisinde binaların enerji tüketim miktarının hesaplanması için Tebriz’de yaygın bir bina tipi örnek alınarak binada tüketilen enerji miktarı analiz edilmiştir. Daha sonra Tebriz bölgesinde mimari eleman ve tasarım parametrelerinin enerji tüketim miktarındaki etkisi analiz edilerek söz konusu iklime özgü enerji verimli bina tasarım parametrelerinin çıkarılmasına çalışılmıştır. En son, elde edilen kriterlerin etkisini analiz etmek amacıyla bu kriterlere dayanarak iki bina tasarlanmış, enerji tüketim miktarı hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Araştırma sorusu ve hipotezi

Bu araştırma, geleneksel Tebriz evlerinin enerji etkin tasarım yaklaşımlarının neler olduğu ve bu öğretilerden faydalanarak bölgenin modern konut mimarisinde yapılabilecek iyileştirmeleri sağlayacak pragmatik bir veri tabanı oluşturulabilir mi sorusu ile başlamıştır. Bölgenin kadim yapı bilgisi ışığında Tebriz’e özgü yüksek enerji performanslı konutlar tasarlanabileceği hipotezi ile şekillendirilmiştir. Çalışmanın temel araştırma sorusunun cevaplanabilmesi için yapılan alan yazın taraması ile birlikte şu soruların yanıtları da aranmıştır:

- Geleneksel Tebriz evlerinin enerji etkin tasarım yaklaşımları nelerdir?
- Soğuk iklim bölgesinde yer alan Tebriz kentinin iklim bağlamında tasarım gereksinimleri nelerdir?
- Tebriz bölgesi için iklime duyarlı bina tasarım parametreleri nelerdir?
- Enerji verimli binaların tasarımı Tebriz ikliminde mümkün müdür?
- Tebriz ikliminde mimari elemanlar ile tasarım parametrelerinin enerji tüketim miktarına etkisi ne kadardır?
- Bu iklimde, mimari elemanlar ve tasarım parametrelerinin uygun kullanımı ile enerji tüketimini azaltmak mümkün müdür?

Araştırmanın önemi

Tebriz'in nüfus artışı ile birlikte büyüyen konut ihtiyacı ve yapılaşma durumu dikkate alındığında söz konusu bölgede inşa edilen binaların bölgenin kadim bilgisinden kopuk olarak yapıldığını söylemek hiç de zor değildir. Ancak, günümüz koşullarında halen yerel malzeme, teknoloji ve işçilikle yapılmaya devam eden modern konutların geleneksel evler gibi enerji etkin ve sürdürülebilir olmadıkları da açıktır. Bu sebeple bu çalışma hem bölgenin modern konut ihtiyaçlarını hem de geleneksel yapım kültüründeki etkin çözümleri ortaya koyarak bu ikisinin senteziyle yenilikçi bir konut yaklaşımı geliştirmeyi hedeflemektedir. Çalışma, Tebriz'in iklimsel koşullarında hem minimum enerji tüketerek çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamayı amaçlarken, hem de bölgeye geleneksel yapılaşmanın izlerini taşıyan karakteri ile kültürel sürdürülebilirliğe de değineceği için önemli bulunmuştur.

Araştırmanın sınırlılıkları

Bu çalışma genel olarak “enerji” ve “mimarlık” kesişiminde kurgulanmış ve 21. yüzyılın yenilikçi ve yüksek performanslı özelliklerine sahip “enerji verimli binalar” konusuna odaklanmıştır. Kavramsal altyapının oluşturulmasında, genel bir çerçevenin oluşması adına “sürdürülebilir mimarlık”, “iklimsel tasarım”, “enerji etkin mimarlık” ve “geleneksel mimarlıkta sürdürülebilir özellikler” gibi literatürde bulunan kaynaklar kullanılmıştır. Bölgenin geleneksel mimarisi incelendiği sırada, literatüre girmiş 10 konut seçilmiş ve elde olan imkanlara dayanarak konutların formu, plan organizasyonu, yönlenme durumları ve kullanılan malzemeler enerji etkin tasarım yaklaşımları açısından incelenmiştir. Günümüz mimarisinde konutların enerji tüketim miktarının hesaplanması için Tebriz’de yaygın olan yaklaşık 80 m² alana sahip bir mevcut konut tipi örnek alınmıştır. Enerji simülasyon analizi sırasında söz konusu konutun, yapı kabuğu elemanları ve bu elemanlara ait U değerleri ile yapıya ait HVAC sistem elemanları kullanılmış olup enerji simülasyonu için de Design Builder programı kullanılmıştır. Analiz tek bina ölçeğinde yapılmış olup komşuluk ve mahalle göz ardı edilmiştir. Ayrıca Tebriz kentinde tüketilen enerji miktarının en büyük payını ısıtma ve ikinci sırada -yaz aylarında- soğutma oluşturduğu nedeniyle simülasyon kapsamında, ısıtma ve soğutma için tüketilen enerji miktarı değerlendirilmiş olup elektrikli klima hariç diğer elektrikli ev aletlerinin kullanımı göz ardı edilmiştir. Tebriz ikliminde mimari eleman ve tasarım parametrelerinin enerji tüketim miktarındaki etkisinin analizi için

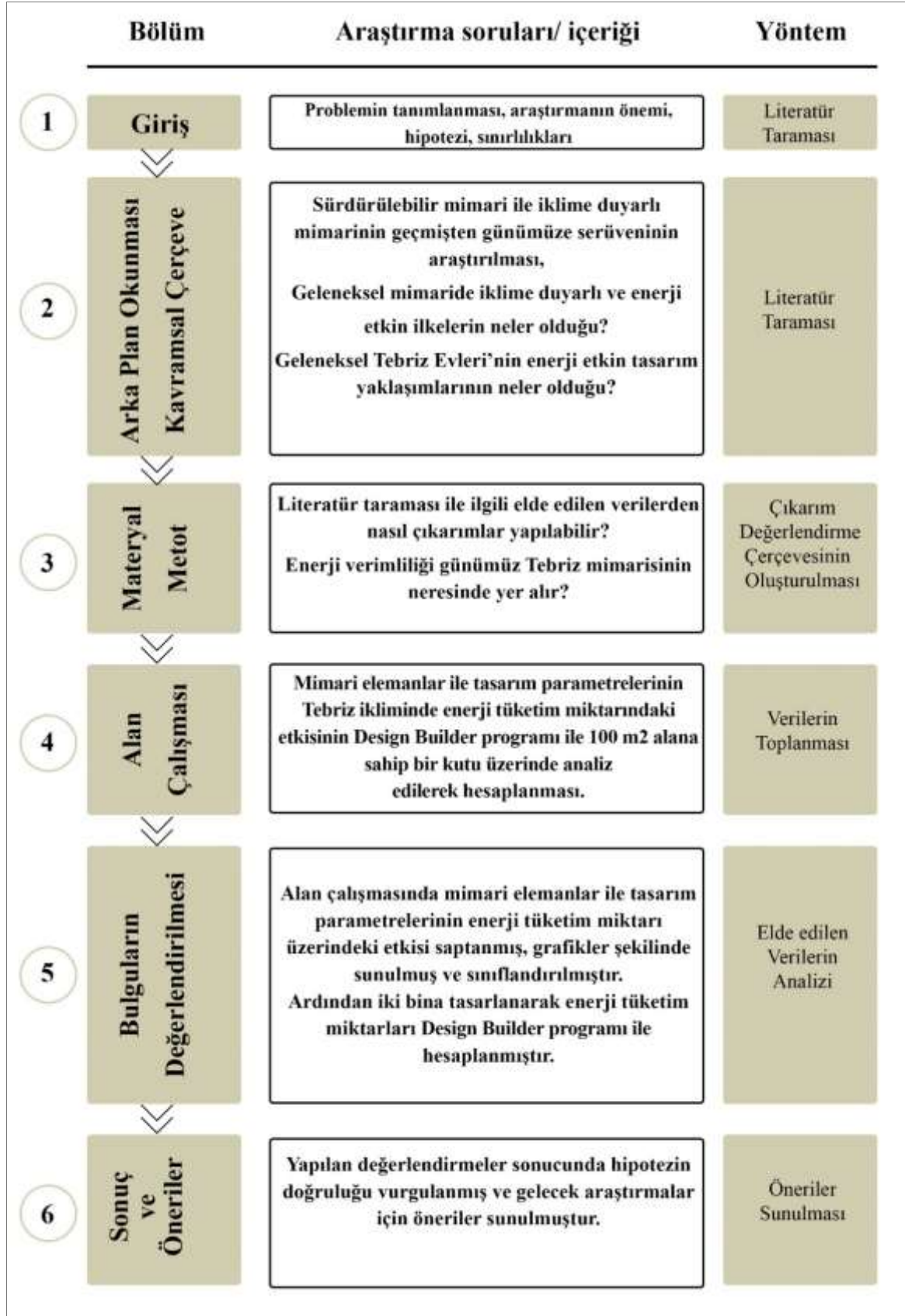
de 100 m^2 alana sahip bir kutu tasarlanarak Design Builder programıyla analizler yapılmıştır. Söz konusu kutuda, pencere boyutları, cepheleri, farklı cephelerdeki kombinasyonları, balkon derinlikleri, kabukta kullanılan yapı malzemeleri, dış cephedeki malzemenin rengi, yalıtım alternatifleri, çatı kombinasyonları, kat sayısı ve yönlendirme gibi parametrelerinin enerji tüketimindeki etkisi araştırılmış, diğer faktörler araştırma kapsamının dışında tutulmuştur.

Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışma kapsamında, konu ile ilgili yapılan alan yazın taramasının ardından geleneksel Tebriz evleri, “enerji etkin tasarım kriterleri” bağlamında incelenmiştir. Ardından elde edilen ilkelerden yola çıkarak Tebriz iklimine uygun yüksek performanslı konut kriterlerini sağlayacak, bölgenin konut ihtiyacı ile uyumlu bir veri tabanı, 100 m^2 alana sahip bir kutu üzerinde enerji simülasyon analizi yapılarak oluşturulmuştur. Bu veri tabanından çekilecek bilgiler ışığında tasarlanmış iki konut yapısının performansı, Design Builder simülasyon uygulamasıyla sınanmış ve söz konusu bölgeye özgün enerji verimli bina tasarım kriterleri sunulmuştur.

Şekil 1.1'de görüldüğü gibi çalışma temel olarak 6 bölümden oluşmaktadır.

- Birinci bölümde; araştırmanın amacı, önemi, hipotezi, sınırlılıkları ve yöntemi açıklanmış,
- İkinci bölümde; sürdürülebilir mimarı ile iklim odaklı mimarinin geçmişten günümüze serüveni incelenerek kavramsal bir çerçeve çizilmiş,
- Üçüncü bölümde; materyal metot detaylandırılmış,
- Dördüncü bölümde, Tebriz ikliminde mimari elemanlar ile tasarım parametrelerinin enerji tüketim miktarındaki etkisi 100 m^2 alana sahip bir kutu üzerinde analiz edilmiştir,
- Beşinci bölümde, verilerin değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular tartışılmış,
- Altıncı bölümde ise, yapılan değerlendirmeler sonucunda araştırma sorusu cevaplanarak gelecekte yapılacak çalışmalar için öneriler sunulmuş ve çalışma tamamlanmıştır.



Şekil 1.1. Tez Akış Şeması



2. LİTERATÜR TARAMASI VE KURAMSAL ALT YAPI

Günümüz toplumlarının birincil ihtiyaçları arasında önemli bir paya sahip olan “enerji” konusu hem ulusal hem de uluslararası politikaların belirleyici bir unsuru haline gelmiştir. Yapılı çevrelerin, birincil enerjinin %40’ından (IEA, 2018) fazla bir oranını kullanıyor olduğu gerçeği bu alanda yapılacak iyileştirmeleri gündeme getirmiş, yapı ölçeğinde alınabilecek önlemler hem sektörel hem de akademik platformlarda tartışılmaya başlanmıştır.

Bu bölümde sürdürülebilir mimarlık, iklimsel tasarım ve iklimin mimarlık üzerindeki etkisi ile mimarlıkta kullanılan pasif sistemler üzerine bir literatür araştırması sunulmuştur. Enerji etkin mimarlık için geleneksel mimari çözümler uygulama örnekleri ile ele alınarak Tebriz örneği üzerinden kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Geleneksel Tebriz evlerinin iklimle uyumlu mimari özellikleri ile ilgili bilgi ve referanslara yer verilerek, soğuk iklim bölgelerindeki geleneksel konut stoğunun enerji tüketimi hakkında yapılan çalışmalar tartışılmıştır. Tezin örneklem bölümünde yapılacak analizler ve değerlendirmeler için gerekli kuramsal çerçeve çizilmiştir.

2.1. Sürdürülebilir Mimarlık

“Sürdürülebilir kalkınma” kavramının gelişiminin ardından “sürdürülebilir mimarlık” ve “sürdürülebilir konut” kavramları da hızlı bir şekilde literatürdeki yerlerini almıştır. Zira mimarlık, konut ve sürdürülebilirlik kavramları doğaları itibarı ile bir arada bulunabilen birbirlerini tamamlayan kavramlardır. Sürdürülebilirliğin ne olduğunu ve neleri içerdiğini tanımlamak ve bunun yanı sıra daha önce böyle bir kavramın kullanılmadığı bir mimarlık ve konut sektöründe sürdürülebilirliğin neden gerekli olduğunu tartışmak konuyu daha geniş bir perspektiften değerlendirmek için önemlidir. Bu nedenle, çalışmanın bundan sonraki bölümünde bu kavramlar detaylı olarak ele alınmıştır.

2.1.1. Sürdürülebilir mimarlığın tanımı, kapsamı ve önemi

20. yüzyılın son yarısından itibaren günümüze kadar olan zaman dilimi “bilim, teknoloji ve sanayi” alanlarında yaşanan gelişmelerin “en yoğun” olduğu dönemler olarak literatüre girmiştir. Bir yandan insanlık için son derece faydalı olabilen bu gelişmeler diğer yandan

çevrenin kirlenmesi, ekolojik dengenin bozulması ve doğal kaynakların yitirilmesine neden olmuştur. Bu durumda yapının hem çevre ile kuracağı uzun süreli bir etkileşimin en az zararlı olabilmesi hem de yapımından yıkımına kadar tüm ömrü boyunca enerji tüketimi bağlamında etkin olabilmesi konusunda “*sürdürülebilir mimarlık*” yaklaşımları gündeme gelmiş ve mimarlar sürdürülebilir çevreler tasarlamak ve üretmek konusunda bir sorumluluk üstlenmiştir. Sürdürülebilir mimarlık kavramını ele almadan önce “sürdürülebilirlik” kavramının ne olduğunu incelemek konunun doğru terminolojiler ile anlaşılmasını sağlayacaktır. Sürdürülebilirlik Latince bir terim olan “*subtenir*” kökünden gelmekte ve İngilizce’de “*sustainability*” olarak kullanılmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramına ilişkin literatürde çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Beatley’e göre sürdürülebilirlik kavramının belirli bir evrensel tanımı yoktur (Beatley, 1995). Bunun yanı sıra Phillis de bu kavramın, belirli bir bilimsel tanımı ve kesin ölçümleri olmadığını yazmıştır (Phillis, 2001).

Sözlük anlamlarına bakıldığında Webster Uluslararası Sözlüğü “sürdürmek; güçlendirmek ve uzun süre veya kesintisiz devam etmek” “sürdürülebilirlik; bir kaynağın, tüketilmemesi, kalıcı zarar görmemesi ve sonsuza kadar yok edilmemesi için kaynağın işlenme veya kullanılma yöntemi” olarak vermektedir. Oxford İngilizce Sözlüğü “sürdürmek; bir şeyin zaman içinde veya sürekli olarak devam etmesini sağlamaktır, “sürdürülebilirlik, endüstriyel veya kalkınma alanlarında doğal kaynakların tükenmesinden kaçınmak” olarak tariflemektedir. TDK ise “sürdürmek” sözcüğünü; “devam ettirmek veya bir durumun, bir şeyin sürmesini, olmasını sağlamak” şeklinde ifade etmektedir.

Hoşkara sürdürülebilirliği, ülkelerin var olan ekonomilerinin, enerji kaynaklarının, teknolojinin, üretimin ve hatta mimari tasarım boyutunun en önemli faktörü olarak ifade ederken, Bartelmus sadece günümüz insanların temel gereksinimlerini değil aynı zamanda gelecek nesillerin de temel gereksinimlerini en iyi şekilde karşılanmasının önemini vurgulamıştır (Hoşkara, 2007; Bartelmus, 2002:60).

Ruckelshaus sürdürülebilirliği; “ekolojinin en geniş sınırları içinde ekonomik büyümenin ve kalkınmanın karşılıklı etkileşim ile sağlanacağı ve zaman içinde korunacağı” faktör olarak tanımlamaktadır (Ruckelshaus, 1989). Gilman sosyal yaşam içinde yer alan ekosistemin ya da diğer aktif sistemlerin kaynaklarını tüketmeden gelecekte de bu kaynakların işlevlerini sürdürmesinin gerekliliğini öne sürmüştür (Gilman, 1992). Osso, Walsh ve Gottfried sürdürülebilirliği sadece doğal çevreyi baz almadan aynı zamanda insanoğlunun kullandığı

ve yeryüzünde bulunan bütün kaynakların sürdürülebiliyor olması gerekir olduğunu yazmıştır (Osso, Walsh ve Gottfried, 1996) . Yani mevcut olan yapay ve doğal çevrenin, korunmasının yanında devamlılığın sağlanması gerektiğini vurgulamışlardır. Bauen, Baker ve Johnson ise sürdürülebilirlik kavramını toplumsal canlılığı desteklemek, ekonomik, çevresel ve toplumsal sağlıkla ilgili olduğunu ve bu sağlıklı bireylerin daha çok yetiştirilmesi ve bu döngünün devam ettirilmesi gerektiğini düşünmüşlerdir (Bauen, Baker ve Johnson, 1996:84).

Sürdürülebilirlik kavramı, 1972 yılında Stockholm’de düzenlenen İnsan ve Çevre başlığı altında yer alan konferansta ele alınmıştır. Resmi olarak da 1987 yılında Norveç Başbakanı olan Gro Harlem Brundtland başkanlık döneminde “Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED)” tarafından yayınlanmış ve daha sonra “Brundtland Raporu”nda ele alınmıştır. Brundtland Raporu’nda sürdürülebilirlik; gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüz gereksinimlerini karşılamayı hedefleyen bir dünya görüşü olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilirlik üzerine yazılan tanımların ortak noktasının “doğal ve yenilenebilir kaynakların doğaya zarar vermeden veya çevreyi etkilemeden, çevreye daha fazla saygı göstererek yaşama ve inşa etme” olduğunu görmek mümkündür.

Sürdürülebilirlik; birçok kaynakta çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik olarak 3 temel boyutta ele alınmıştır. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi çevresel sürdürülebilirlik, gelecek kuşaklar için ekosistem bileşenlerinin ve işlevlerinin uzun vadeli bir bakımı ve fiziksel çevrede değer verilen nitelikleri koruyabilme yeteneğidir. Sürdürülebilirliğin çevresel boyutunun amacı; insan hayatını, doğal çevrenin insanlar ve diğer türler için yaşam koşullarını sürdürmesi gereken yetenekleri, yenilenebilir kaynaklara güvenmeyi, toplumun işleyişi ve çevrenin yaşanabilirlik ve estetik kalitesini herkes için sürdürmektir. Ayrıca çevresel sürdürülebilirlik; doğal kaynakların kullanımının azaltılması, geri dönüşüm yaklaşımının benimsenmesi, tükenebilir kaynaklar yerine yenilenebilir kaynakların kullanılması, toksik maddelerin üretimini ortadan kaldırmak için üretim süreçlerinin ve ürünlerin yeniden tasarlanması, doğal çevrenin, doğal varlıkların ve yaşam alanlarının korunması gibi bazı eylemler içermektedir. Çevresel sürdürülebilirlik hem doğal çevre hem de yapay çevre ile ilgilenir. Dolayısıyla çevreye yönelik sürdürülebilir yaklaşım; ister doğal çevreyi ister yapay çevreyi içinde yaşadığımız bağlamın önemli parçaları olarak değerlendirmektedir (Al-Zubaidi, 2007).

Bunların yanı sıra, çevresel sürdürülebilirlik boyutları şu alanlarda şekillendirilebilir: kaynak verimliliği, enerji verimliliği, alanın korunması, çevrenin korunması, iç mekân hava kalitesi, su arıtma ve atık yönetimi. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, insani gelişme faaliyetlerinin özenle dengelenmesini, öngörebilir ve düzenli olarak kaynak sağlayan istikrarlı bir çevrenin korunmasını gerektirir. Ayrıca bu sürdürülebilirliğin sağlanması toplumların ve vatandaşların biyolojik çeşitliliği yönetme şekillerinde ve üretim ile tüketim süreçlerinde de önemli değişiklikler gerektirir. Çevre sorunlarının altında yatan nedenleri ele almak için yerel, ulusal, bölgesel ve küresel düzeylerde çevre yönetimi ve yapısal değişikliklere doğrudan yatırım yapılması gerekmektedir (Melnick, McNeely ve Navarro, 2005:1) .

Bir toplumun sürdürülebilir olması için, insanların temel ihtiyaçları karşılanmalıdır. Sosyal açıdan sürdürülebilir bir toplum, kendi kaynaklarını sürdürme ve geliştirme becerisine sahip olmalı aynı zamanda gelecekte sorunları önleme ve / veya ele alma konusunda esnekliğe sahip olmalıdır. Sosyal sürdürülebilirliği (ve aslında ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği) oluşturmak için mevcut olan iki tür kaynak vardır; bireysel kapasite ve toplumsal kapasite. Bir toplum, insanlar ve onların yaşadıkları yerlerden oluştuğu için fiziksel bir çevre olmasının yanı sıra sosyal bir ortamdır. Bu nedenle toplum sadece çevresel sürdürülebilir olmakla kalmamalı, aynı zamanda sosyal olarak da sürdürülebilir olmalıdır (Hancock, 1993).

Bireysel kapasite, bireylerin kendi refahlarına ve bir bütün olarak toplumun refahına katkıda bulunabilecek nitelikleri ve kaynakları ifade eder. Bu kaynaklar eğitimi, beceriyi, sağlığı, değerleri ve yöneticiliği içerir. Toplumsal kapasite ise, yaşam kalitesini yükseltmek ve bu tür gelişmelerin sürdürülebilir olmasını sağlamak için yapılan toplu eylemleri kolaylaştıran ilişkiler, sosyal ağlar ve normlar olarak tanımlanır. Etkili ve sürdürülebilir olmak için, bireysel ve toplumsal kaynakların geliştirilmesi ve kullanılması gerekmektedir (Gates ve Lee, 2005).

Trevor Hancock, sosyal sürdürülebilirliğin boyutlarını şu şekilde tanımlamıştır:

- Beslenme, barınma, eğitim, iş, gelir, güvenli yaşam ve çalışma koşulları için temel ihtiyaçları karşılar;
- Adildir; kalkınmanın faydalarının toplum içinde adil bir şekilde dağılmasını sağlar;

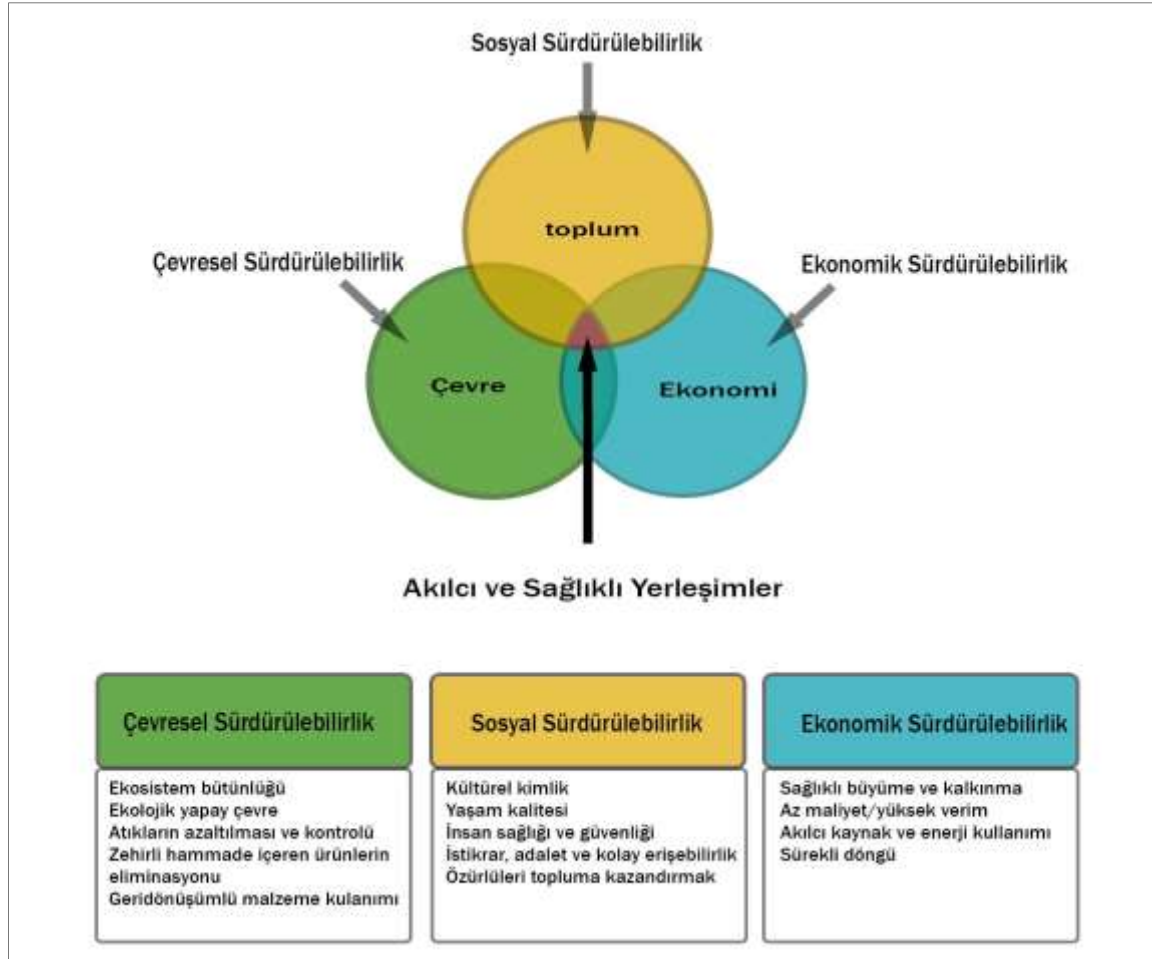
- Nüfusun fiziksel, zihinsel ve sosyal refahını artırır veya en azından azaltmaz;
- Eğitimi, yaratıcılığı ve toplumda bireylerin potansiyelinin geliştirilmesini destekler;
- Toplumun kültürel ve biyolojik mirasını koruyarak tarihine ve çevresine bağlılık duygusunu güçlendirir;
- Uyumlu bir şekilde yaşayan ve birbirlerini karşılıklı olarak destekleyen insanlar ile şenliği teşvik eder;
- Demokratiktir, vatandaşların katılımını ve ilgilenmesini destekler;
- Yaşanabilir, "kentin halka açık yerleri ile sakinlerinin sosyal, duygusal ve fiziksel refahı arasında bağlantı kurmaktadır" (Hancock, 1993).

Uygun bir çevrede yaşamak, sosyal sürdürülebilirliğin önemli bir konusudur. Birleşmiş Milletler İstanbul Deklarasyonu (1996) günümüz için büyük insan gündemini "ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevre koruma" olarak ifade etmektedir. Bildirge, kentleşen bir dünyada sürdürülebilir insan yerleşmelerinde herkese barınma sağlanması gerektiği beklentisini ortaya koymaktadır. Barınak sağlamak, her insanın konut satın alınabilirliği hakkına sahip olduğunu ifade eder. Ayrıca konut maliyetlerinin gıda, giyim, ulaşım, tıbbi bakım ve eğitim gibi diğer temel ihtiyaçları karşılamak için yeterli miktarda gelir bırakmasını da göz önünde bulundurur (Fox, 2000: 27). Sürdürülebilirliğin boyutları Şekil 2.1'de gösterildiği gibidir.

Sürdürülebilirliğin sosyal boyutu genellikle; topluma fiziksel ve psikolojik ihtiyaçlar için “Doygunluk” sağlamak, “Kültürel Kimlik” i korumak ve “Yaşam Kalitesi” ile ilgilidir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik, toplumda herkes için güvenliğin ve eşitliğin sağlanması ile birlikte bireylerin yeteneklerinin güçlendirilmesini destekler.

Sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için ekonomilerin mekanizmalarının değiştirilmesi önem taşımaktadır. 1992 BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda sürdürülebilir kalkınma hakkındaki uluslararası tartışmalarda tüketim ve üretim modelleri ön plana çıkmıştır. Sürdürülebilir ekonomiye yönelik dünya eğilimi, kaynakların rasyonel kullanımı veya sürdürülebilir tüketim olarak adlandırılmaktadır. 1994'teki Oslo Sempozyumu, sürdürülebilir tüketimi “...gelecek kuşakların gereksinimlerini tehlikeye atmamak için doğal kaynakların, toksik maddelerin, atık ve kirletici emisyonlarının yaşam döngüsü boyunca kullanımını en aza indirmek aynı zamanda temel gereksinimleri karşılayan ve daha iyi bir

yaşam kalitesi getiren mal ve hizmetlerin kullanımı” olarak tanımlamıştır (Al-Zubaidi, 2007).



Şekil 2.1. Çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirlik daha çok sağlıklı büyüme, gelişme, az maliyet ile yüksek verimlilik ve kaynak (malzeme ve enerji) girdisinin azaltılması ile ilgilidir. Sanayileşme ve nüfus artışı ise sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği zorlayan etkidir (Al-Zubaidi, 2007).

Elkington, sürdürülebilirliğe ulaşmak için her üç sürdürülebilirliğin en azından temel bir düzeyde aynı anda elde etmesi gerektiğini, istenen düzeyde de çevresel, sosyal veya ekonomik sürdürülebilirliğe ayrı ayrı ulaşmanın mümkün olamayacağını ifade etmektedir (Elkington, 1999:75, aktaran Al-Zubaidi, 2007:33). Sürdürülebilirliğin sağlanması; çevrenin korunması, sosyal ilerleme ve ekonomik büyüme arasında bir denge kurulmasını gerektirir (Glass, 2002).

Sürdürülebilirlik kavramı doğrultusunda, yaşam sürecinde ekolojik sorunlarla karşılaşmamak adına sürdürülebilir mimarlık devreye girmektedir. Sürdürülebilir mimarlık kavramına ilişkin literatürde çeşitli tanım ve açıklamalar yapılmıştır. Örneğin, Sev sürdürülebilir mimarlığı, “gelecek kuşakları düşünerek hem yenilebilir enerji kaynaklarını kullanmaya öncelik veren hem de doğal çevre, enerji, su ve malzemeleri yapılarda etkin bir biçimde kullanan bir düşünce” olarak tanımlamıştır. Bunların yanı sıra insanların sağlık, konfor ve güvenliğine özen gösteren bir kavram olduğunu da yazmıştır. Ayrıca Sev, sürdürülebilir mimarlığın yapım ve tasarım ekibini; “kullanıcı, işletmeci, yerel yönetim, yatırımcı, mimar, mühendis, yapım yöneticisi, yüklenici, danışmanlar, malzeme üreticiler” olarak sıralamıştır (Sev, 2009).

Arsan ise sürdürülebilir mimarlık kavramını, “kendinden önceki mimari yaklaşımları kapsayan, küresel çevre sorunları ve gelişme problemlerine çözüm üreten, morfolojik özelliklerin yanı sıra, yörenin toplumsal, kültürel ve ekonomik altyapısına bulunduğu katkıyla da çevreye duyarlı, bütüncül, stratejik ve planlı bir yapılaşma şekli” olarak tanımlamıştır (Arsan, 2008). Capeluto ve Shaviv sürdürülebilir mimarlığın gerek çevreye zarar vermemekle gerekse zarar oranını en aza indirmekle çevreye duyarlı bir mimarlık olduğunu belirtmiştir. Ayrıca hem enerjiyi etkin bir biçimde kullanan hem de insanlara konforlu ve güvenli yapılar sunan bir mimarlık olarak tanımlamıştır (Capeluto ve Shaviv, 2001).

Zapata sürdürülebilir bir yapıyı, “çevreyi etkileyecek ve etkilenebilecek olan yapı sürecinin tüm yönlerini inceleyen yapı tasarımı ve yapımın bileşimi” olarak tanımlarken, Yeang sürdürülebilir mimarlığı ekolojik tasarım olarak ele almıştır. Bu kavramı; “yaşam döngüsünün biyosferdeki ekolojik sistemleri ile uyum içinde olan bir mimari” olarak tanımlamıştır. Yeang sadece kullanılan malzeme ve enerjinin çevreye az zarar vermesi şeklinde uygulanmasının gerektiğini değil kaynaktan yapıdaki en küçük detaya kadar ekolojik sistemle uyumlu olması gerektiği düşüncesine sahiptir (Zapata, 2009; Yeang, 2016).

Foster'in bu konudaki düşüncesi ise, olabildiğince az kaynakla daha çok iş üretebilmenin sürdürülebilir olduğu yönündedir. Diğer bir ifade ile küresel ısınmaya sebep olan her türlü zararlı kaynağın en aza indirilmesi önemlidir. Bu zararlı kaynaklar çevre koşullarına ve yaşam kalitemize olumsuz etki ettiği için bu kaynakların az kullanımını, sürdürülebilir mimarlığın en önemli adımı olarak belirtmiştir. Ayrıca uzun ömürlü olma sürdürülebilirliğin

kriterlerinden biridir. Bu kriter doğru zamanda az kaynakla iyileştirilirse mimarlık alanında daha gerçekçi ve başarılı hedeflere ulaşılabilir (Foster, 2001).

Kibert (1994) sürdürülebilir inşaat konulu bir uluslararası konferansta, sürdürülebilir mimarlığı “...*kaynak verimli yöntemler ve ekolojik temelli ilkeler kullanılarak sağlıklı bir yapıyı çevre elde etmek* ” şeklinde tanımlamıştır (aktaran Memon, Rahman, Nagapan ve Latif, 2012) . Sürdürülebilir Mimarlığının temel ilkeleri ise; yenilenemez kaynak tüketimi ile çevreye verilen ekolojik zararları en aza indirmek ve doğal çevre koşullarını iyileştirmek olarak tanımlanmaktadır (Stubbs, 2008:3-4).

Kim ve Rigdon sürdürülebilir tasarımın temel amacını çevresel, ekonomik ve sosyal yönler arasında uzlaşma sağlayan bir tasarım çözümü bulmak olarak tanımlamıştır. Ayrıca sürdürülebilir bina tasarımı ile ilgili “Kaynakların Ekonomisi”, “Yaşam Döngüsü Tasarımı” ve “İnsancıl Tasarım” başta olmak üzere üç ana ilkedden oluşan kavramsal bir çerçeve de önermiştir. Kaynakların ekonomisi; bir bina inşa etmek için gereken enerjinin, suyun ve malzemelerin korunmasına odaklanır. Yaşam döngüsü tasarımı; bir bina projesinin inşaat öncesi, inşaat sırası ve inşaat sonrası aşamalarına özen gösterme gereksinimini vurgulamaktadır. İnsancıl tasarım ise; bir binanın yerel ekosistem, kentsel tasarım ve alan planlaması üzerindeki etkisini en aza indirirken insan konforunu da destekleyen tasarımlara duyulan ihtiyacı vurgular (Kim ve Rigdon, 1998:9-15) .

Sürdürülebilir mimari tasarım, insanların doğal çevre üzerindeki yan etkilerini önemli ölçüde azaltır, yaşam kalitesini ve ekonomik refahı ise artırır (Ozorhon ve Ozorhon, 2014). Stauskis sürdürülebilir mimarlığın çevreye, ekonomiye ve insan konforuna odaklandığını ve üç bölümden oluştuğunu yazmıştır; (1) Sosyal yön: tasarım ve inşaat yeniliklerini uygulayarak kullanıcının farkındalığını artırır. (2) Enerji verimliliği, yapı malzemeleri, iletişim ve atık gibi teknik- ekonomik yön. (3) Çevresel yön: saha ekolojisi, su kullanımı ve çevre kirliliği (Stauskis, 2013).

Tobias; bina formundan başlayarak malzeme seçimi, ısıtma, soğutma, havalandırma, gün ışığı ve su koruması gibi sürdürülebilir tasarım yöntemlerinin çevre üzerinde birçok olumlu etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla enerji, su ve işletme maliyetlerinin tasarrufu gibi faydaların ve bunların yanı sıra ekonomik, sosyal ve çevresel refah için katkıda bulunan ürünler ve sistemlerin oluşturulduğunun da altını çizmiştir. İçme suyu tüketiminin

azaltılması ve su kalitesinin korunması sürdürülebilirliğin amaçlarından biridir. Artan dünya nüfusu ve su talepleri, su kaynaklarını hızlıca tüketiyor. Ayrıca hava değişiklikleri, dünyanın birçok yerinde suyun kullanılabilirliğini etkiler. Bu bağlamda; su koruma programları, su sistemlerinin pahalı altyapı projelerini azaltmasına yardımcı olur. Yeni su kaynaklarının geliştirilmesi, kapasiteyi artırmak için yeni arıtma tesislerinin inşa edilmesi ve altyapının genişletilmesi de bu anlamda önem taşımaktadır (Tobias, 2009).

Palich ise sürdürülebilir tasarımın amaçlarını; yenilenemez kaynakların kullanımını ve katı atık üretimini azaltmak, hava, toprak ve su kirliliğini önlemek, sağlıklı iç mekân yaratmak ve ekolojik sistemi korumak olarak tanımlamıştır (Palich, 2013:11). Bir yapının çevre ile uzun süreli etkileşimi göz önünde bulundurulduğunda, yapının çevreye daha fazla saygı göstermesi; çevrenin kirlenmesi, ekolojik dengenin bozulması ve doğal kaynakların tüketilmesine karşı ne kadar duyarlı olması gerektiği görülebilir.

Sürdürülebilirlik kavramının yanı sıra sürdürülebilir konut kavramının da literatürde yer alması mimarların bu konuda yükümlülük almasına ve konutun sürdürülebilirliği üzerinde yapılan tartışmalara yol açmıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde ise sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir konut kavramı daha detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

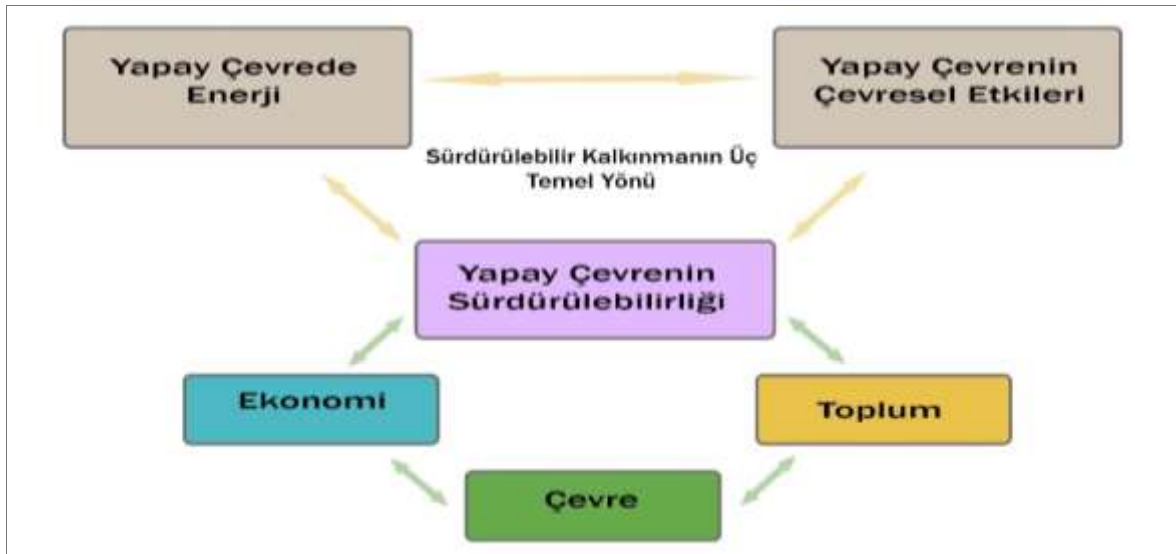
2.1.2. Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir konut

Brundtland (1987) sürdürülebilir kalkınmayı "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüzün ihtiyaçlarını karşılayan gelişme" olarak tanımlamıştır. Bu tanım, belirsiz olduğu ve farklı yorumlara yol açabileceği yönünde bazı eleştirilere maruz kalmasına rağmen dünya çapında kabul görülmüştür (Barros Gomes, 2003). Örneğin, Rio Dünya Zirvesi'ne katılan 183 devlet Brundtland Raporu tarafından verilen sürdürülebilir kalkınma tanımını benimsemiş ve "İnsanlık, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden, günümüzün ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir." şeklinde ifade etmiştir (Brundtland, 1987). Emhemed de aynı tanıma kullanmış ve Sherlock Brundtland tanımını; "Sürdürülebilirlik, şimdi gelecekteki hayatı tehdit etmeyecek şekilde yaşamak anlamına geliyor." olarak tanımlamıştır (Emhemed, 2005; Sherlock, 1991).

Robinson sürdürülebilir kalkınmanın birçok tanımı olmasına rağmen bu kavramı temiz hava, ulaşım, temiz su, konut, beslenme, meslek, enerji, atık, saha kullanımı ve sağlık açısından yararlı bir şekilde düşünebileceğimizi öne sürmüştür (Robinson, 2001).

Birçok kaynak sürdürülebilir kalkınmayı; sosyal, çevresel ve ekonomik kalkınma olarak üç boyutta ele almış. Kalkınmanın temel unsurunu ise bu üç boyut arasında uyum sağlaması olduğunu belirtmiştir. Berke'ye göre sürdürülebilir kalkınma; çevresel, ekonomik ve sosyal faktörler arasındaki ilişkinin ve bağlılığının bir sonucu olarak hem şimdiki kuşaklara hem de gelecek kuşaklara fayda sağlayacak uygulamalar ve eylemlerle sonuçlanır (Berke, 2002). Ross ise bu kavramın, farkındalığın artması nedeniyle kaynakların verimliliğine ve çevre güvenliğine duyulan bir ihtiyaca dönüştüğünü vurgulamıştır (Ross, 2005). Ancak Evans (2007) belirtilen bu boyutların, sürdürülebilir kalkınmanın sadece üç temel yönlerinden biri olduğunun düşüncesine sahiptir. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi, Evans sürdürülebilir kalkınmanın temel yönlerini:

- Yapay çevrede enerji; ulusal ve uluslararası ölçekte, enerjinin ve yenilenemez kaynaklara bağımlılığın azaltılmasının önemi;
- Yerel, bölgesel ve dünya ölçeğinde enerji kullanımından kaynaklanan yapay çevrenin çevresel etkileri;
- Ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları da içeren yapay çevrenin sürdürülebilirliği; şekilde sıralamıştır (Evans, 2007).



Şekil 2.2. Sürdürülebilir kalkınmanın temel yönleri (Evans, 2007'den uyarlanarak yazar tarafından çizilmiştir)

Sürdürülebilir Konut Forumu sürdürülebilir kalkınmayı aşağıdaki kazanımlar için “tasarlanmış ve inşa edilmiş” olarak tanımlar;

- Çevrenin küresel ve yerel olarak korunmasıyla yaşam destek sistemlerini günümüz ve gelecek nesiller için korumak;
- Günümüzde ve gelecekte tüm insanların, biyo-çeşitliliği, ekosistemleri ve dünyanın yaşam destek sistemlerini aynı anda koruyan ve geliştiren yollarla sosyal eşitlik ve çevresel adalet de dahil olmak üzere ekonomik ve sosyal amaçlara ulaşarak yaşam kalitelerini iyileştirmelerini sağlamak, özellikle:
 - Küresel ısınma emisyonlarını azaltarak;
 - Enerji verimliliğini artırarak;
 - Doğal kaynakların tüketimini azaltarak, yenilenebilir alternatifler kullanarak ve atığı en aza indirerek (Sustainable Housing Forum, 2003: 6) .

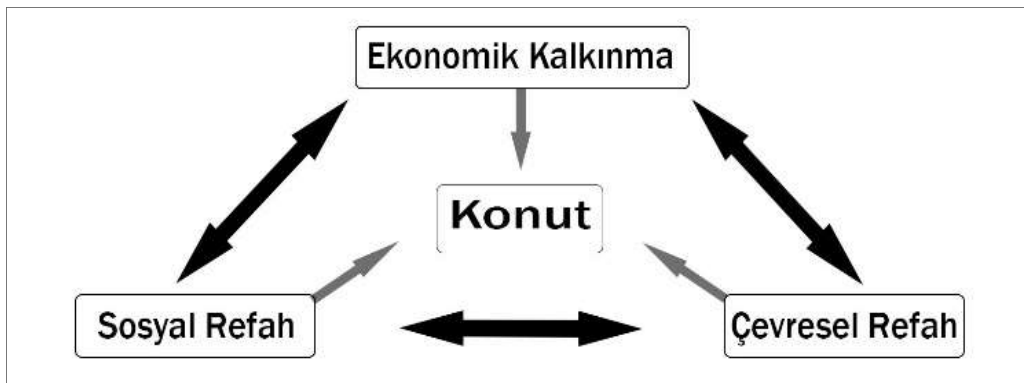
Sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin desteklenmesi, konut sektörü de dahil olmak üzere birçok sektörün ekonomik, sosyal ve çevresel performans arasındaki dengeyi sağlamak amacıyla sürdürülebilir uygulamaya yönelik vizyonunu ve misyonunu şekillendirmektedir. Brundtland Raporunun yayınlanmasının ardından inşaat sektöründe sürdürülebilir konut geliştirme için bir çerçeve ortaya çıkmıştır. Çerçeveye dayanarak, sürdürülebilir konut geliştirme; insanın doğal çevre ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca konut, sürdürülebilir kalkınma gerekliliklerinin yanı sıra yüksek düzeyde insan ihtiyaçlarını da karşılama yeteneğine sahip bir sektör olarak kabul edilmektedir.

Colvin, konutun genel fayda ve kullanımını tartışmış ve genel olarak konutun barınak, güvenli bir sığınak ve dinlenme yeri olmakla beraber yemek, uyku ve konfor gibi yaşam şartlarının da kolayca erişilebilir bir yer olduğunu belirtmiştir. Ayrıca imkânsız olmasa bile uygun konut olmadan; eğitim, çalışma veya sağlığın korunması gibi hayatta daha lüks olanaklar elde etmenin zor olduğunu da eklemiştir (Colvin, 2006:23-26). Oktay ise, konutun sadece barınma ihtiyacını karşılamakla kalmayıp aynı zamanda sürdürülebilirlik için diğer gereksinimleri de karşılamasını düşünür (Oktay, 2002).

Roaf, Crichton ve Nicol sürdürülebilir bir evi (eko-ev) saha, toplum, iklim, bölge ve gezegene yakından bağlı olan bir ev olarak tanımlamıştır (Roaf, Crichton ve Nicol, 2009:

194). Sürdürülebilir konut, sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası olan konut olarak da ifade edilmektedir. Pett sürdürülebilir konut kavramını, sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uymayı amaçlayan bir konut türü olarak tanımlar (Pett, 2004). Miller ve ise sürdürülebilir konut araştırmalarının odak noktasının enerji girdilerinin değerlendirilmesi ve enerji verimliliğin uygulanması olduğunu ifade etmiştir (Miller ve Buys, 2013).

Bunun yanı sıra sürdürülebilir konut araştırmalarının odak noktasında iklimsel ve kültürel bağlamlar da bulunmaktadır (Miller ve Buys, 2013). Edwards ve Turret uygun bir konutun; kişisel refah ve sağlık, sosyal uyum ve bağımsızlık için önemli olduğunu ifade eder (Edwards ve Turrent, 2013). Chiu'ya göre, sürdürülebilir konut geliştirme, gelecek kuşakların yeteneğinden ödün vermeden günümüz kuşakların barınma gereksinimlerini karşılayan ve konut koşullarını iyileştiren yaklaşımlar benimsenmelidir. Ayrıca Chiu sürdürülebilir konutları çevresel, ekonomik ve sosyo-kültürel olarak 3 boyutta ele almıştır. Chiu'ya göre konutun ekonomik sürdürülebilirliği, konut üretim süreçlerinin mevcut ve gelecekteki konut arz ve taleplerini karşılamak için ne ölçüde sürdürülebileceğidir. Konutun çevresel sürdürülebilirliği ise; konut faaliyetlerinin çevresel etkisinin ne ölçüde azaltıldığı, böylece doğal çevrenin taşıma kapasitesindeki seviyelere uyulması ve ortamın çevresel kalitesinin sağlıklı yaşam sağlamak için iyileştirilmesidir. Konutun sosyo-kültürel sürdürülebilirliğini de sosyal ve kültürel değerlerin ve uygulamaların çevreye duyarlı konutları desteklemesi, kabul edilebilir konutların mevcut ve uygun fiyatlı olması ayrıca konutların sosyal refah ve kültürel gelişmeye katkıda bulunması olarak tanımlamıştır (Chiu, 2012). Şekil 2.3'de görüldüğü gibi Edwards ve Turret de bir aile birimi olarak evin; ekonomik kalkınma, sosyal refah ve çevresel refah olmak üzere üç farklı stratejiye hitap etmesini belirtmektedir (Edwards ve Turrent, 2013).



Şekil 2.3. Sürdürülebilir konut stratejisi (Edwards ve Turrent, 2013'ten uyarlanarak yazar tarafından çizilmiştir)

Konut, küresel ve sosyal uyum üzerinde diğer bina türlerinden daha fazla etkiye sahiptir (Emhemed, 2005). Herhangi bir toplumda sürdürülebilir konut elde etmek için hem mimariye hem de kentsel tasarıma merkezi bir rol verilmelidir. Edwards ve Turret (2013) gibi sürdürülebilir konutların önemini belirten birçok yazar, "... çevre ile uyum içinde yaşamak, üçüncü binyılda ev ve kent tasarımının önemli bir bileşeni haline gelmiştir" düşüncesini öne sürer. Hilary Armstronga (2001); "herkes uygun bir konuta sahip olabilirse ve konut sosyal uyumu, refahı ve bağımsızlığı yükseltirse konut sürdürülebilirdir" düşüncesine sahiptir. Edwards ve Hyett'e (2013) göre "...sürdürülebilir konutlar; enerji, su, toprak, malzeme vb. kaynakları verimli kullanan sürdürülebilir topluluklar yaratır". Sürdürülebilir konutlar fiziksel, sosyal ve kültürel faktörleri aynı anda ele alır. Sürdürülebilir konut projelerinin olması gerektiği ölçütleri ise şu şekilde sıralanmıştır:

- Enerji tasarruflu;
- Su başta olmak üzere diğer kaynakların da etkin kullanımı;
- Sağlam ve varlığını sürdürebilen topluluklar oluşturmak için tasarlanır;
- Uzun ömür için tasarlanır;
- Yaşam tarzı ve kullanım süresinde esneklik için tasarlanır;
- Geri dönüşümü en üst düzeye çıkarmak için tasarlanır;
- Sağlıklı;
- Ekolojik ilkeleri benimsemek için tasarlanır (Aktaran Edwards ve Turrent, 2013; Edwards ve Hyett, 2001).

Gilkinson ve Sexton'a göre; sürdürülebilir konut, çevreye duyarlı ve toplum temelli uygulamaları da içeren uygun fiyatlı bir konut türüdür. Daha iyi yapı malzemeleri ve çevresel tasarımlar seçerek evlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya çalışır (Gilkinson ve Sexton, 2007) . Lovell ise sürdürülebilir konutu; enerji tasarruflu veya düşük karbonlu konut olarak tanımlamıştır (Lovell, 2004).

Sürdürülebilir konut, çevre üzerindeki genel etkiyi azaltır. Ayrıca çeşitli sürdürülebilir yöntemler kullanarak enerji ve maliyet tasarrufu da sağlar. Sürdürülebilir binaların, enerji tüketiminde yaklaşık %30, su tüketiminde %30 ila %50 ve masrafların %50 ila %90 oranında tasarruf sağladığı yazılmıştır (Surf ve Saied, 2014) . Bu da inşaat sektörünün bu konuda önemini göstermektedir. Ancak insanlar sadece enerji verimliliğine değil aynı zamanda çevre duyarlılığına da önem vermelidir.

Bu bağlamda, sürdürülebilir yöntemlerinin yararlarını Al-Rimmawi ve Surinder tartışmış ve şu şekilde özetlemiştir:

- Enerji tasarrufu sağlar ve kaynakları korur (su ve diğer doğal kaynaklar);
- Çevre kirliliği, atık ve çevresel bozulmayı azaltır;
- Konforlu ve sağlıklı yaşam ortamlarının uygulanmasını sağlar (Al-Rimmawi ve Surinder, 2007).

Yapay çevrenin, çevresel değişimlerin bazılarında sorumlu olduğu ve büyük bir kaynak tüketicisi haline gelmesi birçok kaynak tarafından tartışılmıştır. Sürdürülebilir konut geliştirme, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama gereksinimlerinden ödün vermeden mevcut neslin ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Karşılanması gereken bu ihtiyaç, insanların yaşam kalitesine ve kültürel gereksinimlerine de özen göstermelidir.

Yapay çevre iklim ile de oldukça ilişkilidir. Dolayısıyla iklim binanın performansı ve enerji tüketimi üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Enerji tüketimini azaltmak, yenilenebilir kaynakları kullanmak, konforlu, sağlıklı sürdürülebilir yaşam alanları sağlamak ve iklime duyarlı olmak sürdürülebilir bina tasarımının hedeflerindendir. İklimi ve iklimin yaşam üzerindeki etkilerini anlamak, daha az enerji ve daha sürdürülebilir bir geleceğin tasarımı için gereklidir. Ayrıca iklimin düşünülerek nasıl tasarlanacağı ile ilgili mevcut anlayış da bir sonraki bölümde tartışılmıştır.

2.2. İklimsel Tasarım

İklim hem kentsel yapıların oluşumunda hem de mimaride önemli bir faktördür. Tarih boyunca iklim ve çevresel faktörler, tasarım sürecinin en önemli unsurlarından biri olmuştur. Geçmişten günümüze dek insanlar iklimsel tasarım stratejilerini kullanmaktadırlar. İnsanın iklime duyarlı tasarıma eğilimi, onu iklim koşulları temelinde uygun bir yaşam ortamı ve mimari sağlamaya motive eder. İklim, kentlerin kentsel yapısına ve mimari biçimine mantıklı bir şekil vermede ana rolü oynamaktadır. İnsanoğlu iklim koşullarından korunmak veya yararlanmak için bazı çözümler de bulmuştur. İklimin mimari üzerindeki etkisini daha geniş bir perspektiften değerlendirmek için çalışmanın bu bölümünde iklim, dünya iklimsel bölgeleri ve ardından mimarlık sektörü ile iklim ilişkisi detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2.2.1. İklimin tanımı ve iklimsel bölgeler

Genel olarak “hava durumunun”, belirli bir yer ve zamanda geçerli olan atmosferik koşullar kümesi olduğu ve “iklimin” belirli bir yerin tipik hava koşullarının zaman içindeki entegrasyonu olduğu varsayılır (Docherty ve Szokolay, 1999: 4). Oxford Uluslararası Sözlüğü “iklimi” “belirli bir yerin hava koşullarının düzenli modeli” olarak tarif etmektedir. TDK ise “...yeryüzünün herhangi bir yerinde hava olaylarına bağlı olarak gerçekleşen etkileri uzun yılların ortalamasına dayanan durumu” şeklinde ifade etmektedir. Birçok kaynak iklimi; bir bölgenin tipik ortalama hava koşullarının belirli bir süre boyunca (yaklaşık 30 yıl) görülmesi olarak tanımlamıştır (Koemgsberger, Ingersoll, Mayhew ve Szokolay, 1974:24). İklim, uzun bir süre boyunca genel hava koşullarının ve bir bölgenin tanımlanmasına yardımcı olan tüm istatistiksel hava durumu bilgilerinin toplamıdır (La Roche, 2004). Ayrıca sıcaklık, nem, güneş ışığı, yağış ve rüzgâr gibi değişkenlerle de tanımlanır.

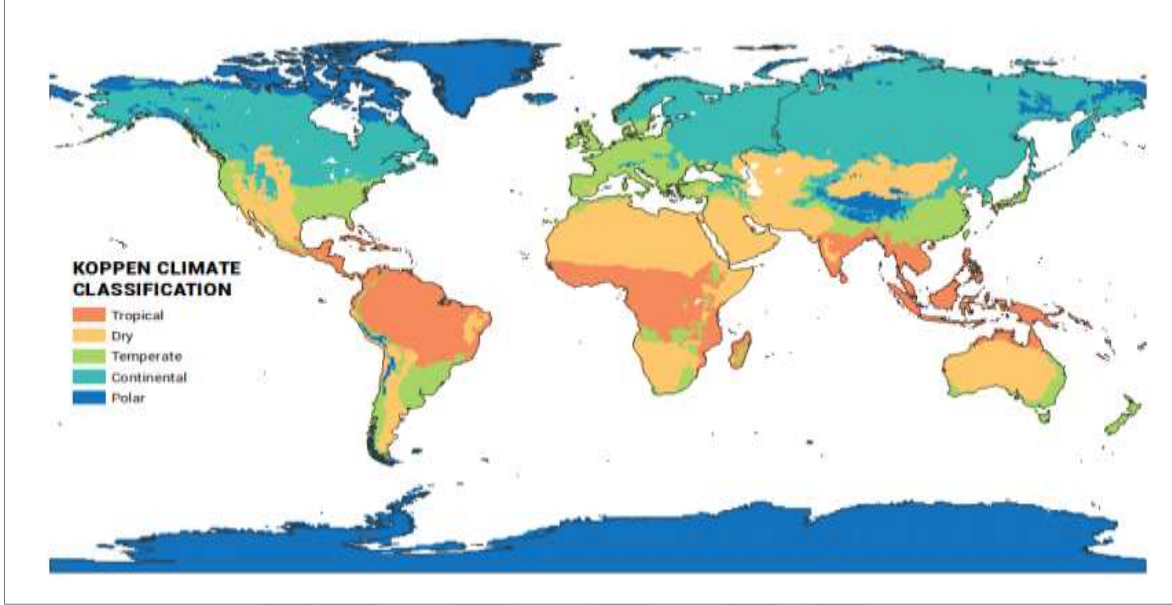
Bir yerin iklimi, meteorolojik olaylar belirli bir süre gözlemlendikten sonra güneşlenme, hava basıncı, rüzgâr, sıcaklık ve nem gibi faktörler dikkate alınarak belirlenir. Hyde ve Sartogo iklimi; bir bölgeye ilişkin geniş meteorolojik koşul olarak tanımlamış; sıcaklık, nem, rüzgar, bitki örtüsü ve bölgeye özgü ısınım ile ilgili olduğunu belirtmiştir (Hyde, 2013:45-47). İklim, bir bölgenin yıllar boyunca atmosfer olaylarının gösterdiği ortalama durumudur. İklim herhangi bir yerin, uzun bir süre içinde atmosferin ortalama durumunu karakterize eden meteorolojik elemanların toplamıdır (La Roche, 2004).

Dünyanın farklı bölgeleri farklı iklim özelliklerine sahiptir. Bu iklim türlerinin özellikleri üzerine günümüzde çeşitli iklim sınıflandırılması yapılmaktadır. Flohn'a göre iki tür iklim sınıflandırması vardır:

- İklimlerin nedenlerine dayanan genetik sistemler;
- Doğal bitki örtüsü ve buharlaşma gibi iklimlerin etkilerine dayanan uygulamalı sistemler (aktaran Docherty ve Szokolay, 1999).

Bu bağlamda Köppen, dünya iklim bölgelerini sıcaklık ve yağış ortalamalarına göre sınıflandırmıştır. Şekil2.4'te görüldüğü gibi Köppen'in sınıflandırma sistemi tropikal iklim,

kurak (kurak ve yarı kurak) iklim, ılıman iklim, karasal iklim ve kutup iklimi olarak 5 ana kategoride incelemektedir (Köppen, 1918).



Şekil 2.4. Dünya iklim haritası (URL-1)

Bu iklim bölgelerinin özelliklerini ise şu şekilde açıklamıştır:

Tropikal iklimler: Bu iklimler, sabit bir yüksek sıcaklık ile ayırt edilir. Yılın on iki ayı 18° C'den yüksek ortalama sıcaklıklara sahiptir. Tropikal yağmur ormanları iklimi, tropikal muson iklimi, tropikal ıslak- kuru veya savan iklimi olmak üzere 3 gruba ayrılır.

Kuru (kurak ve yarıkurak) iklimler: Bu iklimlerde, yağış oranı buharlaşmadan daha azdır.

Ilıman iklimler: Bu iklimler, en sıcak aylarda ortalama 10° C'nin üstündedir. En soğuk aylarda ise -3° C ile 18° C arasındadır. Akdeniz iklimi, nemli sub-tropikal iklim, ılıman okyanusal iklim, kuru kışları olan ılıman iklimler ve sub-polar okyanus iklim olarak 5 alt bölümden oluşur.

Karasal iklim: Bu iklimler en sıcak aylarda ortalama 10° C'nin üstündedir. En soğuk aylarda ise ortalaması -3° C'nin altındadır. Sıcak yaz kıtasal iklim, ılık yaz karasal hemiboreal iklim, boreal iklim ve aşırı şiddetli kışları olan karasal subartik iklim olarak 4 alt bölümden oluşur.

Kutup iklimi: Bu iklimler, yılın on iki ayı da ortalama 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarla ayırt edilir (Köppen, 1918).

Meteoroloji bilimi ise iklimi; makro iklim (makroklima), mezo iklim ve mikro iklim (mikroklima) olarak sınıflandırmıştır. Alan ölçeği esas alınarak adlandırılmış olan bu iklim sınıflandırılması; dünya, kıta gibi büyük ölçekli alanları makro iklim, ülke gibi orta büyüklüğe sahip olan alanları mezo iklim ve il, yöre, yerel gibi küçük ölçekteki alanları ise mikro iklim olarak tanımlar (Hausladen, Liedl ve Saldanha, 2012:13).

İklimin kentsel yapıların oluşumunda ve mimariye olan etkisi, yapay çevre ile iklimin oldukça ilişkili olmasının bir göstergesidir. Ayrıca iklim, binanın performansının ve enerji tüketiminin üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. İklimin mimari üzerindeki etkisi bir sonraki bölümde daha detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2.2.2. İklimin mimari üzerindeki etkisi

İklim mimari ve bina tasarımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Enerji tüketimini azaltmak, doğal kaynakları kullanmak ve konforlu, sağlıklı ve sürdürülebilir yaşam alanları sağlamak, iklime duyarlı sürdürülebilir bina tasarımının temel hedefidir. İklimin bina performansı ve enerji tüketimi üzerindeki etkisi birçok araştırmacı tarafından tartışılmıştır.

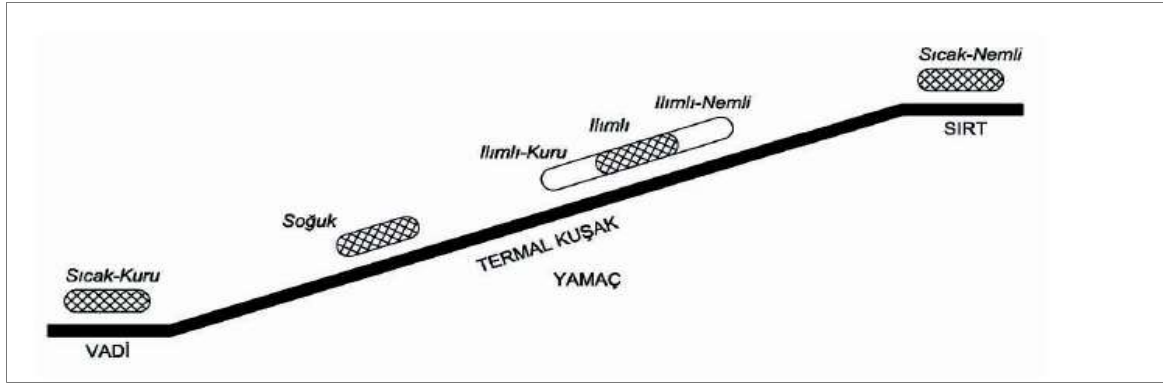
Mimari ve bina tasarımını etkileyen iklimsel veriler genellikle mikroklimatik özelliklerdir. De Waal, yerel mikroklimatik ve iklimsel davranışlara ilişkin iklim elemanlarını; güneş ışıınımı, hava sıcaklığı, rüzgâr ve nem olarak dört kategoride belirtmektedir (De Waal, 1993). Güneş ışıınımının; aydınlatıcı, biyolojik ve ısıtıcı etkisi onun üç farklı işlevi olarak bilinir. Hava sıcaklığının ise; sağlık ve fiziksel konforda belirleyici etken olması onu yapı tasarımında da en önemli iklim bileşeni olarak belirler. Rüzgâr; hâkim yön ve şiddeti ile ısı kaybına neden olarak serinletici bir rol de oynadığı için yerleşim dokusu, bina formu ve kabuk tasarımında etkileyici bir faktör olarak bilinmektedir. Havadaki nem oranının ise, insanın fiziksel konforunda göz ardı edilmeyecek bir etken olduğu düşünülür iken yağışın bina tasarımında yapının formu ve onun biçimlendirilmesinde kullanılan elemanların şeklinde etkili olduğu söylenmektedir (Çal, 2012; Karagülle ve Demir, 2011).

İklimin mimari üzerindeki etkisi ise birçok kaynak tarafından yerleşim ve tek yapı ölçeği olarak iki bölümde ele alınmıştır. Yerleşim ölçeği; yer seçimi ve bina aralıkları olarak tanımlanırken tek yapı ölçeği; bina formu, yönlendiriliş durumu, bina kabuğu ve mekân organizasyonu olarak dört alt bölümde ele alınmıştır. İklimin yerleşim ölçeği ile bina ölçeği üzerindeki etkisi aşağıda daha detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Yer Seçimi

Bir bölgenin iklimsel özellikleri ile o bölgede kurulacak olan yerleşim yeri doğrudan doğruya etkileşim içindedir. Güneş ışıınımı, hava sıcaklığı, rüzgâr ve nem gibi iklim elemanları; binanın bulunduğu yere bağlı olarak kullanılan enerji miktarını etkilemektedir. Farklı iklim bölgelerinde yerleşim yerlerinin iklimsel özellikleri aydınlatma, ısıtma, soğutma işlemleri amacıyla yapılan tasarımın değişmesine neden olur. Böylece iklimsel veriler dikkate alınarak yerleşmeler için seçilecek olan uygun yer, kullanılan enerji miktarında tasarruf sağlayabilir. Ayrıca binanın bulunduğu arazi ile uyumlu şekilde planlanması, yılın sıcak günlerinde soğutma ve soğuk günlerinde ısıtma amaçlı kullanılan enerji yükünü de azaltabilir.

Yapılacak yerleşme yeri tercihlerinde arazinin topoğrafyası ile iklimsel verilerin değerlendirilmesi verilecek kararlarda başlıca faktörlerden biri olarak bilinir. Dolayısıyla bir bölgenin iklimsel verileri tasarıma ilişkin alınacak ilk kararlardan biri olan yer seçiminde önem taşımaktadır. Bu durumda Şekil 2.5'te görüldüğü gibi nemli iklimlerde hissedilen nem oranını düşürmek için binalar rüzgâr alınabilecek şekilde yüksek alanlara yapılırken kuru iklimlerde rüzgârın etkisini azaltmak için daha korunaklı ve düşük rakımlarda yer alan arazilerin seçilmesinin uygun olduğu bilinmektedir. Soğuk iklimlerde ise güneş ışıınımından yararlanmak için yamaçlar tercih edilirken sıcak iklimlerde güneş ışıınımının etkisini azaltmak için düzlüklere yerleşmek tercih edilmektedir.



Şekil 2.5. İklim özelliklerine uygun topografik yer seçimi (Büte, 2014)

Bina Aralıkları

İklim elemanları bina aralıklarının boyutlandırılması ile oldukça ilişkilidir. Güneş ışınlamı ve rüzgâr başta olmak üzere iklimsel elemanlar; binaların aralarındaki mesafelerin, yüksekliğin ve birbirine göre olan konumlarının belirlenmesinde önemli etkiye sahiptir. Güneş ışınlamından yararlanma veya korunma binalar arasındaki açıklık ölçülerinde önemli rol oynarken açıklık ölçülerinin bir fonksiyonu olarak da bilinmektedir. İklimsel bölgenin özelliklerine bağlı olarak gerek güneş ışınlamı ve rüzgârdan yararlanma gerekse bu iklim elemanlarının etkisinden korunma binaların aralarındaki mesafeyi belirler. Ayrıca binaların konumu ve yükseklikleri yerleşme dokusunun karakteristiğini de tanımlamaktadır. Dolayısıyla bir binanın, güneş ışınlamı ve rüzgârdan korunma veya yararlanma düzeyi binaların birbirine göre olan konumunu, yüksekliklerini ve yerleşme dokusunu tanımlar. Bu doğrultuda bina aralıklarının boyutlandırılması, bölgenin iklimsel özelliklerine bağlı olarak iklim elemanlarından korunma veya yararlanma düzeyinin belirlenmesinden sonra arazi eğimi ve yön gibi faktörler de dikkate alınarak gereken koşulları sağlayacak şekilde yapılır (Erçin, 2005; Sojoudihassanlouei, 2019).

Kısacası binaların yenilebilir enerji kaynağı olan güneş ve rüzgârdan eşit bir şekilde yararlanabilmesi, doğal kaynaklardan yararlanmak için birbirlerine olanak sağlamaları, araziye yerleşimin uygun bina aralıkları ile dikkatle yapılmasının gerektiği düşünülmektedir (Çal, 2012).

Aru (1998) iklimin yerleşmeler üzerindeki etkisini ele almış; çok sıcak ve çok soğuk iklimlerde, sık içine kapalı ve yoğun dokulu binaların söz konusu olduğunu belirtmiştir. Bu bölgelerde iklimsel etkilerden korunmak amacı ile binaların birbirine yoğunlaştırılmış

olduğunu ve her iki bölgenin ısı korunumu için ortak amacının, dış ortamdaki aşırı sıcaklık değerlerinden bina yüzey alanını azaltarak korunmak olduğunu belirtmiştir (Aru, 1998:98-99). Deringöl (2015) ise rüzgar karakterinin farklı iklimsel bölgelerle ilişkisini ele almış; bir binanın soğuk iklim bölgelerinde rüzgardan korunması, ılıman nemli iklim bölgelerinde en az sıcak dönemde rüzgardan korunması, en sıcak dönemde rüzgardan yararlanması, sıcak kuru iklim bölgesinde rüzgardan korunması, gereken zaman, rüzgar etkisi kontrol altına alınarak yararlanması amaçlanması ve bu amaç doğrultusunda yer seçimine, binaların konumlandırılmasına ve bina aralıklarının boyutlandırılmasına dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamıştır (Deringöl, 2015).

Sojoudijassanlouei (2019) ise iklimsel bölgeleri; ılımlı nemli, sıcak kuru, sıcak nemli ve soğuk iklim olarak ele almış ve bu bölgelerin iklimsel özelliklerine göre uygun bina aralıklarını tartışmıştır. Ilımlı nemli ve sıcak nemli bölgelerde binaların dağınık; sıcak kuru ve soğuk bölgelerde ise binaların sıkışık ve içiçe konumlandırılmasının gerektiği vurgulanmaktadır (Deringöl, 2015). Binaların konumlandırılması farklı iklimsel bölgelerde Şekil 2.4’da gösterilmiştir.

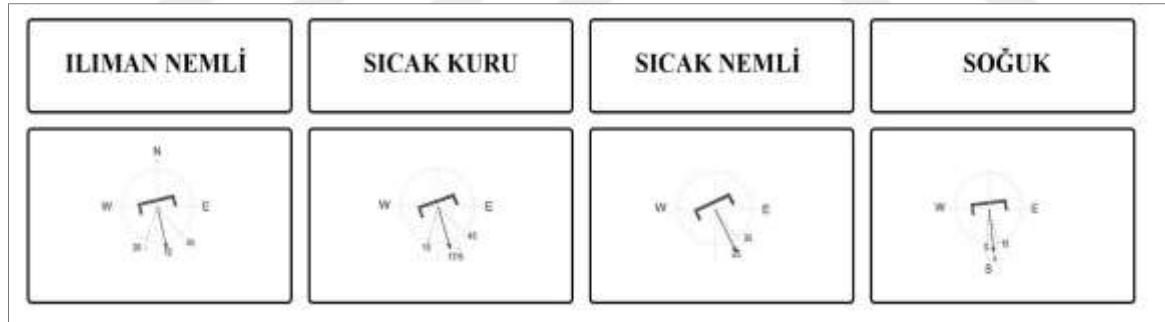


Şekil 2.6. İklimsel bölgelerdeki binaların konumlandırılması (URL-2)

Binanın Yönlendiriliş Durumu

Binaların bulunduğu bölgenin iklimsel özellikleri binaların yönlendiriliş durumunda etkileyici bir etken olarak bilinmektedir. Güneş ışınlamından yararlanma oranı başka bir deyişle toplam güneş enerjisi kazancı binanın yönlendiriliş durumu ile doğrudan ilişkilidir. Binalarda doğal havalandırma olanağını sağlayan ve ısı kaybı oranını etkileyen rüzgâr da binaların yönlendiriliş durumu ile dolayısıyla bina yönünün rüzgâr alan durumu ile doğrudan doğruya ilişkilidir. Kısacası bu iklim elemanlarının etkisi binaların yönlendiriliş durumuna

bağlı olarak değişim göstermektedir. Örneğin, Güneş ışınımının ısıtıcı etkisi yöne göre değişirken rüzgârın serinletici etkisi bina yönüne bağlı olarak değişmektedir. Bu parametreler dikkate alınarak iklimsel konfor gereksinimleri de optimize edilebilir. Bu nedenle binaların bulunduğu iklimsel bölgenin özelliklerine bağlı olarak gerek güneş ve rüzgârdan yararlanma gerekse bu iklim elemanlarından korunma ihtiyacı binaların yönlendirme ölçütlerini etkilemektedir. Daha açık bir ifadeyle ısıtma ve soğutma amacıyla güneş ışınımı, aydınlatma amacıyla gün ışığı potansiyeli ve rüzgârın serinletme ve havalandırma potansiyeli binanın yönlendirilmesini etkileyen temel veriler olarak bilinmektedir (Erçin, 2005; Sojoudihassanlouei, 2019). Kuzey yarım kürede güneşlenme sürecine bağlı olarak, ideal güneşlenme için binaların güneye doğru yönlendirilmesi, soğuk havalarda enerji tüketimini düşürmek için bulunan farklı iklimsel bölgelerde binaların kuzeye doğru yönlendirilmesinin uygun olmaması, buna örnek olarak verilebilir. Bina sıralarının da doğu-batı şeklinde yönlendirilmesi, rüzgâra açık bina cephelerinin en aza indirilmesi amacıyla yapılmasının uygun olması da başka bir örnek olarak verilebilir (Deringöl, 2015; Erçin, 2005). Farklı iklimsel bölgelere uygun bina yönlendirmesi ise Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. İklİmsel bölgelere uygun yönlendirme (Kasmayı. 2003:67)

Binanın Formu

İklİmsel elemanlar diğer tasarım parametlerini etkilediği gibi bina formunu da etkilemektedir. İklİm elemanlarının etkilerinden yararlanma veya korunma, bina formuna bağlı olarak binanın performansının belirlenmesinde de oldukça önemli rol oynar. Farklı iklimsel bölgelerde farklı bina formları ve tasarım örneklerinin belirgin olarak görülmesi iklimin bina formu üzerindeki etkisini gösterir. İklİm ve bina formunun ilişkisi, iklimsel elemanların etkisinden yararlanma veya korunma amacıyla farklı bina formlarının tasarlanmasının gerektiği araştırmacılar tarafından tartışılmıştır.

Özdemir uygun bina formlarını farklı bölgelerin iklimsel etkilerinden yararlanma ve korunma amacıyla tanımlamışlar. Özdemir'e göre; rüzgâra açık geniş yüzeyli, dikdörtgen ve serbest planlı tasarımlar ılıman nemli iklim bölgelerine uygun iken avlulu formlar sıcak kuru iklim bölgelerine uygun bir bina formudur. Rüzgâra açık uzun dikdörtgene yakın formların ise sıcak nemli iklim bölgelerine uygun bilindiği halde dış yüzeyi minimize eden kompakt kare yapı formlarının soğuk iklim bölgelerine uygun olduğu ifade edilmiştir (Özdemir, 2005).

Kasmayı de iklim bölgelerine uygun bina formlarının özelliklerini tartışmıştır. Şekil 2.8'de görüldüğü gibi Kasmayı ılıman nemli bölgelere uygun bina formlarının özelliklerini; Sıcak dönemde rüzgara açık cepheler ve serbest formlar, sıcak kuru bölgelere uygun bina formlarının özelliklerini; avluya bakan cepheler, dışa kapalı kompakt formlar, sıcak-nemli bölgelere uygun formlarının özelliklerini; rüzgara açık cepheler, uzun formlar, soğuk iklim bölgelerine ise uygun bina formlarının özelliklerini; minimum yüzey alanlı cepheler, kompakt formlar olarak tanımlamıştır (Kasmayı, 2003:71).

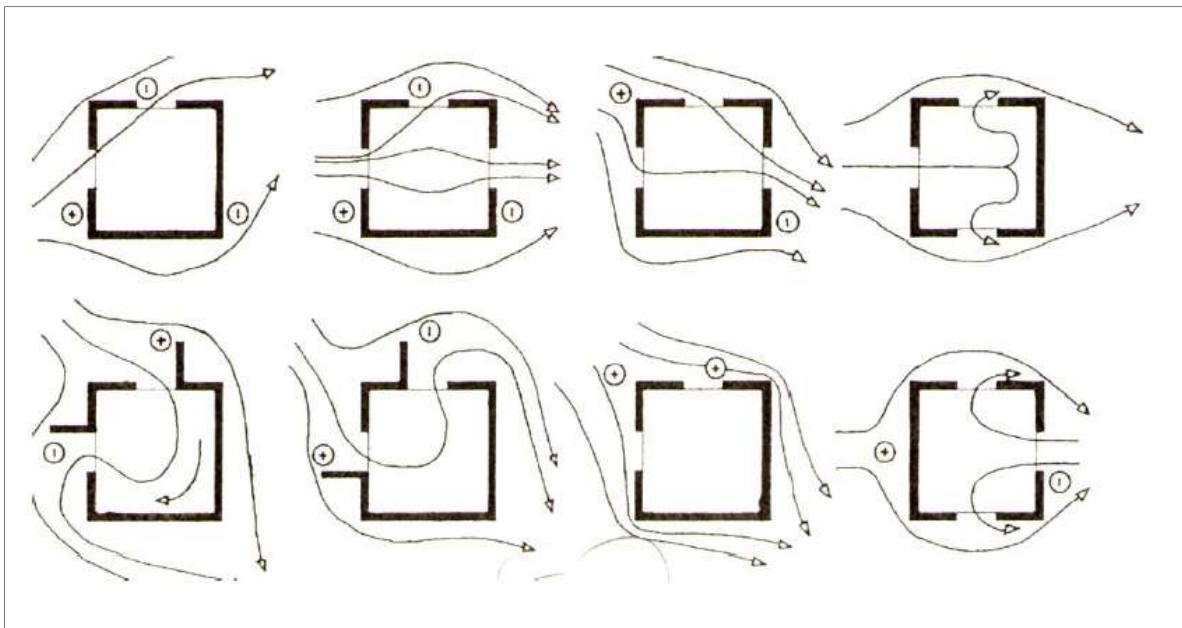
ILIMAN NEMLİ	SICAK KURU	SICAK NEMLİ	SOĞUK
			
Sıcak dönemde rüzgara açık cepheler, serbest formlar.	Avluya bakan cepheler, dışa kapalı kompakt formlar.	Rüzgara açık cepheler, uzun formlar.	Minimum yüzey alanlı cepheler, kompakt formlar.

Şekil 2.8. İklimsel bölgelere uygun bina formu (Kasmayı, 2003'ten uyarlanarak yazar tarafından çizilmiştir)

Bina Kabuğu

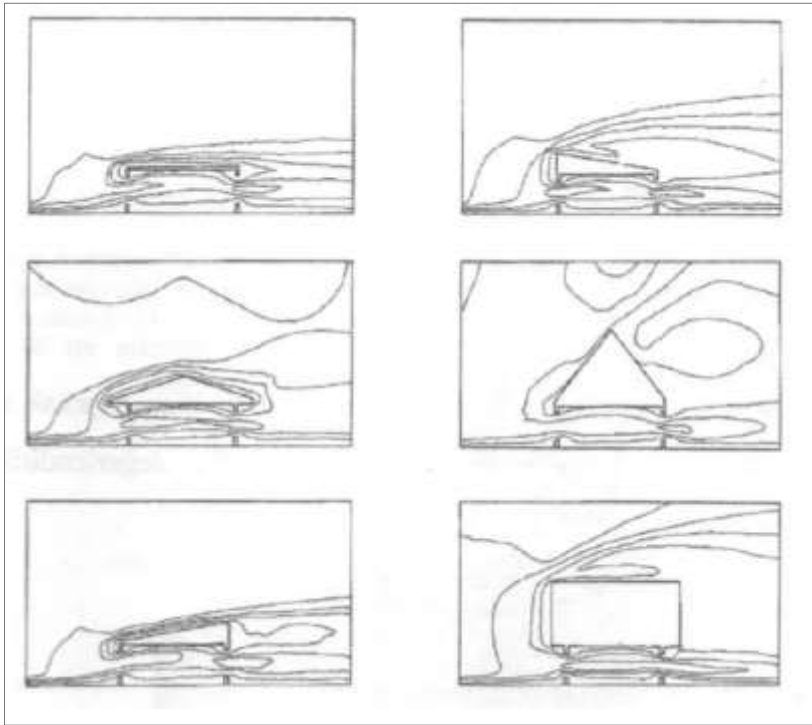
Bina kabuğu hem iklimsel konforun ve enerji tasarrufunun sağlanmasında hem de hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı etkileriyle kazanılan ve yitirilen ısı miktarında önemli etkiye sahip bir değişken olarak bilinmektedir. İç ısı konforunun sağlanması ve gereken zaman iç hava ve iç yüzey sıcaklıklarına ulaşma isteği bina kabuğunun tasarımında etkileyici bir faktör olarak bilinmektedir. Bu etkileyici faktörler ise iklimsel veriler ile oldukça ilişkilidir. Filik (2004) bina kabuğunun görevlerini tartışmış ve bina kabuğunun temel görevlerinden birini; iklim

özelliklerine karşı dış mekandaki güneş ışınlamı, hava sıcaklığı ve iç mekânda oluşacak nemi kontrol altına alarak konfor şartlarının sağlanması olarak yazmıştır (Filik, 2004). Ayrıca bina kabuğu farklı optik ve termofiziksel özelliklere sahiptir. Bu özellikler güneş ışınlamına karşı yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık olarak tanımlanmaktadır. Bu özelliklerin katsayıları sırasıyla bileşen tarafından yutulan, geçirilen ve yansıtılan güneş ışınlamı miktarının bileşen dış yüzeyine gelen güneş ışınlamına oranları olarak bilinmektedir. Bina kabuğunun dış yüzeyindeki güneş ışınlamı, kabuğun optik özelliklerine bağlı olarak ısı kazancını sağlamaktadır. Ayrıca iklim elemanlarının, bina kabuğunda kullanılan yapı malzemelerinde de etkileyici bir faktör olması bilinmektedir. Kış aylarında güneş ışınlamına karşı ısı depolanmasını sağlayacak koyu ve yüksek yoğunluklu malzeme kullanımının öngörülmesi, iklim ve yapı kabuğunda kullanılan malzeme ilişkisine tipik bir örnek olarak verilebilir. Bina konforunu etkileyen diğer bir faktör ise yapının dış cephesinde açılan pencere ve kapı gibi boşluk oranıdır. Bölgenin iklimsel özellikleri bina kabuğundaki açıklık oranının belirlenmesinde önemli bir etken olarak rol oynar. İklimsel verilere dikkat ederek, açıklık oranı belirlenirken büyük açıklıkların ısı kaybına yol açmaması ve küçük açıklıkların yeterli doğal aydınlatmayı sağlaması dikkat edilmesi gereken konulardır. İklim bölgesinin özelliklerine göre; güneş ışınlamı ve hâkim rüzgâr etkisinden yararlanma veya korunma, ısı kayıplarını önleme, nem kaybını azaltabilme, hava sirkülasyonunu sağlama gibi faktörleri hedef olarak açıklık oranları belirlenir. Şekil 2.9'da da tasarımda rüzgârın etkileri gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Tasarımda rüzgârın etkileri (Roaf, 2001: 96)

Ayrıca yapının bulunduğu iklimsel bölgenin özellikleri, yapının çatı şekili ile de doğrudan doğruya ilişkilidir. Çatının eğiminin ve baktığı yönün, çatının ısı yalıtım özelliği de dikkate alınarak iklimsel karaktere uygun olmasının önemli olduğu bilinmektedir. Örneğin sıcak nemli iklim bölgelerinde hava akışına izin veren eğimli çatılar tercih edildiği halde sıcak kuru iklim bölgelerinde güneş ışıının etkisini azaltan düz çatılar tercih edilir. Çatı şeklinin rüzgarla ilişkisini ele alacak olursak; rüzgâr yönünde pozitif basınç, diğer yönde ise negatif basınç çatının yüksekliği ve biçimine bağlı olarak artmaktadır (Yüksek, 2008). Şekil 2.10’da çatı şekillerine göre rüzgârın etkisi gösterilmiştir.

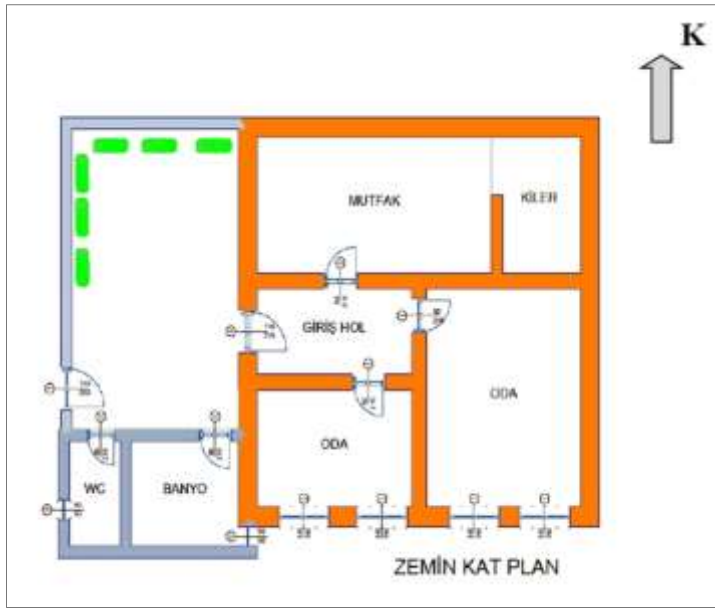


Şekil 2.10. Çatı şekillerine göre rüzgârın etkisi (Dedeoğlu, 2002)

Mekân Organizasyonu

İklimsel etkilerden yararlanma veya korunma mekân organizasyonunda etkileyici bir faktör olarak bilinmektedir. Mekanların ısıtma veya aydınlatma ihtiyaçları bu bağlamda önemli bir rol oynar. Yapıların tasarımında, dışarıdan gelecek soğuk havanın etkisini azaltmak için sürekli sıcak olması gerek mekanların soğuk mekanlar ile çevirilmesi bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde tampon bölgesi oluşturulur. Garajlar, bodrum katları, koridorlar, rüzgârlıklar ve güneşe yönlendirilmiş kış bahçeleri soğuk mekanlar olarak bilinmektedir. Mekânların ışık ve ısı ihtiyaç oranı ayrıca hangi amaçla kullanılacağı mekân

organizasyonunda etkileyici bir rola sahiptir. İklimsel etkilerden yararlanma veya korunma amacıyla yapılan tasarımlarda; kiler, banyo ve tuvaletler gibi doğrudan yaşama mekânı olmayan birimlerin kuzey cephede, yaşama alanlarının ise güney cephede tasarlanması bu bağlamda yaygın bir düşünce olarak bilinmektedir (Deviren, 2005). Mutfak, kiler gibi mekânlar kuzey yönünde yerleştirilirken, yaşam alanlarının güneye yönlendirilmiş olması Şekil 2.11'de de görülmektedir.

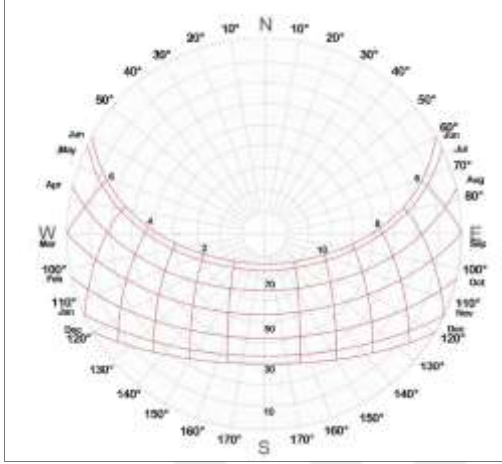


Şekil 2.11. Mekân organizasyonu (Büte, 2014:20)

2.3. Geleneksel Tebriz Evlerinin Sürdürülebilir Özellikleri

İklim mimariyi etkileyen etkenler arasında önemli rol oynar. Güneş ışığı, güneş ısınımı, rüzgâr ve nem gibi iklim elemanları yapı yerleşmesi ile yönlenmesinde, malzeme kullanımında ve bina ile ilgili alınacak birçok kararda belirleyici bir etken olarak bilinmektedir. Başka bir deyişle geleneksel mimarlığın, sürdürülebilir mimarlık mantığına dayalı ölçütlerden oluştuğu ve deneme yanılma yöntemi ile bu mantığa ulaştığı bilinmektedir. Yani binlerce yıldan beri, enerji tüketimin en aza indirgenmesi ve iklim odaklı uygulamaların yapılması geleneksel yaşam ve tasarım ölçütlerinde uygulanmıştır. Geleneksel konutlarda ise iklim koşullarından yararlanarak veya korunarak; konutların doğa ile uyumu ve verimliliği sağlanmıştır. Bu doğrultuda farklı iklim bölgelerine uygun mekân özellikleri ortaya çıkmış ve sürdürülebilir mimarlık için kaynak oluşturmuştur. Bu bağlamda Tebriz geleneksel konutlarının da sürdürülebilir mimarlık ölçütlerine uygun olduğu düşünülür. Bu bölümde, Tebriz kentinin iklimsel özellikleri ile geleneksel konutlarının

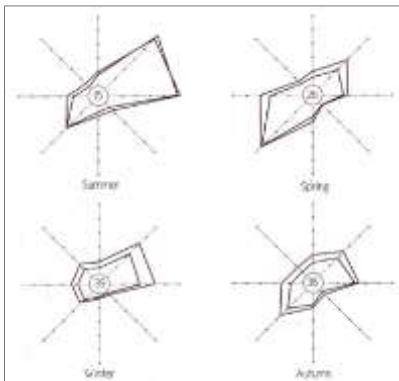
Naser, 2011). Güneş ışığı açıları Şekil 2.13'te görüldüğü gibi, Tebriz'de güneşin açısı yaz aylarında neredeyse dikey iken kış aylarında ufuk çizgisine 40 derece mesafededir (Kasmayi, 2003:16).



Şekil 2.13. Tebrizde Güneş Açısı (Kasmayi, 2003:16)

Tebriz'in ortalama yıllık yağış miktarı 380 milimetre olarak belirlenmiştir. Bu da yazın az ve yağmur şeklinde, kışın ise genelde yoğun kar yağışı şeklinde olur. Ayrıca yerler aylarca kar ve buz ile kaplıdır.

Şekil 2.14'te görüldüğü gibi doğu, kuzey-doğu, batı ve güney-batı yönleri Tebriz'deki en önemli rüzgâr yönlerini oluşturmaktadır; hâkim rüzgâr ise doğu ve kuzey-doğu yönünden (Orta Asya ve Sibirya) esmektedir. Kuzey-doğu yönünden esen rüzgâr kış mevsiminde yoğun kar yağışına neden olur. Atlantik Okyanusu, Akdeniz ve Karadeniz'in nemli havasının etkisi altında olan batı ve güney-batı yönünden esen rüzgâr ise yıl boyunca uygun bir rüzgâr sayılarak bahar mevsiminde yağışlara neden olmaktadır (Kasmayi, 2003:41).

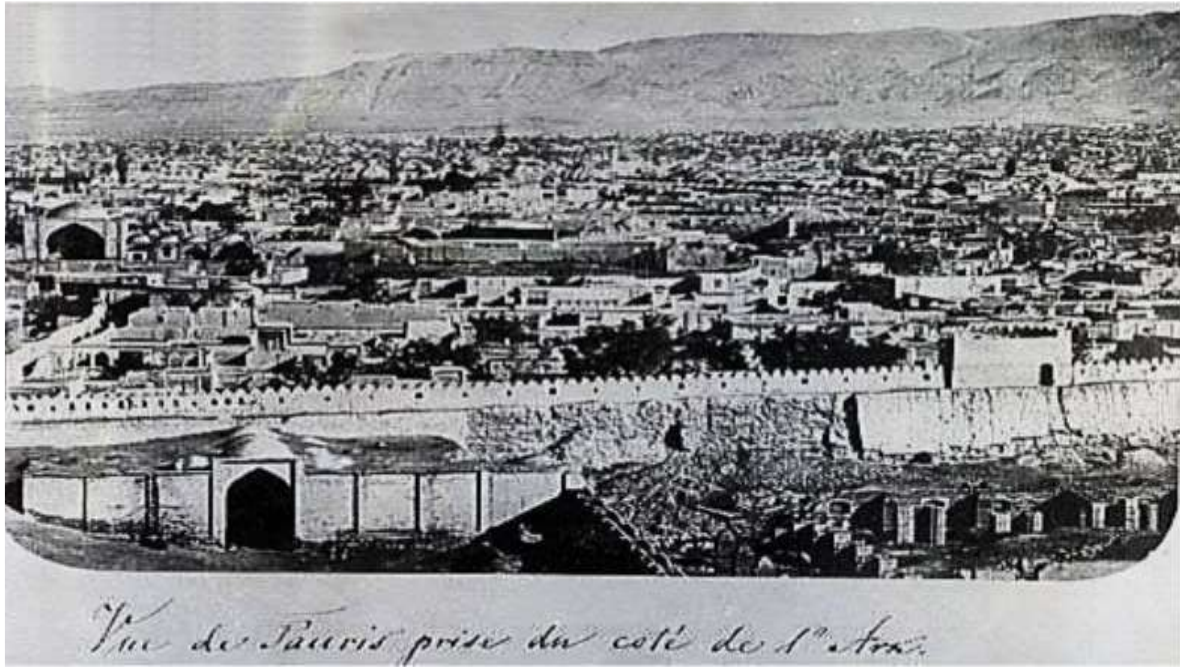


Şekil 2.14. Tebriz'de rüzgâr yönü (Kasmayi, 2003:41)

Havadaki nem oranının düşük olmasına rağmen deneyler nem oranının hem yıl boyunca hem de gün boyunca değişimini gösterir. Günlük deneyler ise gün doğumu ve gün batımı zamanında nem oranının yüksek düzeyde değiştiğini göstermektedir.

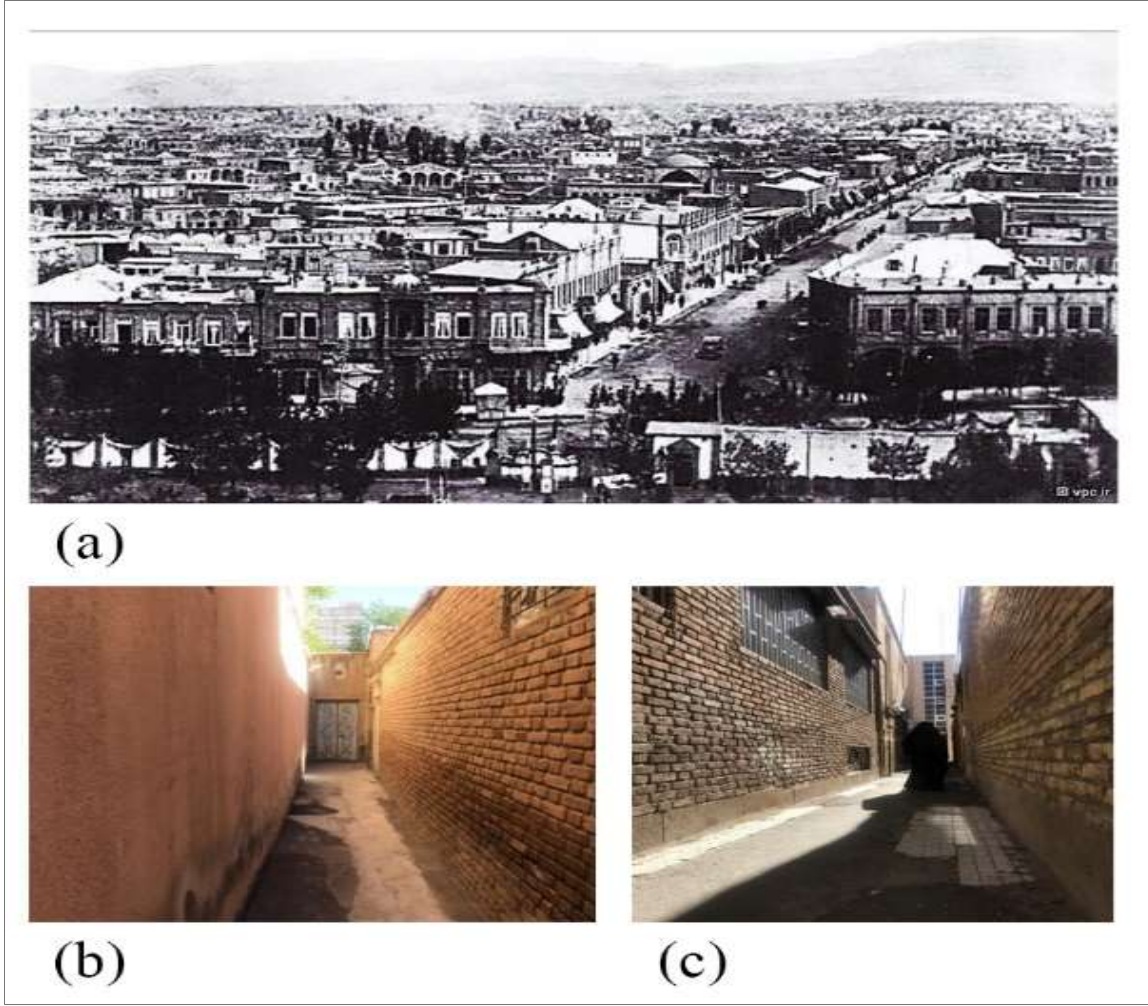
2.3.2. Geleneksel Tebriz evlerinin iklime uyumlu mimari özellikleri

Tebriz kentinin geleneksel yerleşimi, içedönük ve sürekli bir dokuya sahiptir. Dağlık bölge ve soğuk iklimde yer aldığı için ise Şekil 2.15'te görüldüğü gibi geleneksel kent dokusu sıkışık ve iç içedir.



Şekil 2.15. Tebriz kentinin geleneksel kent dokusu (Sultanzade, 1997)

Kentin ulaşım şebekesi tarihsel, toplumsal ve çevresel nedenlerden dolayı organik ve geometrik değildir. Şekil 2.16'da görüldüğü gibi kentin ana caddeleri daha geniş yapılmışken ikinci derecede olan caddeleri ve sokakları dar bir biçimde yapılmıştır. Dolayısıyla dar ve iç içe sokaklar ile soğuk havanın kolayca kent dokusuna girmesi ve kent içinde dolaşması engellenmiştir. Soğuktan korunma amacıyla ise konutların duvarları kalın bir biçimde yapılmıştır. Ayrıca soğuğa maruz kalan konutun yüzeyleri en aza indirgenmesi ve ısı transferinin önlenmesi için konutlar bitişik nizamlı yapılmıştır (Soltanzadeh, 2010:86-90).



Şekil 2.16. (a, b ve c). Tebrizde geniş caddeler ve dar sokaklar (Soltanzade, 1997; URL-4)

Soltanzade; Tebriz'in kent dokusunun nüfusu ve büyüklüğü farklı olan mahallelerden oluştuğunu, her mahallenin ise kentin sosyal ve yönetim organizasyonunda bir birim olarak önemli rol oynamasını, ayrıca büyük ve yoğun nüfuslu mahallelerde bir veya birkaç mahalle merkezinin olduğunu belirtmiştir (Soltanzadeh, 2010:86-90). Tarihsel açıdan yapılaşma formu, yapılaşma ölçeği ve kullanılan malzemeler gibi öğeler ise Esmaili Sangari ve Omraniye göre; insan ölçeğine, iklime, güneşe ve topoğrafyaya dayanarak zaman sürecinde birleşik ve homojen bir kent dokusunun oluşmasını sağlamıştır (Esmaili Sangari ve Omrani, 2014:5-6).

Tebriz'in geleneksel kent dokusu ve konut mimarlığı bulunduğu iklime uygun olarak yapılmıştır. Bu nedenle konutlar bitişik nizamlı, duvarları ise oldukça kalındır. Konutlar bitişik nizamlı olduğundan dolayı birkaç yönden komşulukları vardır. Tebriz'in birçok konutunun üç yönden komşuluğu olsa da dört yönden komşuluğu olan konutlar da

bulunmaktadır. Üç yönden komşuluğu olan konutlarda, konutun sadece bir yönü geçide açılırken dört yönden komşuluğu olan ve hiçbir geçit üzerinde olmayan konutlarda, konuta erişim bir koridor aracılığıyla sağlanmıştır (Keynejad ve Shirazi, 2010:12).

Geleneksel konutlarda yapı malzemeleri olarak genelde taş, kerpiç ve tuğla kullanılmıştır. Uygun ışık aldığından ve soğuk mevsimlerde güneş enerjisinden en iyi biçimde yararlandığından dolayı konutun güney cephesi en önemli cephe olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle *tenebi* ve *havuzhane* gibi önemli mekanlar bu yönde konumlandırılmıştır (Pourvahidi, 2010).

Tebriz geleneksel konutlarının evrimi, yapılan çalışmalara ve rölövelere göre iki döneme ayrılmaktadır. Birinci dönem Kaçar Hanedanı Hükümetinin ilk yarısı yani 1779-1850 yılları arası olarak belirlenmiş, ikinci dönem ise Kaçar Hanedanı Hükümetinin ikinci yarısı ile Rıza Şah Pehlevi Hükümeti dönemi yani 1850-1941 yılları arası olarak belirlenmektedir.

Birinci dönem konutlarının genel tasarım özellikleri ise;

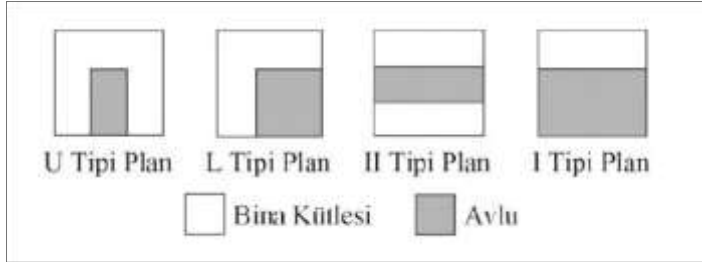
- Plan ve cephe bölmelerinin birbiri ile orantılı olarak birbirini takip etmesi,
- Düz veya eğimli çatıların, tonoz döşemeli kat ve bodrum katlı konutların; sederi ve penceri odaların, *tenebi* ve *havuzhane* gibi önemli alanların kuzey-güney aksına paralel veya dik olarak inşa edilmesi,
- Ortasında su havuzu ve bahçe yer alan dikdörtgen veya kare
- Planlı avluların kullanılması olarak sıralanmıştır (Bani Masoud, 2013:175-178; Ghobadian, 2013:62-65).

Tebriz geleneksel konutları genellikle içedönük bir dokuya sahiptir. Konut alanlarının aydınlatması ve havalandırması ise genelde binanın ortasında yer alan avludan sağlanmıştır. Binaların değerlendirilmesi ise Şekil 1.17’de görüldüğü gibi, plan kurgusu olarak avlunun yapı içindeki konumu ve etrafındaki kütlelerin durumuna göre dört farklı grupta ele alınmıştır:

- U tipi; bina kütlelerinin üç cephesi, avluya bakmaktadır
- L tipi; birbirine dik olan bina kütlelerinin iki cephesi avluya bakmaktadır
- II tipi; birbirine paralel olan bina kütlelerinin iki cephesi avluya bakmaktadır

- I tipi; Bina kütlesinin sadece bir cephesi avluya bakmaktadır.

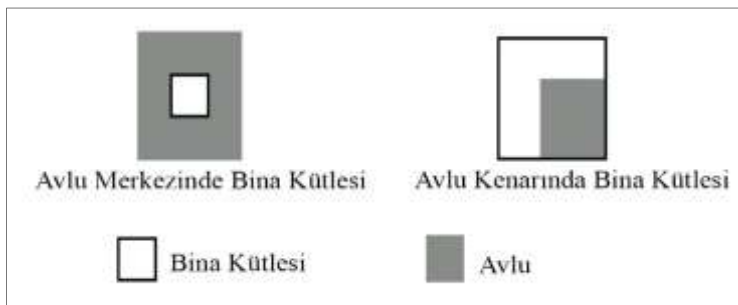
Her dört plan tipinde ise kütle olmayan cephelerde, avlu duvar ile kapatılmıştır (Soltanzadeh, 2010:86-90; Dalkılıç ve Bekleyen, 2011).



Şekil 2.17.İçe dönük konutlarının plan tipleri (Dalkılıç ve Bekleyen, 2011)

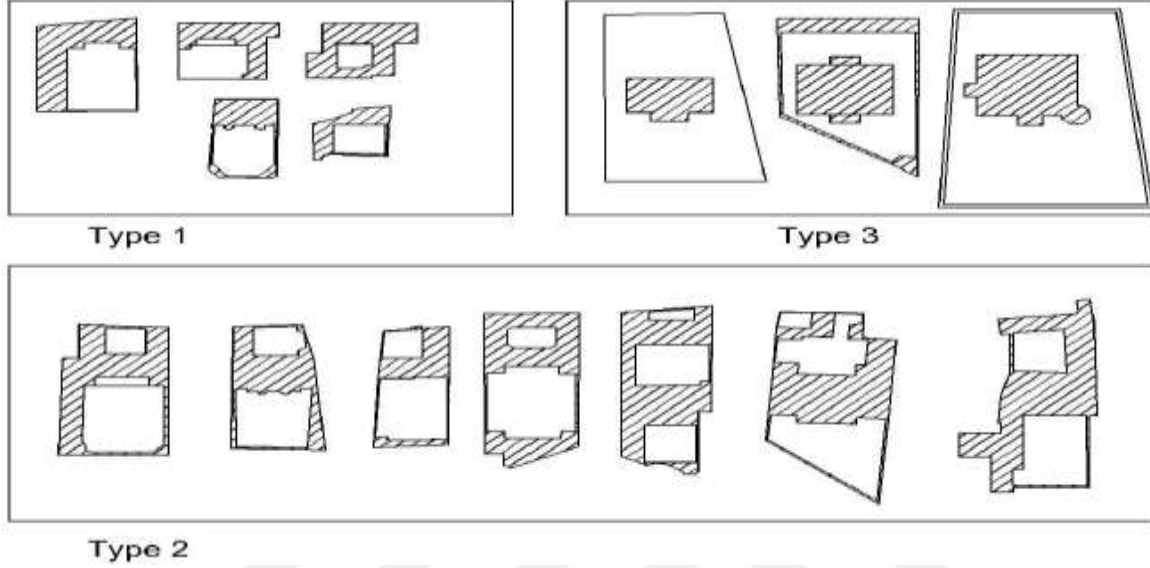
1850-1941 yılları arasının konutları, ikinci dönem olarak bilinse de bu dönemin başlanması ile birinci dönem sona ermemiş belki birinci dönemin mimarisini yansıtan binalar bu dönemde de yapılmaya devam etmiştir. Ayrıca bu dönemde Avrupa mimarisinin öğeleri, geleneksel konutların tasarımına ve yapımına yansımaya başlayarak ikinci dönem konut mimarisini belirgin bir şekilde etkilemiştir. Plan ve görünüşün birbirine bağlılığı ve mekân organizasyonu gibi temellerin özgünlüğünün korunması ile birlikte kapı, pencere formu, merdiven, sersera ve balkon gibi öğeler konutların mimarisini etkilemiştir (Bani Masoud, 2013:175-178).

1910'lardan itibaren Tebriz'de avlu ortasında dışadönük konutlar da inşa edilmeye başlamıştır. Şekil 2.18'de görüldüğü gibi bu tip konutlar avlu duvarları ile tam olarak sınırlanmamıştır. Başka bir ifadeyle bina avlunun ortasında ya da kenarında yer alarak tüm cepheleri açıktır. Ayrıca binanın içi de bu avludan ışık almaktadır (Esmacili Sangari ve Omrani, 2014:30).



Şekil 2.18. Dışadönük konutlarının plan tipleri (Esmacili Sangari ve Omrani, 2014:30)

Neghabi ise Tebriz geleneksel konutlarının tipolojisini tartışmış ve binaları üç genel tip olarak ayırmıştır. Şekil 2.19’da görüldüğü gibi; birinci tip binalar merkezi avluya sahip içe dönük binalardır. İkinci tip binalar, iki veya üç avluya sahip içe dönük binalardır. Üçüncü tip binalar ise avlu ortasında dışa dönük binalardır (Neghabi, 2016).



Şekil 2.19. Tebriz geleneksel evlerinin plan tipolojileri (Neghabi, 2016)

Soğuk-kuru iklim bölgesine ait geleneksel konutların özellikleri bazı araştırmacılar tarafından tartışılmıştır. Bu özellikleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Binaların bitişik olması,
- Konutların, merkezi bir avluyla içe dönük yapılması,
- Düz ve eğimli çatıların kullanılması,
- Oda yüksekliğinin az olması ve alçak tavan yapılması,
- Duvarların nispeten kalın olması,
- Eyvan ve avluların küçük olması,
- Pencere boşluklarının küçük yapılması,
- Kompakt bina formları uygulanarak minimum yapı kabuğunun inşa edilmesi ile maksimum yapı hacminin oluşturulması,
- Konutlarda mekânların havalandırılmasının, avluya açılan pencereler ve kapılar ile sağlanması (Omid Azeri, 2012:207-209; Ghobadian, 2013).

Kasmayı ise Doğu Azerbaycan iklimine ilişkin çalışmasında; konutlarda ısı üreten mekânların binanın merkezinde ve depo gibi alanların binanın kuzey ve kuzeybatısında yer almasını, üstelik ana alanların binanın güney tarafında bulunduğunu tespit etmiştir (Kasmayı, 2005:170).

Tebriz kentinin yer aldığı bölge dağlık ve bulunduğu iklim soğuk-kurak iklimdir. Tebriz'in ister geleneksel kent dokusu ister geleneksel konut mimarlığı bulunduğu iklime uygun olarak yapılmıştır. Bu iklime duyarlılık ise yıllar boyunca tutarlı çalışma ve sürekli deneyim sonucunda ortaya çıkmıştır. Tebriz'in geleneksel kent dokusu iç içe ve sıkışık dokuya sahip iken geleneksel yerleşimleri de çoğunlukla içe dönük ve bitişik nizamlı olarak yapılmıştır. Tebriz'in kentsel dokusu sert soğuk iklim koşullarından korunmak için;

- Kompakt doku,
- Küçük, kapalı ve dar alanlar,
- Kentin ve peyzajın kurulma ve genişlenme yönünün güneş açısı ve arazi eğimine uygun,
- Zemin hattına paralel dar sokaklar şeklinde yapılmıştır (Tohidi, 2014).

Soğuk-kurak iklim bölgelerinde; aşırı soğuk hava koşullarından dolayı güneş enerjisinin kullanılması, binanın iç ısı transferinin önlenmesi ile beraber dışarıdaki soğuktan korunması ve yerleşim bölgelerindeki soğuk rüzgârın önlenmesi önem taşımaktadır. Bu kriterler dikkate alınarak Tebriz kentinde yapılan binalar da bulunduğu iklime uygun ve soğuğa dayanacak şekilde tasarlanıp uygulanmıştır. Bir sonraki bölümde Tebriz geleneksel konutları daha detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2.3.3. Yöresel malzeme ve yapım teknikleri

Soğuk-kurak iklim bölgelerinde, bina içindeki konforu sağlamak amacıyla ısı direnci ve ısı depolama kapasitesi yüksek olan malzemelerin kullanımı önem taşımaktadır. Tebriz geleneksel konut yapımında bölgede kolayca bulunan ahşap, taş ve kerpiç gibi doğal yapı malzemeleri yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Bu malzemeler gerek hiç işlenmeden gerekirse az işlenerek ve istenilen kaliteye getirilerek kullanıldığı görülmektedir (Omid Azeri, 2012:207-209; Esmaeili Sangari ve Omrani, 2014:255).

Geleneksel konutlarda kullanılan yapı malzemeleri, farklı yapı elemanları için farklı amaçlar ile kullanılmıştır. Kullanılan malzemeler; ahşap, hasır, alçı, kerpiç, metal, taş, tuğla olarak tespit edilmiştir. Tebriz bölgesinde ahşap ana yapım malzemesi olarak bilinmektedir. Bu ana yapım malzemesi Tebriz geleneksel konutlarında; hem kirişler, ara dikmeler ve lentolar gibi taşıyıcı elemanlarda hem de kapı, pencere, korkuluk gibi elemanlarda kullanılmıştır. Ayrıca çatı örtüsünde de hasır biçiminde kullanılmaktadır (Esmaceli Sangari ve Omrani, 2014:262-263). Çatı strüktüründe kullanılan ahşap Şekil 2.20’de gösterilmiştir.



Şekil 2.20. Ahşap çatı strüktürü (URL-5)

Alçının kullanımı ise genellikle duvar kaplamasında, tavan ve eyvan duvarlarının sıvasında veya tuğla ile yapılan binalarda görülmektedir. (Shaterian, 2011:413).

Azerbaycan bölgesinde kerpiç her zaman önemli bir yapı malzemesi olmuştur. Tebriz geleneksel konutlarında da bu malzeme yaygın olarak kullanılmıştır. Zomorshidi bu bölgede kerpicing; kolayca elde edilmesini, basit olanaklarla ve üstün bir teknoloji gerektirmeden yapılmasını, iklimsel açıdan soğuk havanın etkilerinden iyi korunmasını ve bölgeye uygun olmasını konutlarda yaygın kullanımının nedeni olarak belirlemiştir (Zomorshidi, 2006:1-5). Ancak çevre şartlarından çok etkilenen dahası sürekli bakım gerektiren bir malzeme olmasından dolayı Şekil 2.21’de de görüldüğü gibi tuğla ve taş gibi malzemeler ile kaplanmaktadır.



Şekil 2.21. Tuğla ve taş ile kaplanan kerpiç duvar (URL-6)

Metal da bu bölgede önemli bir malzeme olarak kullanılmıştır. Metal en başta ahşap strüktür parçalarını birbirine bağlayan eleman olarak kullanılsa da daha sonra çatı örtüsü, korkuluk gibi öğelerde de kullanılan bir malzeme olmuştur (Shaterian, 2011:25).

Doğu Azerbaycan eyaleti dağlık bölgede yer aldığı için zengin bir taş kaynağına sahiptir. Tebriz bölgesinde de farklı biçime ve dayanıma sahip pek çok taş çeşidi bulunmaktadır. Bu nedenle taş; binaların inşaatında önemli bir yapı malzemesi olarak ortaya çıkmıştır. Taşın nem ve basınca karşı dayanıklı bir malzeme olması nedeni ile Tebriz geleneksel konutlarında genellikle temelde, bodrum kat duvarlarında ve döşemesinde, merdiven ve cephe yapımında kullanılması daha çok tercih edilmiştir (Shaterian, 2011:27).

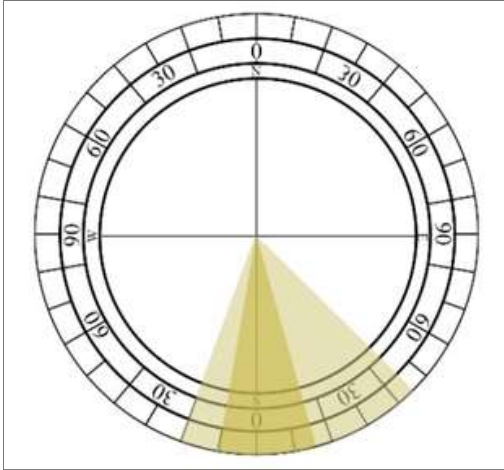
Günümüz mimarisinde de önemli bir yere sahip olan tuğla Şekil 2.22’de görüldüğü gibi Tebriz geleneksel mimarisinde de önemli bir malzeme olarak kullanılmıştır. Kerpice kıyasla çevre şartlarına daha dayanıklı olan tuğlanın kullanımı, Tebriz geleneksel konutlarının cephe kaplaması ile kemer, tonoz ve kubbe gibi yapı öğelerinde görülmektedir (Zomorshidi, 2006:51).



Şekil 2.22. Bulurçiyân konutunun tuğla ile kaplanmış cephe duvarı (URL-7)

Neghabi Tebriz geleneksel konutlarında kullanılan malzemelerin sadece nakliye maliyetlerin ve enerji tüketiminin azaltması için kullanılmadığını, belki iklime ve çevresel faktörlere de uyumlu olduğu için kullanıldığını belirtmektedir. Tohidi ise geleneksel konutların yapımında kullanılan malzemelerin birçoğunun bölgede var olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu malzemelerin ısı direncinin ve ısı depolama kapasitesinin yüksek olduğunu da vurgulamıştır. Ayrıca Tohidi, Tebriz'in geleneksel konutlarında, kullanılan yapı malzemeleri ile nispeten kalın duvarların yapıldığını ve bu yöntemle iç ve dış ısı transferinin önlendiğini belirtmektedir. Dolayısıyla kalın duvarların, gündüz emdiği güneş ışımasını koruyarak gece boyunca iç ortam sıcaklığının ayarlamasına yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Diğer taraftan yapının dış cephesinde kullanılan malzemelerin ve bina kabuklarının koyu renkli olduğunu da vurgulamıştır (Neghabi, 2016; Tohidi 2014).

Soğuk-kurak iklim bölgelerinde kış mevsiminin uzun olması ve bunun yanı sıra güneş enerjisinden yararlanma isteği binanın ana cephesinin güneye doğru yönelmesinde etkin rol oynamıştır (Kasmayî, 2005:192). Soğuk-kurak iklim olarak Tebriz kentinde ise binaların en uygun güneşlenme yönü başka bir ifadeyle binanın güneş ışınlamından en iyi şekilde yararlanma yönü Şekil 2.23'de de görüldüğü gibi güneyden batıya doğru 10° , doğuya doğru ise 15° dir. Ayrıca ideal güneşlenme yönü de güneyden batıya doğru 20° , doğuya doğru ise 45° olarak belirlenmiştir (Shaterian, 2011:41).



Şekil 2.23. Tebriz kenti için uygun güneşlenme yönü (Shaterian, 2011'den uyarlanarak yazar tarafından çizilmiştir:41)

Sürdürülebilir mimarlıkta dahası iklime duyarlı mimaride mekân organizasyonu yapılırken kullanım aşamasında, yapıda optimum seviyede enerjinin kullanılacağı ayrıca kullanılacak olan enerjiden de en üst seviyede yararlanmanın gerekliliği bilinmektedir (Aktuna, 2007). Soğuk-kurak iklimde yer alan Tebriz'in geleneksel konutlarının da bulunduğu iklim özelliklerine uygun mekân kurgusu olduğu düşünülmektedir.

Tebriz geleneksel konutları; avlu, eyvan, giriş, havuzhane, *heşti*, *kellei* odası, *mehtabi*, mutfak, odalar, rahro, *sarnıç*, *serdab*, *sofa* ve *tenebi* gibi mekânlardan oluşmaktadır. Bu mekânların isimleri ise işlevlerinden çok kimliklerinden yani görüntülerinden etkilenecek alınmıştır (Esmaceli Sangari ve Omrani, 2014:16).

Avlu geleneksel binaların düzenlenmesinde önemli rol oynar. Tebriz geleneksel konutlarında ise avlu, alanların işlevine ve yaşam tarzına göre üç farklı alana bölünmüştür. Bu geleneksel konutlarda dış avlu, iç avlu ve gizli avlu olmak üzere üç farklı avlu türü bulunmaktadır. Binanın genel kullanım ve misafir ağırlama alanı olan dış avlunun etrafında büyük bir salon, yemek odası ve dinlenme odası düzenlenmiştir. Giriş alanı ise bu avluya bağlıdır. Binanın özel bölümü sayılan iç avlu ise aile ve akrabalara aittir. Bu avlunun etrafında ise yazlık ve kışık oturma, dinlenme ve çalışma alanları, *tenebi*, eyvan, yatak odaları, mutfak düzenlenmiştir. Binanın arkasında bulunan küçük, üstü açık ve hizmet veya ahır amaçlı kullanılan alan ise gizli avlu olarak bilinir (Keynejad ve Shirazi, 2011:18-20; Shaterian, 2011:56; Memarian, 2013:132).

Tebriz'in iklimsel özelliklerinden dolayı ve kış mevsiminin uzun olması nedeni ile dış avlu binanın güney tarafında yer almaktadır. Ayrıca avlunun ortasında havayı yumuşatmak için bir havuz da bulunur. Avlularda yerel iklime uygun bitkilerin dikilmesi ayrıca farklı mevsimlerde güneş ışığından yararlanma veya korunma ihtiyacına karşı hem yaprak döken hem de yaprak dökmeyen ağaçların dikildiği de tespit edilmiştir (Tohidi, 2014).

Tebriz geleneksel konutlarında eyvan kullanımı da yaygındır. Bu konutlardaki eyvanlar; Şekil 2.24'te görüldüğü gibi avluya bakan, üç tarafı kapalı, önü açık, üstü kapalı ve yüksek bir döşemesi olan alanlardır. Eyvanların düzenlenme amacı ise *tenebi* gibi mekânın önünde yağışa ve yaz güneşine önlem almak olarak bilinir (Keynejad ve Shirazi, 2011:20; Shaterian, 2011:23).

Neghabi bu eyvanları, güneş ışığını kontrol etmenin temel unsuru olarak düşünmektedir. Eyvanları, perde ve *orsinin* kullanılmasıyla birlikte bina sakinlerinin ihtiyacına karşı güneş ışığını yaz ve kış aylarında kontrol etmenin bir yolu olarak belirtmiş ve bu eyvanların derinliğini ve boyutunu esas alarak yazın güneş ışığını önlerken kışın güneş ışığından yararlanma imkanını sağladığını vurgulamıştır (Neghabi, 2016).



Şekil 2.24. Kadeki konutunun eyvanı (URL-8)

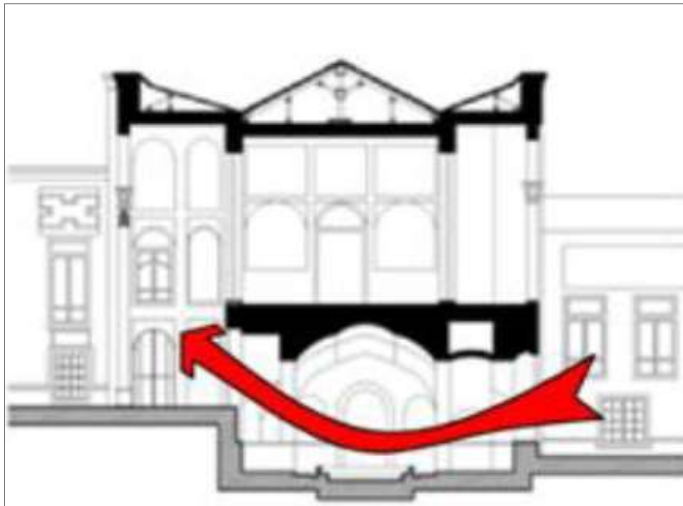
Havuzun bulunduğu mekân ise *havuzhane* ismi ile bilinir. Bu mekân bodrum katta, genelde tenebinin altında, üstü kapalı, yüksek tavanlı ve ortasında küçük bir havuzun bulunduğu alandır (Şekil 2.25). *Havuzhane* yılın sıcak aylarında serin bir alan olarak oturma ve dinlenme amacı ile kullanılırken soğuk aylarda havuz sıcak su ile doldurularak tenebi için

bir tampon bölge oluşturulur (Shaterian, 2011:29; Memarian, 2013:165; Esmaili Sangari ve Omrani, 2014:34-35).



Şekil 2.25. Heyderzade konutunun havuzhanesi (URL-9)

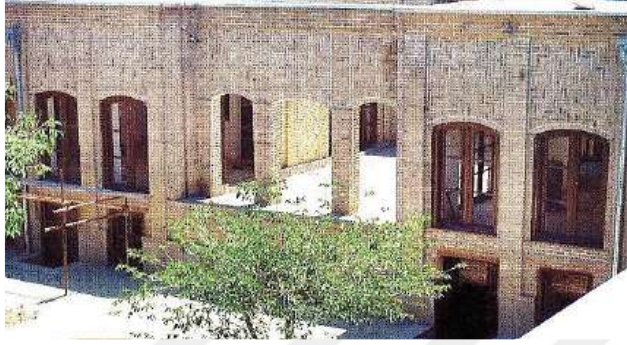
Neghabi ise *havuzhaneyi* yazlık mekân olarak adlandırmış ve genellikle sıcak yaz günlerinde kullanıldığını yazmıştır. Neghabi, Tebriz gibi soğuk bölgelerde yazlık binaların bulunmamasını ve bu nedenle geleneksel konutlarda bir havuzla yazlık mekânın inşa edilmesini belirtmektedir. Bu mekânın soğutma ve havalandırmasını ise rüzgâr yönüne uygun pencerelin konumlandırılması ile sağlanmasını. Diğer taraftan *havuzhanenin* bodrum katta yer almasını soğutma isteğine karşı bir yöntem olarak kullanılmasını da belirtmektedir. Şekil 2.26'da *havuzhanenin* soğutma ve havalandırma özelliği gösterilmiştir (Neghabi, 2016).



Şekil 2.26. Havuzhanenin soğutma ve havalandırılması (Neghabi, 2016)

Heşti ise binanın içini ve dışını birbirine bağlayan ayrıca konutun farklı alanlarına yönelme, konutun özel ve genel mekânlarını birbirine bağlama, bekleme, dinlenme, konutun içinin ve dışının farklı kotlarını birbirine bağlamak amacı ile yapılan bir alandır. Tebriz geleneksel konutlarında *heşti* kare, altıgen ve sekizgen şeklinde tasarlanmıştır (Esmaili Sangari ve Omrani, 2014:21-22).

Tebriz geleneksel konutlarında *teras* binaların çatısında yer alır ve üç cephesi kapalı, bir cephesi ise avluya doğru açıktır. Gün boyunca birkaç saat güneşe maruz kalan bu mekân genellikle yazlık bölümde düzenlenmiş ve yazın serin bir mekân olarak kullanılmaktadır (Esmaili Sangari ve Omrani, 2014:35-36). Teras örneği Şekil 2.27’de gösterilmiştir.



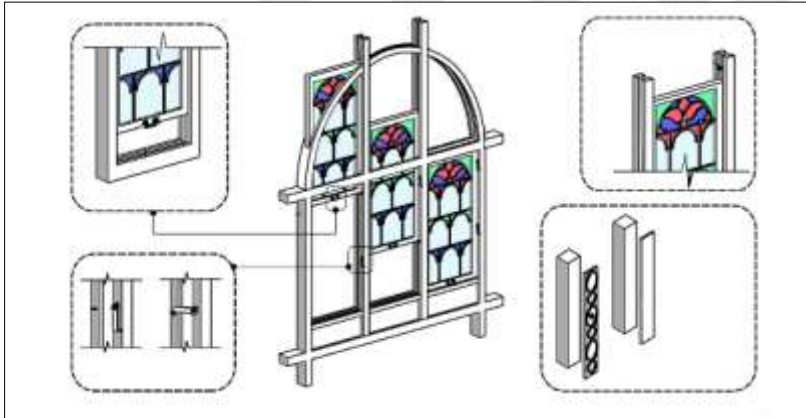
Şekil 2.27. Mocahedi konutunun terası (Esmaili Sangari ve Omrani, 2014:104)

Tebriz geleneksel konutlarında, odalar konutun hem ana mekânlarını oluşturur hem de metrekare olarak en büyük kapalı alandır. Bu odalar boyutlarına ve kimliklerine göre isim alırlar. *Doderi*, *Sederi*, *Pencderi*, *Heftderi*, *Kellei odası* ve *Orsi Odası* geleneksel konutlarda bulunan odalardır. Bu odaların ismi bulunduğu pencere sayısına bağlı olarak verilmiş ve genellikle yatak, yemek, oturma, misafir ağırlama ve çalışma odası gibi amaçlar için kullanılmıştır. Örneğin Şekil 2.28’de görüldüğü gibi *Sederi* odasında üç pencere bulunmaktadır.



Şekil 2.28. Selmasi konutunda sederi odası (URL-10)

Orsi Odası ismini odanın ana cephesinde olan *orsiden* almıştır. Orsiler Şekil 2.29'da görüldüğü gibi; yukarıya sürgülü, ahşap, arabesk tasarımlı pencerelerdir ve üçlü, beşli, yedili ve dokuzlu bölmeler ile tek veya çift camlı olarak düzenlenmişler (Vahdattalab ve Nikmaram, 2017).



Şekil 2.29. Orsi penceresi (Vahdattalab ve Nikmaram, 2017)

Orsi, oda veya eyvanın avluya olan cephesini tamamen kapatır. Ayrıca aşırı güneş ışığını önlemek için bu pencerelerde küçük boyutta renkli camlar kullanılmıştır (Shaterian, 2011:30). Orsi odaları şekil 2.30'da örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.30. Behnam konutunda orsi odası (URL-11)

Kellei Odası ise bir üst katta var olan odalardır. Bu odalar yüksek çatılı *tenebilerin* yan taraflarında yer alır ve tenebiye açılan pencereleri vardır. Yüksekliği diğer odalardan azdır. Ayrıca *tenebinin* sıcaklığından dolayı kolayca ısınmaktadır. Kolayca ısındığı için kışın yatak odası olarak kullanılmaktadır (Keynejad ve Shirazi, 2011:17; Shaterian, 2011:33).

Rahro veya koridor ise yapı veya yapı mekânlarına girmeyi sağlayan, Şekil 2.31’de de görüldüğü gibi odaları birleştiren dar bir geçittir. Tebriz geleneksel konutlarında rahrolar, ısı veya soğuğa önlem almak gibi amaçlar için kullanılmıştır (Keynejad ve Shirazi, 2011:15).



Şekil 2.31. Emir Nizam konutunun rahrosu (URL-12)

Ayrıca Tebriz geleneksel konutlarında, yazın sıcak zamanlarında *serdab* isimli mekanlar kullanılmıştır. Bu mekanlar binanın bodrum katında yer almaktadır (Keynejad ve Shirazi, 2011).

Tenebi ise bu konutlarda binanın merkezinde ve diğer alanların ortasında yer alır. *Tenebi* büyük ve resmi salondur ve *sederi*, *pencderi* veya *orsi* odasında düzenlenmiştir. *Tenebiler*

Şekil 2.33’de de görüldüğü gibi mekân hiyerarşisi ve dış ortam ile iç yaşam alanları arasında ara yüz alanın oluşturulması kışın ısı kaybını en aza indirmekte, yazın ise ısı girişinin önlenmesinde etkili rol oynar.

Orsi gibi pencerelerin kullanılması ise güneş ışığının kontrolünde dolayısı ile güneş enerjisinden ister yararlanma isterse de korunma ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olur. Kalın tuğla duvarlar ise binanın dışına ısı transferini önler. Ayrıca yüksek ısı direncine ve ısı depolama kapasitesine sahip olduğu için gün boyunca hem binanın içinde aşırı ısınmayı önler hem de güneş ışığını emer ve gece binaya aktarır. Konutların güney tarafında yer alan eyvanlar ise yazın güneş ışığını önlerken kışın derinliği ve boyutunun uygun olmasından dolayı güneş enerjisinden yararlanmayı sağlar. Ayrıca hem avluda hem de havuzhane de bulunan havuzlar buharlaşmalı soğutma ile yazlık ve serin alanların oluşmasını sağlar (Neghabi, 2016).

Çalışmanın bu bölümünde Tebriz geleneksel konutlarından 10 adet konut örnek alınmış ve sürdürülebilir mimarlık bağlamında analiz edilmiştir. İncelenen geleneksel konutlar; yönlenme, komşuluk, bina formu, bina kabuğu, kullanılan malzeme ve mekân organizasyonu başlıkları altında ele alınmış ve Çizelge 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 ve 2.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. İncelenen geleneksel konutlarda yönlenme

No	Konut Adı	Yönlenme	No	Konut Adı	Yönlenme
1	Behnam	0°	6	Restgar	G→D 9°
2	Emir Nizam	G→D 13°	7	Ordubadi	G→D 2°
3	Qedeki	G→D 7°	8	Hiyabani	G→B 22°
4	Genceizade	G→B 2°	9	Meşrutiyet	G→B 13°
5	Sarraflar	G→D 3°	10	Settar Han	G→B 22°

Çizelge 2.2. İncelenen geleneksel konutlarda komşuluk

No	Konut Adı	Kuzey	Batı	Güney	Doğu
1	Behnam	*	*	*	*
2	Emir Nizam	*	*	*	
3	Qedeki	*	*		*
4	Genceizade	*		*	*

Çizelge 2.2. (devam) İncelenen geleneksel konutlarda komşuluk

No	Konut Adı	Kuzey	Batı	Güney	Doğu
5	Sarraflar	*	*	*	*
6	Restgar				*
7	Ordubadi	*		*	*
8	Hıyabani	*	*		*
9	Meşrutiyet	*		*	
10	Settar Han	*	*		

Çizelge 2.3. İncelenen geleneksel konutlarda bina formu

No	Konut Adı	Bijim	Kuzey Bloğu			Batı Bloğu			Güney Bloğu			Doğu Bloğu		
			Bina kütlesinin kuzey-güney aksının doğu-batı aksına oranı	Kat			Bina kütlesinin kuzey-güney aksının doğu-batı aksına oranı	Kat			Bina kütlesinin kuzey-güney aksının doğu-batı aksına oranı	Kat		
				Bodrum	Zemin	Birinci		Bodrum	Zemin	Birinci		Bodrum	Zemin	Birinci
1	Behnam (İçe Dönük)	Dış Avlu	2.8	*	*	*								
		İç Avlu					1	*	*			1.1	*	*
2	Emir Nizam (İçe Dönük)	Dış Avlu	2.8	*	*									
		İç Avlu	1.6		*		0.4	*	*					
3	Qedeki (İçe Dönük)	Dış Avlu					0.4	*	*					
		İç Avlu	1.3	*	*		0.2	*	*			0.3	*	*
4	Genceizade (İçe Dönük ve Dış Dönük)	İçe dönük Tek Avlu	2.2	*	*	*								
		Dış dönük Tek Avlu	0.6	*	*	*								
5	Sarraflar (İçe Dönük)	Tek Avlu	2.2	*	*							0.3	*	*
6	Restgar (Dış Dönük)	Tek Avlu	2	*	*	*	0.2	*	*	*				
7	Ordubadi (Dış Dönük)	Tek Avlu	1.1	*	*	*								
8	Hıyabani (İçe Dönük)	Dış Avlu	1.2	*	*					3.4	*			
		İç Avlu					0.9	*				0.8		*
9	Meşrutiyet (İçe Dönük)	Tek Avlu	1		*	*	0.8		*	*				
10	Settar Han (İçe Dönük)	Dış Avlu								3.7	*			
		İç Avlu					0.5		*			0.5		*

Çizelge 2.4. İncelenen geleneksel konutlarda bina kabuğu

No	Konut	Kat	Duvar	Döşeme		Çatı	
			Tek Katmanlı	Tonoz	Düz	Eğimli	Düz
1	Behnam	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*			*
		Birinci	*		*	*	
		Dış Mekân	*		*		
2	Emir Nizam	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*		*	
		Dış Mekân	*		*		
3	Qedeki	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*		*	
		Dış Mekân	*		*		
4	Genceizade	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*			
		Birinci	*		*	*	*
		Dış Mekân	*		*		
5	Sarrafklar	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*			*
		Dış Mekân	*		*		
6	Restgar	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*			
		Birinci	*		*	*	
		Dış Mekân	*		*		
7	Ordubadi	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*			*
		Birinci	*		*	*	
		Dış Mekân	*		*		
8	Hiyabani	Bodrum	*		*		
		Zemin	*	*		*	
		Dış Mekân	*		*		
9	Meşrutiyet	Zemin	*		*		
		Birinci	*	*			*
		Dış Mekân	*	*			
10	Settar Han	Zemin	*		*		*
		Dış Mekân	*		*		

Çizelge 2.5. İncelenen geleneksel konutlarda malzeme kullanımı

No	Konut Adı	Kat	Yapı Elemanı	Yapı Malzemesi											
				Ahşap	Saman	Hasır	Tuğla	Kil	Kerpiç	Alçı	Taş	Metal	Toprak	Cam	Kireç
1	Behanm	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*			*		*		*	
			Doğrama	*									*		
		Zemin	Duvar				*	*	*	*		*			
			Döşeme				*	*	*	*		*			
			Doğrama	*									*		
			Çatı	*	*	*		*				*			
		Birinci	Duvar				*	*	*	*		*			
			Döşeme	*					*	*		*			
			Doğrama	*									*		
			Çatı	*	*	*		*		*		*			
		Dış Mekan	Duvar				*	*	*	*	*		*		
			Döşeme				*				*		*		
2	Emir Nizam	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*			*		*		*	
			Doğrama	*									*		
		Zemin	Duvar				*	*	*	*		*			
			Döşeme				*	*	*	*		*			
			Doğrama	*									*		
			Çatı	*	*	*		*				*			
Emir Nizam	Dış Mekan	Duvar				*	*	*	*			*			
		Döşeme				*			*		*				
3	Qedeki	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*			*		*		*	
			Doğrama	*										*	
		Zemin	Duvar					*	*	*	*		*		
			Döşeme				*	*	*	*		*			
			Doğrama	*										*	
		Çatı	*	*	*		*		*		*		*		
			Dış Mekan	Duvar				*	*	*	*	*		*	
Döşeme				*			*		*		*				
4	Genceizade	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*			*		*		*	
			Doğrama	*										*	
		Zemin	Duvar					*	*	*	*		*		
			Döşeme				*	*	*	*		*			
			Doğrama	*										*	
			Çatı	*	*	*		*		*		*			

Çizelge 2.5. (devam) İncelenen geleneksel konutlarda malzeme kullanımı

No	Konut Adı	Kat	Yapı Elemanı	Yapı Malzemesi											
				Ahşap	Saman	Hasır	Tuğla	Kil	Kerpiç	Alçı	Taş	Metal	Toprak	Cam	Kireç
5	Sarrafklar	Birinci	Duvar					*	*	*			*		
			Döşeme	*					*	*			*		
		Dış Mekan	Doğrama	*										*	
			Çatı	*		*				*		*	*		
			Duvar				*	*	*	*	*		*		
			Döşeme				*				*		*		
	Sarrafklar	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*				*		*		*
			Doğrama	*										*	
		Zemin	Duvar					*	*	*			*		
			Döşeme				*	*	*	*			*		
			Doğrama	*										*	
6	Restgar	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*				*		*		*
			Doğrama	*										*	
		Zemin	Duvar					*	*	*			*		
			Döşeme				*	*	*	*			*		
			Doğrama	*										*	
		Birinci	Duvar					*	*	*			*		
			Döşeme	*					*	*			*		
			Doğrama	*										*	
		Dış Mekan	Çatı	*		*				*		*	*		
			Duvar				*	*	*	*	*		*		
			Döşeme				*				*		*		
			Döşeme				*				*		*		

Çizelge 2.5. (devam) İncelenen geleneksel konutlarda malzeme kullanımı

No	Konut Adı	Kat	Yapı Elemanı	Yapı Malzemesi											
				Ahşap	Saman	Hasır	Tuğla	Kil	Kerpiç	Alçı	Taş	Metal	Toprak	Cam	Kireç
7	Ordubadi	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*				*		*		*
			Doğrama	*										*	
		Zemin	Duvar					*	*	*			*		
			Döşeme				*	*	*	*			*		
			Doğrama	*										*	
			Duvar					*	*	*			*		
		Birinci	Döşeme	*					*	*			*		
			Doğrama	*										*	
		Dış Mekan	Çatı	*		*				*		*	*		
			Duvar				*	*	*	*	*		*		
			Döşeme				*				*		*		
			Döşeme				*				*		*		
			Döşeme				*				*		*		
8	Hiyabani	Bodrum	Duvar				*		*	*	*		*		*
			Döşeme				*				*		*		*
			Doğrama	*										*	
		Zemin	Duvar					*	*	*			*		
			Döşeme				*	*	*	*			*		
			Doğrama	*										*	
			Çatı	*		*				*		*	*		
	Hiyabani	Dış Mekan	Duvar				*	*	*	*	*		*		
			Döşeme				*				*		*		
		Dış Mekan	Çatı	*		*				*		*	*		
			Duvar				*	*	*	*	*		*		
			Döşeme				*				*		*		
			Döşeme				*				*		*		

Çizelge 2.6. (devam) İncelenen geleneksel konutlarda mekân organizasyonu

	Konut Adı	Mekân Organizasyonu	Mekân																
			Tek Avlu	Dış Avlu	İç Avlu	Balkon	Eynav	Havuzhane	Mehtabi	Kışlık Oda	Yazlık Oda	Kışlık ve Yazlık Oda	Rahro	Serdab	Sersera	Kışlık Tenebi	Yazlık Tenebi	Kışlık ve Yazlık Tenebi	
8	Hiyabani	Kışlık Mekân									*				*		*		
		Yazlık Mekân										*			*		*		
		Tampon Bölge		*	*								*				*		
		Güneşten Kışın Yararlanmış		*						*			*			*			
		Yazın Korunmuş		*	*						*			*			*		
		Rüzgardan Kışın Korunmuş		*	*					*	*		*	*		*	*		
		Yazın Yararlanmış		*						*	*		*	*		*	*		
		Pncere Tek Camlı								*	*		*	*		*	*		
		Orsi																	
		Çatı																	
9	Meşrutiyet	Kışlık Mekân									*								*
		Yazlık Mekân						*	*		*								*
		Tampon Bölge	*										*						
		Güneşten Kışın Yararlanmış	*			*	*			*					*				*
		Yazın Korunmuş	*			*	*	*	*		*				*				*
		Rüzgardan Kışın Korunmuş	*			*	*	*	*	*	*		*		*				*
		Yazın Yararlanmış	*			*	*	*	*	*	*		*		*				*
		Pncere Tek Camlı						*		*	*		*		*				
		Orsi								*	*				*				*
		Çatı													*				
10	Settar Han	Kışlık Mekân							*		*				*				*
		Yazlık Mekân							*		*			*					*
		Tampon Bölge											*						
		Güneşten Kışın Yararlanmış		*	*					*			*						*
		Yazın Korunmuş		*	*						*		*						*
		Rüzgardan Kışın Korunmuş			*					*	*								
		Yazın Yararlanmış		*	*					*	*		*						*
		Pncere Tek Camlı											*	*		*			*
		Orsi																	
		Çatı																	

Çizelgelerden görüldüğü gibi, incelenen geleneksel konutlarda, güneşten optimum yararlanmaya dikkat edildiği ve Tebriz'in ideal güneşlenme yönünde konumlandırıldığı açıktır. Ayrıca bazı konutlarda, ısı kayıplarını en az seviyede tutmak için bitişik nizam

şeklinde yapılmıştır. Örneklerin kütle formunun soğuk-kuru iklim koşullarına uygun olduğu da görülmektedir. Bu konutların tümünde; güney ve batı blokları doğu ve kuzeydoğu rüzgârlarına, kuzey ve doğu blokları ise doğu ve güneydoğu rüzgârlarına maruz kalmaktadır. Ancak doğu ve kuzeydoğu rüzgârlarına maruz kalan bloklar yazlık; doğu ve güneydoğu rüzgârlarına maruz kalan bloklar ise kışlık mekân olarak kullanılmıştır.

İncelenen geleneksel konutlar genellikle bodrum, zemin ve birinci kattan oluşmuş, kimi zaman da bir, iki veya üç kattan oluşmuştur. Bodrum katlar tek katmanlı duvar ve düz döşemeden yapılmışken zemin ile birinci katlar tek katmanlı duvar, düz ve tonuz döşemeler ve düz ile eğimli çatıdan oluşmuşlar. Konutların dış mekanları da tek katmanlı duvar ile düz döşemeden oluşmuştur. Bu konutlarda malzeme kullanımı ele alınacak olursa; iç mekân malzemeleri duvar, döşeme, çatı ve doğrama olarak dört grupta incelenebilir. Zemin ile birleşen duvarlar; geçit (sokak, cadde vb.) kotuna kadar tuğla ve taş, geçit kotundan sonra ise kerpiç ve kil harcı ile yapılmıştır. Bu duvarlarda kaplama olarak da tuğla ile alçı sıvası kullanılmıştır. Zemin ve birinci kat duvarlarında ise kerpiç ve kil harcı kullanılmıştır. Ayrıca duvar kaplaması olarak da iç mekânda alçı sıvası dış mekânda ise tuğla kullanılmıştır.

Tebriz'in bu geleneksel konutlarının zemin ile birleşen döşemelerinde taş, tuğla ve topraklı kireç harcı kullanılmıştır. Havuzhanesi olan konutların bir üst katının döşemesinde tuğla, kerpiç, alçı ve toprak kullanılmıştır. Üst kat döşemelerinde de malzeme olarak ahşap, kerpiç, alçı, toprak kullanılmıştır. Bu geleneksel konutların çatı malzemeleri irdelendiğinde; düz çatılarda ahşap, saman, hasır, kil, toprak; eğimli çatılarda ise ahşap, saman, hasır, kil, alçı, toprak ve belli bir dönemden sonra metal da kullanılmıştır. İncelenen geleneksel konutların doğramalarının tümünde ise geleneksel bir malzeme olarak ahşap kullanılmıştır. Dış mekanların duvarlarında da zemin ile bağlantılı bölümlerde ve temelde taş, tuğla; üst tabakalarda ise kerpiç kullanılmıştır. Ancak kerpiçler tuğla ile kaplanmıştır. Döşemede ise tuğla ve taş kullanılmıştır.

Bu geleneksel konutların mekân organizasyonu incelendiğinde; iç avlular arsanın kuzey cephesinde, küçük ebatta yapılmışken tek ve dış avlular arsanın güney cephesinde, büyük ebatta yapılmıştır. Ayrıca bazı konutların avlusu zemin kattan daha düşük kotta yapılmıştır. İncelenen konutların eyvanlarında ise kışın kuzey doğudan esen soğuk rüzgâr ile yağıştan korunmak, güneşten yararlanmak ve bunun yanı sıra yazın da doğudan, batıdan, güneybatıdan esen faydalı rüzgârlardan yararlanmak ve güneşten korunmaya dikkat

edilmiştir. Bu konutlarda havuzhane ise bodrum katta, avludan daha düşük kotta yapılmıştır. Serdab da bodrum katta yıl boyunca hizmet mekânı olarak kullanılmış ve bu mekanlarda tek camlı pencereler kullanılmıştır.

Bu geleneksel konutların odaları ele alınacak olursa, kuzey ve doğu cephelerinde yapılan odalar kışlık, güney ve batı cephelerinde yapılan odalar yazlık oda olarak kullanılmıştır. Ayrıca hem yazlık hem de kışlık olarak kullanılan odalar da bulunmaktadır. Bu odaların tamamında tek camlı pencereler kullanılmıştır. Bu geleneksel konutlarda yazlık mekân olarak kullanılan tenebilerin yanı sıra kışlık mekân olarak kullanılan tenebiler de bulunmaktadır. İncelenen geleneksel konutların tümünde iç mekanlar, yılın soğuk döneminde kolay ısıtılma amacıyla mümkün olduğu kadar küçük ebatta yapılmıştır.

Bu bölümde söz edilen konular ise Tebriz geleneksel mimarlığının özellikleri olarak Çizelge 2.7'de sunulmuştur.

Çizelge 2.7. Tebriz geleneksel mimarlığının özellikleri

Bina Formu	Güney cephesi uzun, doğu ile batı cephesi küçük binalar	Güney cephenin güneş enerjisinden optimum yararlanma ve doğu ile batı cephesinin ısı transferini önlemek
	Sıkı plan ve minimum yapı kabuğu ile birlikte içedönüklüğe dikkat etmek Kareye yakın bina formları	Dış ortamla ısı transferini düşürmek Gün boyunca güneş ışıını ile ısınıp gece boyunca iç mekân ısıtmasına yardımcı olmaktadır Enerji kaybeden yüzeyleri minimize etmek
	Düz veya eğimli çatı kullanımı	Düz çatılar üzerindeki karla ısı yalıtımı oluşturmak İki katmanlı eğimli çatıların ısı yalıtımı yerine kullanılması
	Plan ve cephelerin rüzgâr yönüne uygun olması	Soğuk ve elverişsiz rüzgârdan korunmak
	Bodrum kat kullanımı ve bazı mekanların bodrum kata yer alması	Dış ortamla ısı transferini düşürmek ve soğuk mevsimlerde toprak sıcaklığının kullanımı
	Binanın güney cephesinde verandalı büyük pencerelerin kullanımı Orsi pencerelerinin kullanımı	Kışın güneş enerjisinden yararlanmak ve yazın güneş enerjisinden korunmak Güneş ışığını miktarını kontrol etmek, ısı transferini önlemek

Çizelge 2.7. (devam) Tebriz geleneksel mimarlığının özellikleri

Plan organizasyonu	Sıkı ve doğu batı eksenli uzun planlar	Isı transferini düşürmek ve güneş enerjisinden yararlanmak
	Isı üreten mekanların planın ortasında, ana ve büyük mekanların avlunun kuzeyinde ve ikincil mekanların planın batı yönünde yerleştirilmesi	Soğuk mevsimde ısınma ve sıcak mevsimde soğutmaya yardımcı olmak, kışın güneş enerjisinden yararlanma
	Küçük ebatlı ve düşük tabanlı oda ve mekân kullanımı	Oda hacmini düşürmek ve minimum bina hacmi oluşturmak, Soğuk mevsimlerde odaların kolay ısınması
	Kışlık ve yazlık mekân kullanımı	Gerek güneş ve rüzgârdan yararlanarak gerekse korunarak konfor sağlamak
	Koridor ve heşti kullanımı	Tompon bölge oluşturmak
	İç avluların arsanın kuzeyinde yer alması ve küçük tutulması, dış ve tek avluların ise arsanın güneyinde yer alması ve büyük boyutta yapılması	Yazın güneşten ve kışın soğuk rüzgârdan korunmak Kışın güneşten daha iyi yararlanmak ve soğuk rüzgârdan daha iyi korunmak
	Kışlık mekanların bina kütesinin güneyinde, yazlık mekanlarında bina kütesinin kuzeyinde yer alması	Kışlık mekânın güneşten yararlanması, yazlık mekânın ise gölgeli ve serin ortam oluşturması
Yönlendirme	Güneş ve rüzgâra göre bina yönünün belirlenmesi	Güneş ve faydalı rüzgârdan yararlanma, yersiz gölgeden kaçınma, soğuk rüzgârdan korunma
Organizasyon	Sıkışık şehir dokusu Binalar arası boşluk olmaması	Enerji transferi yapan yüzeyleri minimize etmek
	Mekanlar arası bağlantını en aza düşürmek ve tampon bölgeler oluşturmak	Isı kaybını düşürmek
	Çok katlı bina yapmak	Çatı yüzeyini minimize etmek, kışın ısı kaybını önlemek ve yazın güneşten yararlanmak
Malzeme	Nispeten kalın duvarlar	Isı depolama ve ısı transferini düşürme
	Isı direnci ve ısı depolama kapasitesi yüksek malzemeler	Bina içinde ısı konfor sağlamak Gündüz ve soğuk günlerde ısıyı depolayıp gece içeri aktarmak
	Bina gövdesinin taş ile örülmesi	Rutubeti önlemek
	Bölgede bulunan malzemeler	Bölgede kolayca bulunan, az işlenerek veya hiç işlenmeden kullanılan ve bölgenin iklimsel koşullarına uygun malzeme kullanımı

3. MATERYAL VE METOD

Enerji tüketiminin en aza indirgenmesi ve iklim odaklı uygulamalar yapılması günümüz mimarisinde önemli yere sahiptir. Bu bölümde Tebriz kentinde bulunan yaygın bir konut modeli örnek alınmıştır. Örnek konutun özellikleri anlatıldıktan sonra yapının tüm bilgileri simülasyon programına aktarılmış ve enerji tüketimi analiz edilmiştir. Daha sonra mimari elemanlar ile tasarım parametrelerinin Tebriz ikliminde bina enerji tüketimi üzerindeki etkisi 100 m^2 alana sahip bir kutu üzerinde analiz edilmiş, enerji tüketimini azaltmak için uygun kriterler çıkarılmıştır. Sonuçta elde edilen kriterlere dayanarak örnek alınan bina ile aynı metrekaşe ve mekanlara sahip bir bina tasarlanmış ve enerji tüketim miktarları hesaplanmıştır.

3.1. Tebriz Konut Örneğinin Enerji Tüketim Miktarının Belirlenmesi

Analizi yapılacak yapı seçilirken, Tebriz kentinde yaygın olan bir bina tipi tercih edilmiştir. Seçilmiş olan yapı, betonarme iskelet sistemi ile yapılmıştır ve kompakt bir forma sahiptir.



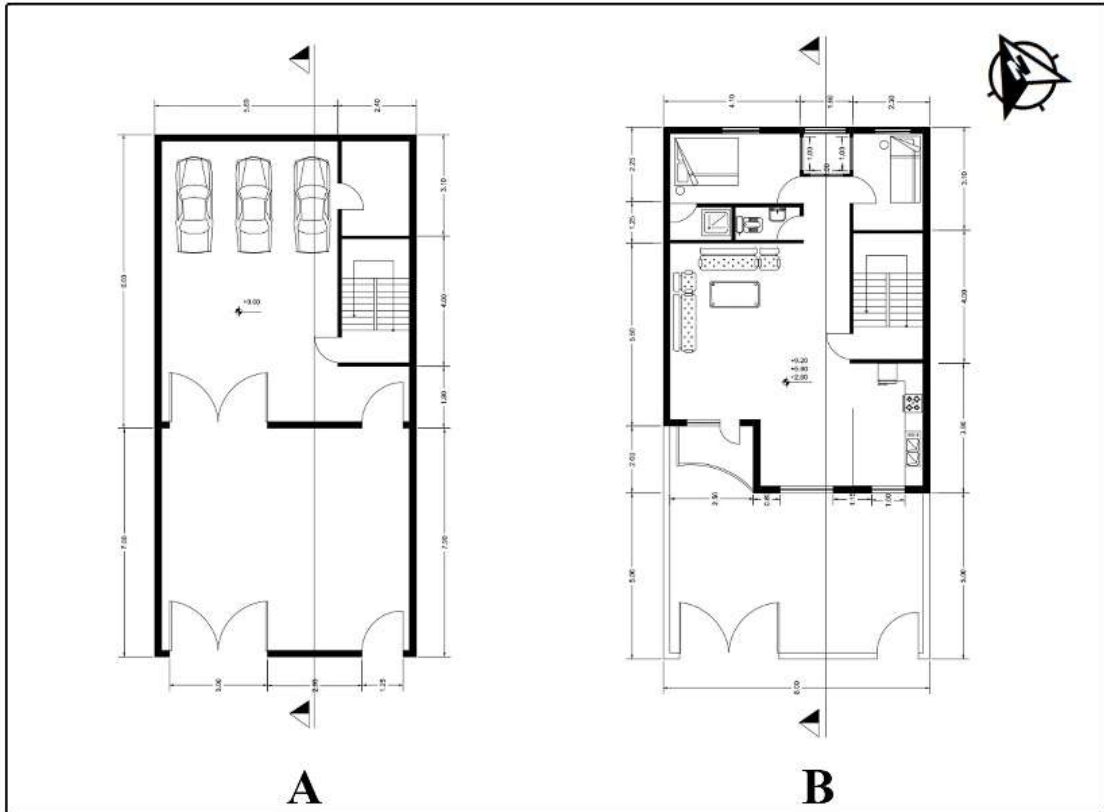
Şekil 3.1. Tebriz Yahçıyan ili uydu görüntüsü (URL-14)

Söz konusu konutun 2009'da inşaatı tamamlanmış olup, zemin katı garaj olarak kullanılmak üzere 4 kattan oluşmaktadır. Konut kuzey güney eksenlidir ve birincil cephesi güneye bakmaktadır. Binanın yönelmesi güneyden batıya doğru 30 derecedir. Düz bir araziye yerleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Tebriz konut örneğine ait yapı kimlik bilgileri

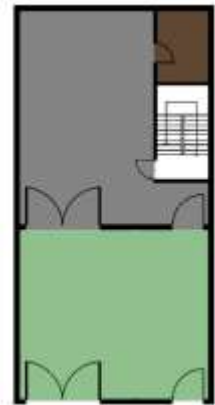
Örnek Konuta Ait Kimlik Bilgileri		
Yapım yılı/ yeri	2009/Yahçıyan, Tebriz	
Arazi durumu	Düz arazi	
Bina yönlenmesi	Güneyden batıya 30 derece	
Kat sayısı	4 kat	
Yenileme yılı/ mimarı	-/ Müteahhit	

Analiz için seçilen konutta, kuzey güney eksenli kompakt bina formu kullanılmıştır. Zemin katın eni 8 m, boyu 9 metre olup bu katta garaj ile depo odası bulunmaktadır. Diğer katlar ise aynı plan ve tasarıma sahiptir. Bu katların da eni 8 m, boyu 11 metre olup her katta salon, mutfak, 2 yatak odası, tuvalet, banyo, balkon ve atrium bulunmaktadır. Zemin kat $72 m^2$ brüt alana, diğer katlar da $87 m^2$ brüt alana sahiptir. Binanın güneyinde boyu 5 m, eni 8 m olan bir avlu yer almaktadır. Binanın yüksekliği ise 13.20 metredir.



Şekil 3.2. Zemin kat planı (A) ile diğer kat planlar (B)

Çizelge 3.2. Yaşam alanları ve ebatları

Zemin kat	Yaşam alanı		Alan ölçüleri/ m^2	
		Garaj	54	
		Depo odası	8	
		Sirkülasyon	10	
		Avlu	52	
Normal Kat Planı	Yaşam alanı		Alan ölçüleri/ m^2	
		Yatak odası 1	8.30	
		Yatak odası 2	6	
		Salon	39.80	
		Atrium	2	
		Tuvalet ve banyo	5	
		Mutfak	8.80	
		Balkon	3.50	
		Sirkülasyon	13.6	

Söz konusu konutta kullanılan malzemeler için konutun detay projesi ve teknik şartnameden faydalanılmıştır. Kullanılan malzemeler aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınmış, Şekil 3.3'te yer almaktadır.

Duvar

Güney duvar (içten dışa): plastik boya+ alçı kaplama+ beton briket+ dış sıva+ mermerden oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 26 cm'dir.

Batı, doğu ve kuzey duvar (içten dışa): plastik boya+ alçı kaplama+ beton briket + dış sıvadan oluşmuştur. Toplam kalınlığı 25 cm'dir.

İç duvar: plastik boya+ alçı kaplama+ beton briket + alçı kaplama+ plastik boyadan oluşmaktadır. Toplan kalınlığı 15 cm' dir.

Pencereler/ kapılar

Tek camlı 3mm'lik pencere kullanılmış, kullanılan dış kapılar da tek camlı 3mm'lik pencerelere sahipler. Zemin katın güney cephesinde yaklaşık 10 m^2 kapı kullanılmış. Sistemik olarak yapının diğer katlarında da aynı tip pencereler ve kapılar kullanılmıştır. Her katın güney cephesinde yaklaşık 7.40 m^2 pencere ve 2.20 m^2 kapı kullanılmıştır. Katların kuzey cephesinde de 5 m^2 pencere yer almaktadır. Binanın çatısında da atrium için yaklaşık 1.20 m^2 pencere kullanılmıştır.

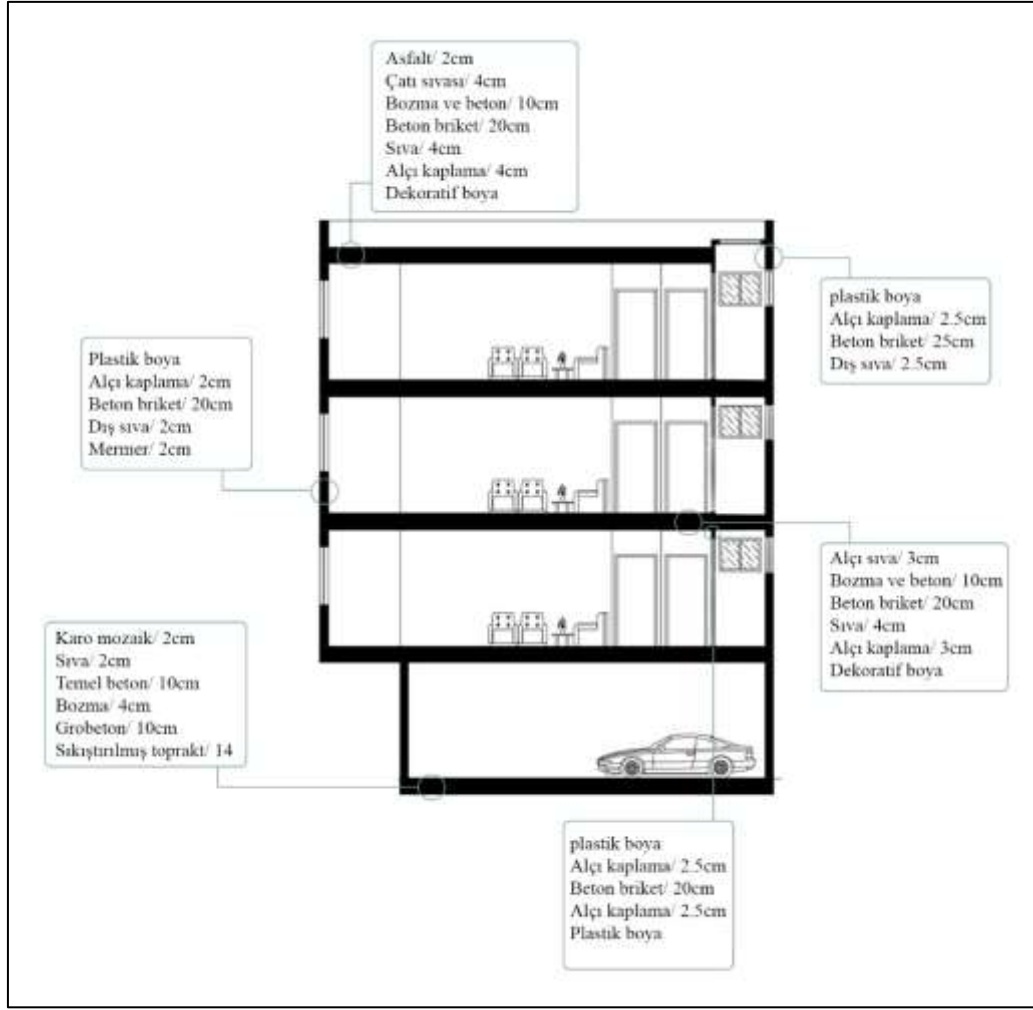
Çatı

Yapı düz çatıya sahiptir. Çatı (üsten alta): asfalt+ çatı sıvası+ bozma ve beton+ beton briket + sıva+ alçı kaplama+ dekoratif boyadan oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 43 cm'dir.

Döşeme

Temel döşemesi (üsten alta): karo mozaik+ yapıştırma harcı+ temel beton+ blokaj + grobeton+ sıkıştırılmış topraktan oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 40 cm'dir.

Kat döşemesi (üsten alta): alçı sıva + blokaj ve beton+ beton briket +yapıştırma harcı + alçı kaplama+ dekoratif boyadan oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 40 cm'dir.



Şekil 3.3. Bina kesiti ve detayları

Ayrıca çalışma sırasında günümüz mimarisinde Tebriz konutlarının özellikleri genel olarak incelenmiştir. İncelenme sonrası elde edilen sonuçların daha kolay anlaşılabilmesi için söz konusu konutların özellikleri Çizelge 3.3'te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Günümüz yapılan Tebriz konutlarının özellikleri

Tebriz konutlarının özellikleri
Güney cephenin uzun olması gerektiği dikkate alınmamaktadır
Düz çatı kullanımı daha yaygındır ancak eğimli çatı da kullanılmaktadır
Bodrum kat kullanımı veya binanın en az bir kısmının zemin kottan düşük olması yeterince dikkate alınmamaktadır
Kullanılan pencere türü ve ebatlarında bölgenin iklimsel özellikleri dikkate alınmamaktadır
Binaların en boy oranında, doğu batı eksenli olması yeterince dikkate alınmamaktadır
Bölgenin iklimsel koşulları konutların iç mekân organizasyonunda göz ardı edilmektedir

Çizelge 3.3. (devam) Günümüz yapılan Tebriz konutlarının özellikleri

Tebriz konutlarının özellikleri
Bina yönelmesinde, güneşlenme ve rüzgâr yönü ön planda yer almamaktadır
Günümüz koşulları gereği binalarda duvarlar kalın yapılsa da, ısı transferinin önlenmesi için yalıtım da kullanılmamaktadır
Kullanılan malzemelerin U değerleri dikkate alınmamaktadır
Balkon kullanımında iklimsel koşullar göz ardı edilmektedir

Bir sonraki aşamada Design Builder programıyla örnek alınan konutun enerji simülasyonu yapılmış olup konuta ilişkin bilgiler detaylı şekilde ele alınmıştır.

3.2. Örnek Konutun Design Builder Simülasyon Programı ile Enerji Tüketim Analizi

Analiz amacıyla seçilen konut Tebriz kentinin Yahçıyan ilinde bulunan ve 2009 yılında inşaatı tamamlanmış olan bir yapıdır. Söz konusu yapının, yapı kabuğu elemanları ve bu elemanlara ait U değerleri ile yapıya ait HVAC sistem elemanları kullanılmış olup Design Builder programı ile enerji simülasyonu yapılmıştır.

İlk adımda Design Builder programında yapı modellenmiş olup daha sonra, yapı kabuğu elemanlarından; duvarlar, kapı/pencereler, çatı, temel/döşeme gibi kabuk elemanlarının ve bu elemanlarda kullanılan malzemelerin, U değerleri, ısı iletkenlik değeri ve HVAC sistemi gibi program analizi içerisinde var olan etkenler kullanılmış ve ardından metrekare başına düşen ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarının analiz simülasyonu yapılmıştır.

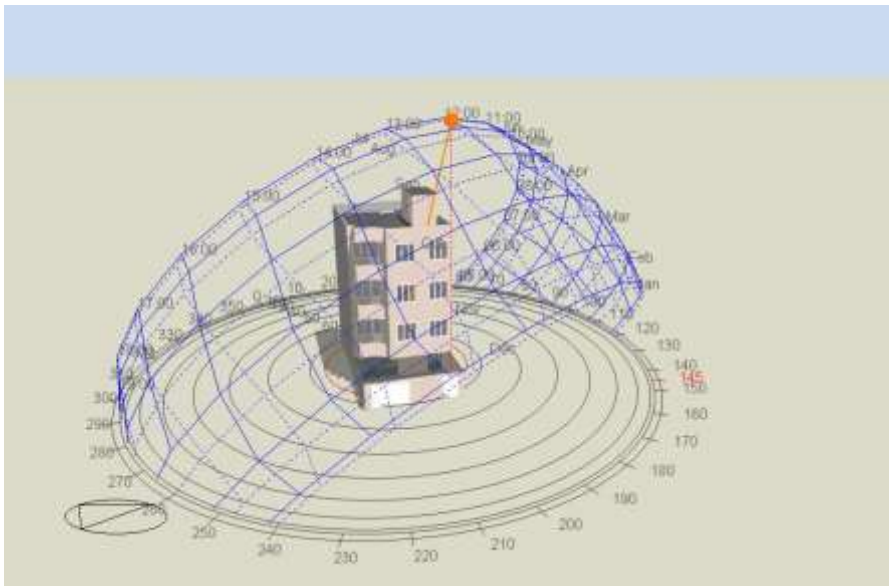
Simülasyon sürecinde izlenen adımlar ise şu şekilde gerçekleştirilmiştir;

- Yapının uygulama projesinin elde edilmesi,
- Yapının verilerinin Design Builder programına aktarılması,
- Programdaki varsayımların tanımlanması ve
- Simülasyonun başlatılarak enerji ihtiyacının belirlenmesi.

Design Builder programında yapının simülasyonunun yapılması ve varsayımların tanımlanması ise aşağıdaki gibi geliştirilmiştir;

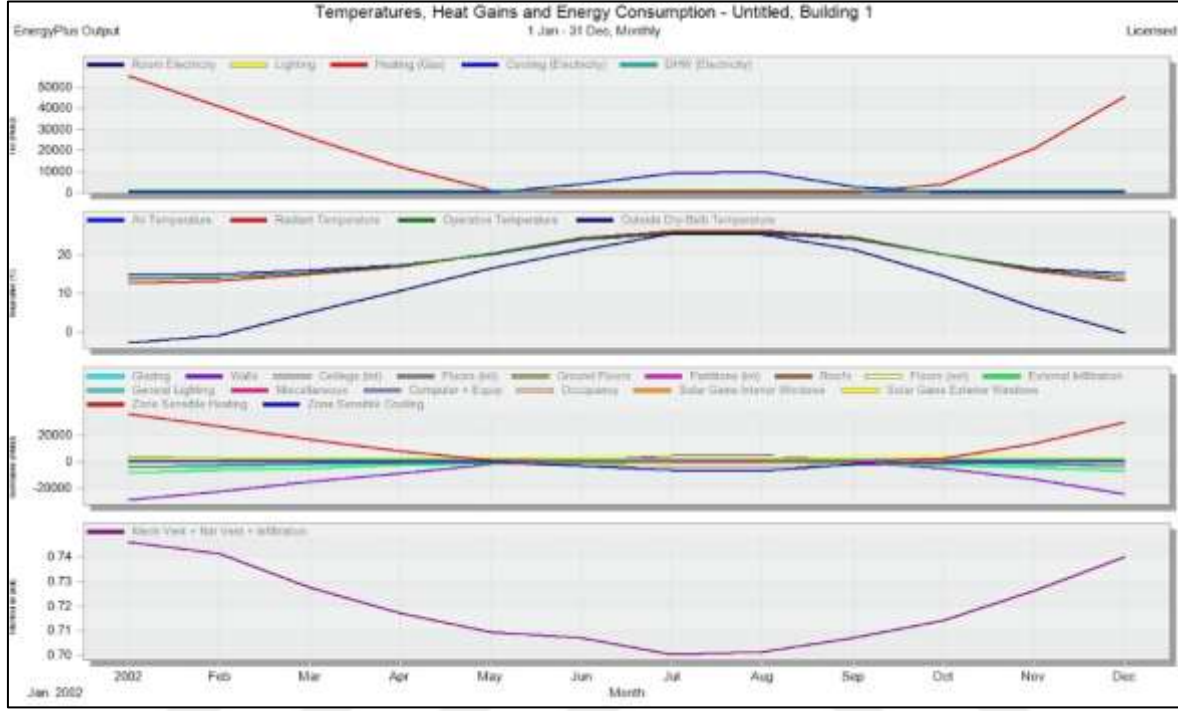
- Design Builder programı simülasyonda, ASHRAE standartlarına uygun iklim verilerini kullanmaktadır.
- Programda bulunan Tebriz bölgesine ait iklim verileri kullanılmıştır.
- Mevcut yapıya ait yapı kabuğu elemanları her bir mekân için ayrı ayrı programa tanımlanmış; programda bulunmayan yapı kabuğu elemanlarına ise malzeme katmanları oluşturulup, kalınlıkları ve teknik bilgileri programa girilerek tanımlanmıştır.
- Tebriz kentinde harcanan enerjide en büyük payı ısıtma için harcanan enerji oluşturmaktadır. İkinci sırada ise yaz aylarında soğutma için harcanan enerji yer almaktadır. Bu nedenle simülasyon kapsamında ısıtma ve soğutma için tüketilen enerji miktarı değerlendirilmiş olup elektrikli klima hariç diğer elektrikli ev aletlerinin kullanımı göz ardı edilmiştir.
- Yapıda bulunan bütün mekânların (garaj hariç) ısıtması sıcak sulu radyatör sistem ile sağlanmakta ve yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Soğuma için de elektrikli klima seçilmiştir.
- Design Builder şablonuna göre; yaşam alanı için iç ortam sıcaklık değeri 19°C'dir. Odalar, hol, banyo gibi diğer alanlar için 18°C olarak kullanılmıştır. Her bir mekân için metabolik faktör ise 0,90 olarak kabul edilmiş ve tanımlanmıştır.

Örnek alınan yapının modeli, iklim verileri, uygulama projesine ait veriler, kullanıcı profili gibi veriler programa aktarıldıktan sonra Şekil 3.4'te görüldüğü gibi oluşturulmuş ve daha sonra ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarının simülasyonu yapılmıştır.

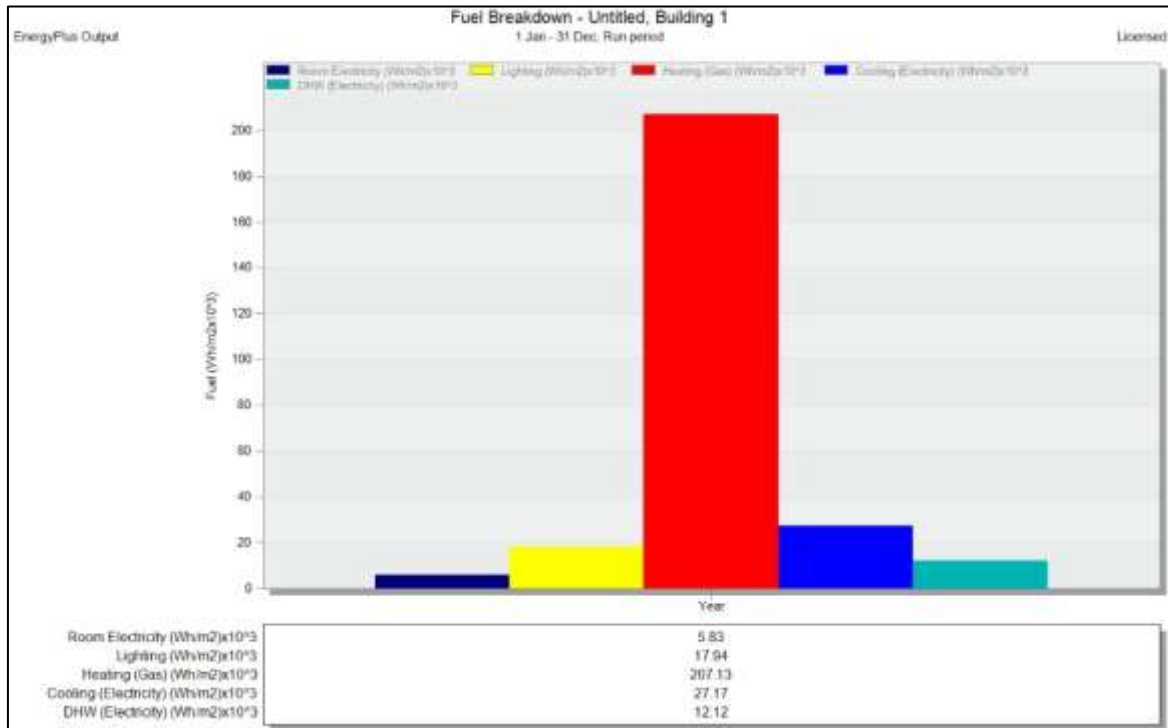


Şekil 3.4. Tebriz konut örneğine ait Design Builder yapı modeli

Her kat için mekânlar belirlenmiş ve gerekli veriler programa işlenmiştir. Programa girilen veriler ve yapılan simülasyon sonucunda metrekare başına düşen yıllık ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı hesaplanmıştır ve Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Mevcut binada ısıtma ve soğutma için aylara göre/yıllık enerji tüketim miktarı



Şekil 3.6. Mevcut binada ısıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı

Date/Time	Room Electricity (Wh/m ²)	Lighting (Wh/m ²)	Heating (Gas) (Wh/m ²)	Cooling (Electricity) (Wh/m ²)	DHW (Electricity) (Wh/m ²)
12:00:00 AM	5829.246	17936.1	207126.8	27170.05	12115.77

Şekil 3.7. Mevcut binada ısıtma ve soğutma için yıllık enerji tüketim miktarı

Mevcut duruma ait metrekare başına düşen yıllık ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı incelendiğinde, ısıtma için 207126.8 Wh/m^2 (207.13 kWh/m^2) ve soğutma için 27170.05 Wh/m^2 (27.17 kWh/m^2) ve toplam 234296.85 Wh/m^2 (234.30 kWh/m^2) tüketildiği karşımıza çıkmaktadır.

Bu bölümde mevcut konutun özellikleri anlatıldıktan sonra Design Builder programı ile metrekare başına düşen ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı hesaplanmıştır. Bir sonraki bölümde mimari elemanlar ile tasarım parametrelerinin, Tebriz ikliminde bina enerji tüketimi üzerindeki etkisi analiz edilecek, enerji tüketimini azaltmak için uygun kriterler araştırılacaktır. Bu analizler sonucunda elde edilen kriterlere dayanarak aynı metrekare ve mekanlara sahip bir bina tasarlanıp enerji tüketim miktarı hesaplanacaktır. Analiz edilecek mimari elemanlar ile tasarım parametreleri Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Analiz edilecek mimari elemanlar ile tasarım parametreleri

Mimari Elemanlar ve Tasarım Parametreleri		
Pencere	Balkon	Malzeme
Yalıtım	Çatı	Kat Sayısı
Bodrum Kat	En boy oranı	Yönlendiriliş Durumu

Söz konusu elemanlar ile tasarım parametrelerinin enerji tüketim miktarındaki etkisi genel olarak analiz edileceği için bu aşamada 100 m^2 alana sahip bir kutu tasarlanacak ve binanın iç mekânında farklı birimler yerine sadece bir yaşam alanının olduğu varsayılarak Design Builder programına tanımlanacaktır. Çünkü farklı iç mekanlara sahip bir bina, mekanların taşıdığı işlevlere bağlı olarak farklı miktarda enerji tüketmektedir ve bu mekanların var olması bu aşamada enerji analiz simülasyonlarını etkileyerek yanlış sonuçlara neden olabilir. Bu nedenle analizler yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlara dayanarak optimum değerlerin de göz önünde bulundurulmasıyla hangi mekanların nerede olduğunun enerji tüketimi açısından daha doğru olabileceği tartışılacak ve en son aşamada Design Builder programıyla bu mekanların konumlandırılmasının enerji tüketimindeki etkisi analiz edilecektir.



4. MİMARİ KARARLARIN ENERJİ TÜKETİMİ ÜZERİNDE ETKİSİ

Bu bölümde mimari elemanlar ile tasarım parametrelerinin, Tebriz ikliminde bina enerji tüketimi üzerindeki etkisi analiz edilmiş, enerji tüketimini azaltmak için uygun kriterler araştırılmıştır. Bu amaçla 100 m² alana sahip bir kutu tasarlanarak Design Builder programına analizler yapılmış. Söz konusu kutuda, pencere boyutları, cepheleri, farklı cephelerdeki kombinasyonları, balkon derinlikleri, kabukta kullanılan yapı malzemeleri, dış cephedeki malzemenin rengi, yalıtım alternatifleri, çatı kombinasyonları, kat sayısı ve yönlendirme gibi parametrelerinin enerji tüketimindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen “optimum değere sahip senaryo” yeni konut tasarımında bir klavuz rol üstlenmiştir.

4.1. Pencere

Bu bölümde binaların farklı yönlerinde yer alan pencere oranlarının ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarındaki etkisi analiz edilmiş, minimum enerji tüketimi için en uygun pencere oranı tespit edilmeye çalışılmıştır. Analiz simülasyonu için günümüzde Tebriz'de yaygın olan çift camlı pencere seçilmiştir. Binanın güney, batı, kuzey, doğu cephelerinde kullanılan pencere oranının enerji tüketimindeki etkisinin belirlenmesi için her yön ayrı ayrı ele alınmış olup pencere oranlarının etkisi analiz edilirken binanın diğer yönlerinde pencere kullanılmamıştır.

Güney Cephesi

Bu aşamada güney cephede pencere kullanılırken diğer cephelerde pencere kullanılmamıştır. Şekil 4.1- 4.11'da görüldüğü gibi güney cephede yer alan pencere oranı %0 olduğunda ısıtma için 238.27 Kwh/m², soğutma için 7.12 Kwh/m² enerji tüketilmiştir. Kullanılan pencere oranı %10 iken ısıtma için 235.50 Kwh/m², soğutma için 7.40 Kwh/m²; %20 iken ısıtma için 230.58 Kwh/m², soğutma için 7.94 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 225.65 Kwh/m², soğutma için 8.49 Kwh/m²; %40 iken ısıtma için 220.93 Kwh/m², soğutma için 9.05 Kwh/m²; %50 iken ısıtma için 216.40 Kwh/m², soğutma için 9.61 Kwh/m²; %60 iken ısıtma için 212.05 Kwh/m², soğutma için 10.18 Kwh/m²; %70 iken ısıtma için 207.87 Kwh/m², soğutma için 10.75 Kwh/m²; %80 iken ısıtma için 203.69 Kwh/m², soğutma için 11.33 Kwh/m²; %90 iken ısıtma için 199.83 Kwh/m², soğutma için 11.92 Kwh/m² ve %100 olduğu durumda ısıtma için 198.04 Kwh/m², soğutma için 12.16 Kwh/m² enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	238.27
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.12

Şekil 4.1. Güney cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	235.50
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.40

Şekil 4.2. Güney cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	230.58
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.94

Şekil 4.3. Güney cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	225.65
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.40

Şekil 4.4. Güney cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	220.93
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.85

Şekil 4.5. Güney cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	216.40
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	9.61

Şekil 4.6. Güney cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	212.05
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	10.18

Şekil 4.7. Güney cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	207.87
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	10.75

Şekil 4.8. Güney cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	203.69
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.33

Şekil 4.9. Güney cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	199.83
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.92

Şekil 4.10. Güney cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	198.04
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.16

Şekil 4.11. Güney cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Batı Cephesi

Batı cephesinde yer alan pencere oranının enerji tüketim miktarındaki etkisi ele alınacak olursa, şekil 4.12- 4.22'de görüldüğü gibi bu cephede kullanılan pencere oranı %0 olduğunda ısıtma için 238.27 Kwh/m², soğutma için 7.12 Kwh/m² enerji tüketilmiştir. Kullanılan pencere oranı %10 iken ısıtma için 236.41 Kwh/m², soğutma için 7.51 Kwh/m²; %20 iken ısıtma için 233.24 Kwh/m², soğutma için 8.23 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 230.14 Kwh/m², soğutma için 8.95 Kwh/m²; %40 iken ısıtma için 226.91 Kwh/m², soğutma için 9.69 Kwh/m²; %50 iken ısıtma için 223.98 Kwh/m², soğutma için 10.44 Kwh/m²; %60 iken ısıtma için 221.13 Kwh/m², soğutma için 11.20 Kwh/m²; %70 iken ısıtma için 218.15 Kwh/m², soğutma için 11.95 Kwh/m²; %80 iken ısıtma için 215.44 Kwh/m², soğutma için 12.71 Kwh/m²; %90 iken ısıtma için 212.79 Kwh/m², soğutma için 13.49 Kwh/m² ve %100 olduğu durumda ısıtma için 211.50 Kwh/m², soğutma için 13.81 Kwh/m² enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	238.27
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.12

Şekil 4.12. Batı cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	236.41
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.51

Şekil 4.13. Batı cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	233.24
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.23

Şekil 4.14. Batı cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	230.14
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.95

Şekil 4.15. Batı cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	226.91
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	9.69

Şekil 4.16. Batı cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	223.98
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	10.44

Şekil 4.17. Batı cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	221.13
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.20

Şekil 4.18. Batı cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	219.15
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.95

Şekil 4.19. Batı cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	215.44
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.71

Şekil 4.20. Batı cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	212.79
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	13.49

Şekil 4.21. Batı cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	211.50
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	13.81

Şekil 4.22. Batı cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Kuzey Cephesi

Kuzey cephedeki pencere oranının etkisi analiz edildiğinde, şekil 4.23-4.33'ta görüldüğü gibi bu cephede kullanılan pencere oranı %0 olduğunda ısıtma için 238.27 Kwh/m², soğutma için 7.12 Kwh/m² enerji tüketilmiştir. Kullanılan pencere oranı %10 iken ısıtma için 239.45 Kwh/ m², soğutma için 6.70 Kwh/ m²; %20 iken ısıtma için 241.59 Kwh/ m², soğutma için 6.28 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 243.77 Kwh/m², soğutma için 5.87 Kwh/m²; %40 iken ısıtma için 245.75 Kwh/m², soğutma için 5.45 Kwh/m²; %50 iken ısıtma için 247.75 Kwh/m², soğutma için 5.04 Kwh/m²; %60 iken ısıtma için 249.79 Kwh/m², soğutma için 4.61 Kwh/m²; %70 iken ısıtma için 251.86 Kwh/m², soğutma için 4.20 Kwh/m²; %80 iken ısıtma için 253.71 Kwh/m², soğutma için 3.78 Kwh/m²; %90 iken ısıtma için 255.58 Kwh/m², soğutma için 3.37 Kwh/m² ve %100 olduğu durumda ısıtma için 256.66 Kwh/m², soğutma için 2.95 Kwh/m² enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	238.27
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.12

Şekil 4.23. Kuzey cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	239.45
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	6.70

Şekil 4.24. Kuzey cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	241.59
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	6.28

Şekil 4.25. Kuzey cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	243.77
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.87

Şekil 4.26. Kuzey cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	245.75
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.45

Şekil 4.27. Kuzey cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	247.75
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.04

Şekil 4.28. Kuzey cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	249.70
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	4.61

Şekil 4.29. Kuzey cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	251.86
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	4.20

Şekil 4.30. Kuzey cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	253.71
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	2.78

Şekil 4.31. Kuzey cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	255.58
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	3.37

Şekil 4.32. Kuzey cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	258.66
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	2.95

Şekil 4.33. Kuzey cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Doğu Cephesi

Doğu cephesinde yer alan pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi ise şekil 4.34-4.44'te gösterilmiştir. Diğer cephelerde pencere kullanılmadığı halde doğu cephesinde kullanılan pencere oranı %0 olduğunda ısıtma için 238.27 Kwh/m², soğutma için 7.12 Kwh/m² enerji tüketilmiştir. Kullanılan pencere oranı %10 iken ısıtma için 236.18 Kwh/m², soğutma için 7.49 Kwh/m²; %20 iken ısıtma için 232.56 Kwh/m², soğutma için 8.23 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 229.27 Kwh/m², soğutma için 8.98 Kwh/m²; %40 iken ısıtma için 225.86 Kwh/m², soğutma için 9.76 Kwh/m²; %50 iken ısıtma için 222.55 Kwh/m², soğutma için 10.56 Kwh/m²; %60 iken ısıtma için 219.33 Kwh/m², soğutma için 11.36 Kwh/m²; %70 iken ısıtma için 216.20 Kwh/m², soğutma için 12.19 Kwh/m²; %80 iken ısıtma için 213.17 Kwh/m², soğutma için 13.12 Kwh/m²; %90 iken ısıtma için 210.40 Kwh/m², soğutma için 13.84 Kwh/m² ve %100 olduğu durumda ısıtma için 208.95 Kwh/m², soğutma için 14.21 Kwh/m² enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	238.27
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.12

Şekil 4.34. Doğu cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	236.18
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.49

Şekil 4.35. Doğu cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	232.56
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.23

Şekil 4.36. Doğu cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	229.27
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.98

Şekil 4.37. Doğu cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	225.86
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	9.76

Şekil 4.38. Doğu cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	222.55
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	10.56

Şekil 4.39. Doğu cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	219.33
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.36

Şekil 4.40. Doğu cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² ×10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² ×10 ³)	216.20
Cooling (Electricity) (Wh/m ² ×10 ³)	12.19

Şekil 4.41. Doğu cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² ×10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² ×10 ³)	213.17
Cooling (Electricity) (Wh/m ² ×10 ³)	12.02

Şekil 4.42. Doğu cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² ×10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² ×10 ³)	210.40
Cooling (Electricity) (Wh/m ² ×10 ³)	12.84

Şekil 4.43. Doğu cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² ×10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² ×10 ³)	208.95
Cooling (Electricity) (Wh/m ² ×10 ³)	14.21

Şekil 4.44. Doğu cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Tüm Yönlerde Pencere Kullanımının Enerji Tüketimi Üzerinde Etkisi

Tüm yönlerde yer alan aynı pencere oranı enerji tüketim miktarında farklı sonuçları ortaya koyabilir. Bu nedenle tüm yönlerde aynı oranda pencere kullanılarak enerji tüketim miktarı analiz edilmiş ve şekil 4.45-55'te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar tüm yönlerde yer alan pencere oranının %0 olduğunda ısıtma için 238.27 Kwh/m², soğutma için 7.12 Kwh/m² enerji tüketildiğini göstermektedir. Kullanılan pencere oranı %10 olduğunda ise ısıtma için 230.58 Kwh/m², soğutma için 8.40 Kwh/m²; %20 iken ısıtma için 218.15 Kwh/m², soğutma için 10.84 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 206.99 Kwh/m², soğutma için 13.34 Kwh/m²; %40 iken ısıtma için 202.67 Kwh/m², soğutma için 19.77 Kwh/m²; %50 iken ısıtma için 200.00 Kwh/m², soğutma için 24.64 Kwh/m²; %60 iken ısıtma için 203.86 Kwh/m², soğutma için 26.84 Kwh/m²; %70 iken ısıtma için 208.77 Kwh/m², soğutma için 29.12 Kwh/m²; %80 iken ısıtma için 210.95 Kwh/m², soğutma için 30.99 Kwh/m²; %90 iken ısıtma için 214.11 Kwh/m², soğutma için 32.68 Kwh/m² ve %100 olduğu durumda ısıtma için 218.93 Kwh/m², soğutma için 33.83 Kwh/m² enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	238.27
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.12

Şekil 4.45. Tüm cephelerde pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	230.58
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.40

Şekil 4.46. Tüm cephelerde pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	218.15
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	10.84

Şekil 4.47. Tüm cephelerde pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	206.99
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	13.34

Şekil 4.48. Tüm cephelerde pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	202.67
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	18.77

Şekil 4.49. Tüm cephelerde pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	200.00
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	24.64

Şekil 4.50. Tüm cephelerde pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	203.86
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	26.84

Şekil 4.51. Tüm cephelerde pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	208.77
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	29.12

Şekil 4.52. Tüm cephelerde pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	210.95
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	30.99

Şekil 4.53. Tüm cephelerde pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	214.11
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	32.68

Şekil 4.54. Tüm cephelerde pencere %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	218.93
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	33.83

Şekil 4.55. Tüm cephelerde pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Enerji analiz simülasyon sonuçları, güney cephede yer alan pencerelerin enerji tüketim miktarında daha etkin olduğunu göstermiştir. Ayrıca güney cephede yer alan pencerelerin optimum oranının %100 olduğu da gözlemlenmiştir. Bu nedenle bir sonraki bölümde, güney cephede %100 pencere kullanıldığında diğer yönlerde yer alan uygun pencere oranının belirlenmesine çalışılmıştır.

Batı ve Doğu Cephesi

Binanın güney cephesinde yer alan pencere oranı %100 olduğunda, batı ve doğu cephesinde yer alan pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi ise şekil 4.56-4.66'da gösterilmiştir. Enerji simülasyon sonuçları, batı ve doğu cephesinde yer alan pencere oranının %0 olduğunda ısıtma için 198.04 Kwh/m², soğutma için 12.16 Kwh/m² enerji tüketildiğini göstermektedir. Kullanılan pencere oranı %10 olduğunda ise ısıtma için 195.96 Kwh/m², soğutma için 20.44 Kwh/m²; %20 iken ısıtma için 194.39 Kwh/m², soğutma için 26.25 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 192.70 Kwh/m², soğutma için 35.32 Kwh/m²; %40 iken

ısıtma için 193.77 Kwh/m², soğutma için 41.42 Kwh/m²; %50 iken ısıtma için 195.96 Kwh/m², soğutma için 45.32 Kwh/m²; %60 iken ısıtma için 199.18 Kwh/m², soğutma için 48.53 Kwh/m²; %70 iken ısıtma için 203.01 Kwh/m², soğutma için 52.79 Kwh/m²; %80 iken ısıtma için 205.24 Kwh/m², soğutma için 56.52 Kwh/m²; %90 iken ısıtma için 208.05 Kwh/m², soğutma için 60.05 Kwh/m² ve %100 olduğu durumda ısıtma için 208.41 Kwh/m², soğutma için 63.21 Kwh/m² enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	198.04
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.16

Şekil 4.56. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	195.96
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	20.44

Şekil 4.57. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	194.39
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	26.25

Şekil 4.58. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	192.70
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	35.32

Şekil 4.59. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	193.77
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	41.42

Şekil 4.60. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	195.96
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	45.32

Şekil 4.61. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ⁴	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ⁴	199.18
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ⁴	48.53

Şekil 4.62. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ⁴	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ⁴	203.01
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ⁴	52.79

Şekil 4.63. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ⁴	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ⁴	205.24
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ⁴	56.52

Şekil 4.64. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ⁴	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ⁴	206.05
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ⁴	60.05

Şekil 4.65. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ⁴	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ⁴	208.41
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ⁴	63.21

Şekil 4.66. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Kuzey Cephesi

Binanın güney cephesinde yer alan pencere oranı %100 ise, batı ve doğu cephesinde de pencere kullanılmamışsa şekil 4.67-4.77'de görüldüğü gibi kuzey cephede kullanılan pencere oranı %0 olduğunda ısıtma için 198.04 Kwh/m², soğutma için 12.16 Kwh/m² enerji tüketilmiştir. Kullanılan pencere oranı %10 iken ısıtma için 201.32 Kwh/m², soğutma için 11.20 Kwh/m²; %20 iken ısıtma için 204.72 Kwh/m², soğutma için 10.22 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 210.76 Kwh/m², soğutma için 9.26 Kwh/m²; %40 iken ısıtma için 216.78 Kwh/m², soğutma için 8.30 Kwh/m²; %50 iken ısıtma için 220.73 Kwh/m², soğutma için 7.32 Kwh/m²; %60 iken ısıtma için 226.70 Kwh/m², soğutma için 6.35 Kwh/m²; %70 iken

ısıtma için 232.79 Kwh/m², soğutma için 5.39 Kwh/m²; %80 iken ısıtma için 238.74 Kwh/m², soğutma için 4.41 Kwh/m²; %90 iken ısıtma için 244.76 Kwh/m², soğutma için 3.44 Kwh/m² ve %100 olduğu durumda ısıtma için 250.82 Kwh/m², soğutma için 2.48 Kwh/m² enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	198.04
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.16

Şekil 4.67. Kuzey cephede pencere oranı %0 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	201.32
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.20

Şekil 4.68. Kuzey cephede pencere oranı %10 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	204.72
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	10.22

Şekil 4.69. Kuzey cephede pencere oranı %20 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	210.75
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	9.26

Şekil 4.70. Kuzey cephede pencere oranı %30 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	216.78
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.30

Şekil 4.71. Kuzey cephede pencere oranı %40 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	220.73
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.32

Şekil 4.72. Kuzey cephede pencere oranı %50 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² x 10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² x 10 ³)	226.70
Cooling (Electricity) (Wh/m ² x 10 ³)	6.35

Şekil 4.73. Kuzey cephede pencere oranı %60 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² x 10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² x 10 ³)	232.79
Cooling (Electricity) (Wh/m ² x 10 ³)	5.39

Şekil 4.74. Kuzey cephede pencere oranı %70 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² x 10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² x 10 ³)	238.74
Cooling (Electricity) (Wh/m ² x 10 ³)	4.41

Şekil 4.75. Kuzey cephede pencere oranı %80 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² x 10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² x 10 ³)	244.76
Cooling (Electricity) (Wh/m ² x 10 ³)	3.44

Şekil 4.76. Kuzey cephede pencere oranı %90 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ² x 10 ³)	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ² x 10 ³)	250.82
Cooling (Electricity) (Wh/m ² x 10 ³)	2.48

Şekil 4.77. Kuzey cephede pencere oranı %100 olduğunda ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

4.2. Balkon

Tebriz'de balkon güney cephede yer alır ve daha çok güneş ışığı kontrolü rolünü üstlenir. Bu bölümde yazın gereksiz güneş ışımasını engelleyen ve kışın güneş enerjisinden yararlanmayı sağlayan uygun balkon boyutunun belirlenmesine çalışılmıştır. Bu doğrultuda balkon boyutunun bina enerji tüketimi üzerindeki etkisinin belirlenmesi için balkonsuz binaya farklı boyutlarda balkon eklenerek enerji simülasyonu yapılmış ve sonuçlar şekil 4. 78-4.82'de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, balkonsuz binanda ısıtma için 198.04 Kwh/m², soğutma için 12.16 Kwh/m² miktarında enerji tüketildiğini gösterirken 0.5 m boyutunda balkon kullanıldığında ısıtma için 205.76 Kwh/m², soğutma için 5.34 Kwh/m²; 1 m boyutunda

balkon kullanıldığında ısıtma için 201.99 Kwh/m², soğutma için 5.42 Kwh/m²; 1.5 m boyutunda balkon kullanıldığında ısıtma için 217.76 Kwh/m², soğutma için 4.65 Kwh/m² ve 2 m boyutunda balkon kullanıldığında ısıtma için 228.19 Kwh/m², soğutma için 3.99 Kwh/m² miktarında enerji tüketildiğini göstermektedir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	198.04
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.16

Şekil 4.78. Balkonsuz binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	205.76
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.34

Şekil 4.79. 0.5 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	201.99
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.42

Şekil 4.80. 1 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	217.76
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	4.65

Şekil 4.81. 1.5 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	228.19
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	3.99

Şekil 4.82. 2 m boyutunda balkona sahip binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

4.3. Malzeme

Bu bölümde farklı malzemelerin enerji tüketim miktarındaki etkisi analiz edilmiştir. Analiz simülasyonu için günümüzde Tebriz'de yaygın olan beton briket, harma tuğla, ateş tuğla ve delikli tuğla kullanılmıştır. Seçilen binanın güney cephesinde %100 pencere ve 1 m balkon kullanılmıştır. Şekil 4.83-4.86'da görüldü gibi beton briket kullanıldığında ısıtma için 201.99 Kwh/m², soğutma için 5.42 Kwh/m²; harma tuğla kullanıldığında ısıtma için 192.39 Kwh/m², soğutma için 6.43 Kwh/m²; ateş tuğlası kullanıldığında ısıtma için 172.69 Kwh/m²,

soğutma için 9.89 Kwh/m² ve delikli tuğla kullanıldığı zaman ısıtma için 144.87 Kwh/m², soğutma için 15.28 Kwh/m² miktarında enerji tüketilmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	201.99
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.42

Şekil 4.83. Beton briket kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	192.39
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	6.43

Şekil 4.84. Harna tuğla kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	172.69
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	9.89

Şekil 4.85. Ateş tuğlası kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	144.87
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.58

Şekil 4.86. Delikli tuğla kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Dış Cephede Kullanılan Malzeme Rengi

Bu bölümde cephe malzeme renginin enerji tüketim miktarındaki etkisi analiz edilmiştir. Analiz simülasyonunda açık ve koyu renkli malzeme kullanılarak, dış cephe malzeme renginin enerji tüketim miktarı üzerindeki etkisi hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar şekil 4.87 ve 4.88'de gösterilmiştir. Analiz sonuçları dış cephede açık renkli malzeme kullanıldığında ısıtma için 144.87 Kwh/m², soğutma için 12.58 Kwh/m² ve koyu renkli malzeme kullanıldığında ısıtma için 129.01 Kwh/m², soğutma için 14.87 Kwh/m² miktarında enerji tüketildiğini göstermektedir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	144.87
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.58

Şekil 4.87. Açık renkli malzeme kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	129.01
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	14.87

Şekil 4.88. Koyu renkli malzeme kullanıldığında binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

4.4. Yalıtım

Yalıtım kullanımı binalarda enerji tüketim miktarını etkin bir şekilde azaltmaktadır. Tebriz geleneksel konutlarında bina duvarları kalın yapılarak enerji miktarında tasarruf sağlamaya çalışılsa da günümüzde kalın duvar kullanımı neredeyse imkânsız görünmektedir. Bu da enerji tüketiminde tasarruf sağlamak için yalıtım kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu bölümde yalıtımın bina enerji tüketim miktarındaki etkisi analiz edilmiştir. Simülasyon analiz sonuçları ise yalıtımsız, iç yüzden yalıtımlı ve dış yüzden yalıtımlı olmak üzere şekil 4.89, 4.90 ve 4.91'de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar yalıtımsız bina için ısıtma enerji tüketim miktarını 129.01 Kwh/m², soğutma enerji tüketim miktarını ise 14.87 Kwh/m² gösterirken iç yüzden 5 cm'lik polistren yalıtım kullanıldığında ısıtma için 110.08 Kwh/m², soğutma için 11.77 Kwh/m² ve aynı yalıtım dış yüzden kullanıldığı zaman ısıtma için 105.56 Kwh/m² ve soğutma için 11.83 Kwh/m² miktarında enerji tüketildiğini göstermektedir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	129.01
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	14.87

Şekil 4.89. Yalıtımsız binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	110.08
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.77

Şekil 4.90. İç yüzden yalıtım kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	105.56
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.83

Şekil 4.91. Dış yüzden yalıtım kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

4.5. Çatı

Tebriz geleneksel konutlarında hem düz çatı hem de eğimli çatı kullanılmaktadır. Günümüz Tebriz binalarında düz çatı kullanımının daha yaygın olmasına karşın eğimli çatı (kıрма çatı) kullanımı da görülmektedir. Bu aşamada çatı türünün bina enerji tüketim üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Şekil 4.92-97'de görüldüğü gibi, enerji simülasyon analizleri binada düz çatı kullanıldığında ısıtma için 105.56 Kwh/m², soğutma için 11.83 Kwh/m² miktarda enerji tüketildiğini göstermektedir. Eğimli çatı kullanıldığı zaman ise çatı eğimi %10 iken ısıtma için 108.93 Kwh/m², soğutma için 12.01 Kwh/m²; %20 iken ısıtma için 110.06 Kwh/m², soğutma için 12.58 Kwh/m²; %30 iken ısıtma için 113.14 Kwh/m², soğutma için 13.23 Kwh/m²; %40 iken ısıtma için 114.96 Kwh/m², soğutma için 13.53 Kwh/m² ve %50 olduğunda ısıtma için 117.52 Kwh/m² ve soğutma için 14.05 Kwh/m² miktarda enerji tüketildiği gözlemlenmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	105.56
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.83

Şekil 4.92. Binada düz çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	108.93
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.01

Şekil 4.93. Binada %10 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	110.06
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.58

Şekil 4.94. Binada %20 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	113.14
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	13.23

Şekil 4.95. Binada %30 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	114.96
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	13.53

Şekil 4.96. Binada %40 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	117.52
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	14.05

Şekil 4.97. Binada %50 eğimli çatı kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

4.6. Kat Sayısı

Kat sayısı enerji tüketim miktarında doğrudan etkili olan bir faktördür. Tebriz ikliminde bina kat sayısının enerji tüketim miktarındaki etkisi bu bölümde hesaplanmış, analiz simülasyon sonuçları şekil 4.98-4.103'te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bir katlı binada ısıtma enerji tüketim miktarını 105.56 Kwh/m², soğutma enerji tüketim miktarını ise 11.83 Kwh/m² gösterirken, iki katlı bina için tüketilen ısıtma enerjisini 73.13 Kwh/m², soğutma enerjisini 23.13 Kwh/m²; üç katlı bina için tüketilen ısıtma enerjisini 57.10 Kwh/m², soğutma enerjisini 24.89 Kwh/m²; dört katlı bina için tüketilen ısıtma enerjisini 49.17 Kwh/m², soğutma enerjisini 26.25 Kwh/m²; beş katlı bina için tüketilen ısıtma enerjisini 44.50 Kwh/m², soğutma enerjisini 27.14 Kwh/m² ve altı katlı bina için tüketilen ısıtma enerjisini 41.41 Kwh/m², soğutma enerjisini 27.76 Kwh/m² göstermektedir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	105.56
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.83

Şekil 4.98. Bir katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m ²)	73131.88
ooling (Electricity) (Wh/m ²)	22139.13

Şekil 4.99. İki katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m ²)	57102.04
ooling (Electricity) (Wh/m ²)	24892.18

Şekil 4.100. Üç katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m ²)	49179.23
ooling (Electricity) (Wh/m ²)	26252.40

Şekil 4.101. Dört katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m2)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m2)	44501.07
Cooling (Electricity) (Wh/m2)	27142.33

Şekil 4.102. Beş katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m2)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m2)	41418.94
Cooling (Electricity) (Wh/m2)	27769.89

Şekil 4.103. Altı katlı binada ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

4.7. Bodrum Kat

Bu bölümde bodrum kat kullanımının enerji tüketim miktarındaki etkisi analiz edilmiştir. Şekil 4.104 ve 4.105'te görüldüğü gibi bodrum kat kullanılmadığı halde binada ısıtma enerji tüketim miktarı 105.56 Kwh/m² ve soğutma enerji tüketim miktarı 11.83 Kwh/m² olmuştur. Bodrum kat kullanıldığında ise ısıtma için 93.67 Kwh/m² enerji ve soğutma için 9.62 Kwh/m² enerji tüketilmiştir.

Room Electricity (Wh/m2)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m2)x10 ³	105.56
Cooling (Electricity) (Wh/m2)x10 ³	11.83

Şekil 4.104. Bodrum kat kullanılmadığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m2)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m2)	93672.02
Cooling (Electricity) (Wh/m2)	9627.64

Şekil 4.105. Bodrum kat kullanıldığında ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı

4.8. Bina Eksen Oranı

Bu aşamada doğu batı eksenini ile güney kuzey ekseninin farklı oranlarda simülasyon analizleri 9 bina üzerinde yapılmış ve enerji tüketim miktarındaki etkisi hesaplanmıştır. Bu oranlar 1/5 ile 5/1 arasında değişmektedir. Grafik 4.106-4.114'te görüldüğü gibi doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/5 olduğunda ısıtma için 142.74 Kwh/m², soğutma için 4.07 Kwh/m²; 1/4 iken ısıtma için 133.41 Kwh/m², soğutma için 6.26 Kwh/m²; 1/3 iken ısıtma için 124.19 Kwh/m², soğutma için 8.37 Kwh/m²; 1/2 iken ısıtma için 114.26 Kwh/m², soğutma için 9.13 Kwh/m²; 1/1 iken ısıtma için 105.56 Kwh/m², soğutma için

11.83 Kwh/m²; 2/1 iken ısıtma için 123.63 Kwh/m², soğutma için 11.77 Kwh/m²; 3/1 iken ısıtma için 106.35 Kwh/m², soğutma için 16.12 Kwh/m²; 4/1 iken ısıtma için 101.12 Kwh/m², soğutma için 28.26 Kwh/m² ve 5/1 iken ısıtma için 99.47 Kwh/m², soğutma için 38.13 Kwh/m² enerji tüketilmiştir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	142.74
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	4.07

Şekil 4.106. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/5 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	133.41
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	6.26

Şekil 4.107. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/4 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	124.19
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	8.37

Şekil 4.108. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/3 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	114.26
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	9.13

Şekil 4.109. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/2 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	105.56
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.83

Şekil 4.110. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 1/1 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	103.63
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.77

Şekil 4.111. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 2/1 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	106.35
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	16.12

Şekil 4.112. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 3/1 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	101.12
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	28.26

Şekil 4.113. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 4/1 iken enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	99.47
Cooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	38.13

Şekil 4.114. Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine göre oranı 5/1 iken enerji tüketim miktarı

4.9. Yönlendiriliş Durumu

Bu bölümde enerji tüketim miktarını azaltmak amacıyla en uygun yönü bulmak için farklı yönlerde konumlandırılmış 19 binanın enerji simülasyonu yapılmıştır. Simülasyonu yapılan binaların güney cephesinde yer alan pencere oranı %100 olup çift cam kullanılmıştır. Balkon mesafesi ise 1 m seçilmiştir. Binalar batıdan doğuya 10 derecelik farklılıkla yönlendirilmiştir. Şekil 4.115-133'te görüldüğü gibi bina batıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 177.61 Kwh/m², soğutma için 13.97 Kwh/m²; 80 derece açı ile batıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 167.10 Kwh/m², soğutma için 14.74 Kwh/m²; 70 derece açı ile batıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 156.74 Kwh/m², soğutma için 15.30 Kwh/m²; 60 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 147.60 Kwh/m², soğutma için 14.60 Kwh/m²; 50 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 138.66 Kwh/m², soğutma için 13.73 Kwh/m²; 40 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 129.63 Kwh/m², soğutma için 12.91 Kwh/m²; 30 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 120.61 Kwh/m², soğutma için 12.13 Kwh/m²; 20 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 111.68 Kwh/m², soğutma için 11.30 Kwh/m²; 10 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 102.66 Kwh/m², soğutma için 10.49 Kwh/m²; güneye doğru doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 93.67 Kwh/m², soğutma için 9.62 Kwh/m²; 10 derece açı ile güneydoğuya doğru

yönlendirildiğinde ısıtma için 91.66 Kwh/m², soğutma için 8.54 Kwh/m²; 20 derece açı ile güneydoğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 94.03 Kwh/m², soğutma için 7.57 Kwh/m²; 30 derece açı ile güneydoğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 106.03 Kwh/m², soğutma için 7 Kwh/m²; 40 derece açı ile güneydoğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 118.03 Kwh/m², soğutma için 6.42 Kwh/m²; 50 derece açı ile güneydoğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 130.05 Kwh/m², soğutma için 5.84 Kwh/m²; 60 derece açı ile güneydoğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 142.07 Kwh/m², soğutma için 5.26 Kwh/m²; 70 derece açı ile güneydoğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 154.06 Kwh/m², soğutma için 4.68 Kwh/m²; 80 derece açı ile güneydoğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 166.07 Kwh/m², soğutma için 4.10 Kwh/m² ve doğuya doğru yönlendirildiğinde ısıtma için 178.00 Kwh/m², soğutma için 3.51 Kwh/m² enerji tüketilmektedir.

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	177.61
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	13.97

Şekil 4.115. Batıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	167.10
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	14.74

Şekil 4.116. 80 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	156.74
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	15.30

Şekil 4.117. 70 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	147.60
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	14.60

Şekil 4.118. 60 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	138.66
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	13.73

Şekil 4.119. 50 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	129.63
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.91

Şekil 4.120. 40 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	120.61
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	12.13

Şekil 4.121. 30 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	111.68
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	11.30

Şekil 4.122. 20 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	102.66
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	10.49

Şekil 4.123. 10 derece açı ile güneybatıya doğru yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m ²)	93672.02
ooling (Electricity) (Wh/m ²)	9627.64

Şekil 4.124. Güneye yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m ²)	91656.41
ooling (Electricity) (Wh/m ²)	8548.38

Şekil 4.125. 10 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)	8760.00
Heating (Gas) (Wh/m ²)	94034.80
ooling (Electricity) (Wh/m ²)	7577.59

Şekil 4.126. 20 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	106.03
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	7.00

Şekil 4.127. 30 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	118.03
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	6.42

Şekil 4.128. 40 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	130.05
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.84

Şekil 4.129. 50 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	142.07
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	5.26

Şekil 4.130. 60 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	154.06
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	4.68

Şekil 4.131. 70 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	166.07
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	4.10

Şekil 4.132. 80 derece açı ile güneydoğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Room Electricity (Wh/m ²)x10 ³	8.76
Heating (Gas) (Wh/m ²)x10 ³	178.00
ooling (Electricity) (Wh/m ²)x10 ³	3.51

Şekil 4.133. Doğuya yönlendirildiğinde enerji tüketim miktarı

Bir sonraki bölümde, mimari eleman ve parametrelerin enerji tüketim miktarındaki etkisi üzerinde durulmuş ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Söz konusu kriterlerin enerji tüketimi üzerindeki etkisi daha kolay anlaşılabilmesi için grafikler şeklinde gösterilmiştir.

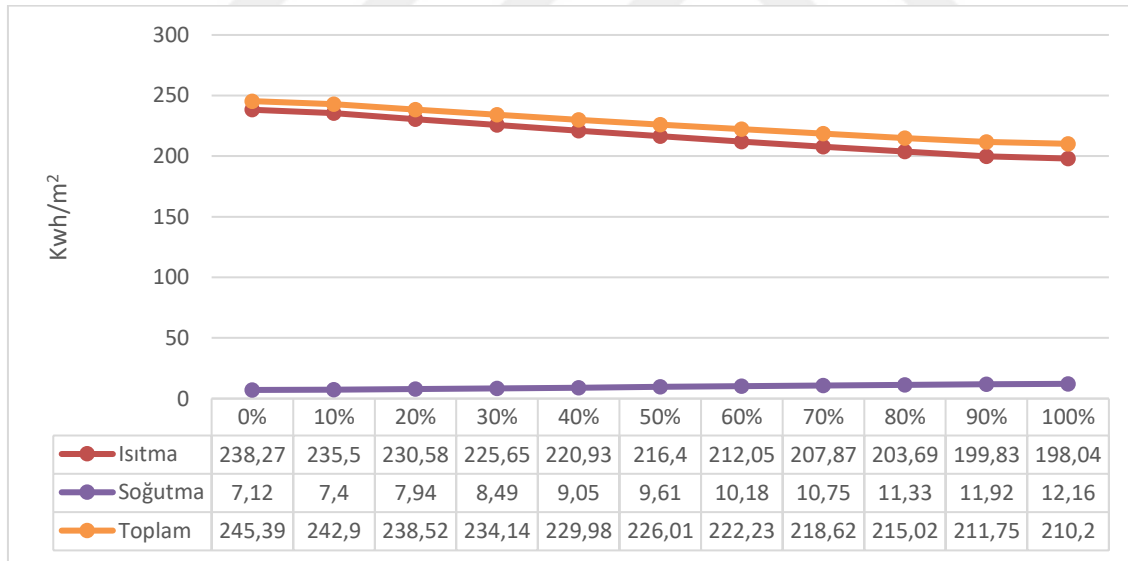
4.10. Pencere Oranının Etkisi

Bu bölümde binaların farklı yönlerinde yer alan pencere oranlarının ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarındaki etkisi analiz edilmiş, minimum enerji tüketimi için en uygun pencere

oranı tespit edilmeye çalışılmıştır. Analiz simülasyonu için günümüzde Tebriz'de yaygın olan çift camlı pencere seçilmiştir. Binanın güney, batı, kuzey, doğu cephelerinde kullanılan pencere oranının enerji tüketimindeki etkisinin belirlenmesi için her yön ayrı ayrı ele alınmış olup pencere oranlarının etkisi analiz edilirken binanın diğer yönlerinde pencere kullanılmamıştır.

Güney Cephesi

Şekil 4.134'de görüldüğü gibi güney cephede pencere oranının arttırılması binada metrekare başına tüketilen ısıtma enerjisinin düşmesine ve soğutma enerjisinin yükselmesine neden olmuştur. Başka bir ifadeyle bu cephede pencere kullanılmamışken soğutma için tüketilen enerji en düşük ve ısıtma için tüketilen enerji ise en yüksek seviyede yer alır. Toplam enerji tüketimi de güney cephede %100 pencere kullanılırken en az seviyede yer almaktadır. Dolayısıyla diğer cephelerde pencere kullanılmadığı halde güney cephede %100 pencere kullanılması enerji verimliliği açısından uygun görülmektedir.

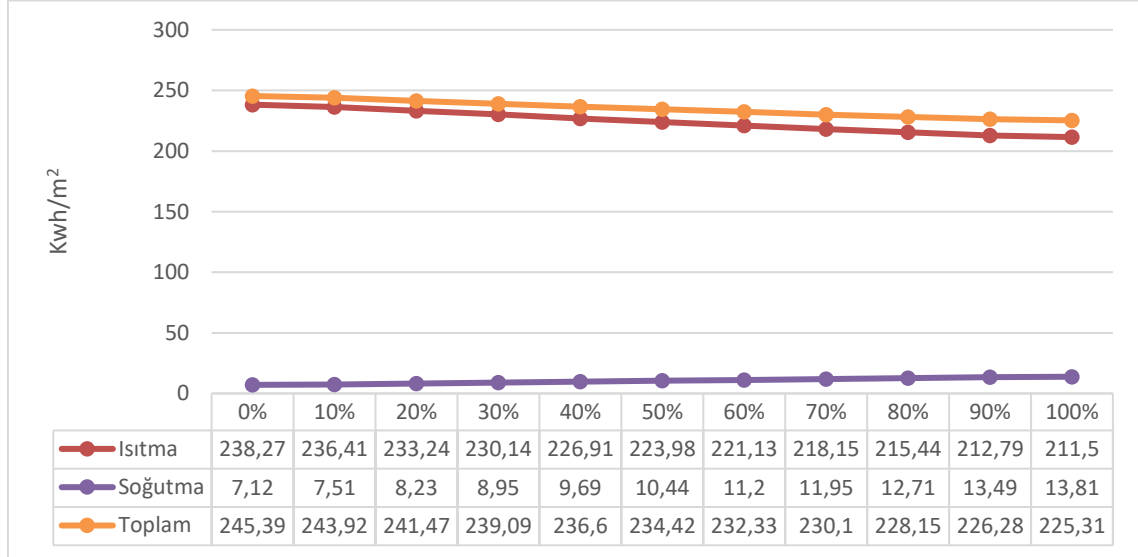


Şekil 4.134. Güney cephede yer alan pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi

Batı Cephesi

Şekil 4.135'te görüldüğü gibi binanın batı cephesinde pencere kullanılmadığı halde ısıtma için tüketilen enerji en yüksek, soğuma için ise kullanılan enerji en düşük seviyededir. Pencere oranının artması da ısıtma enerjisinin düşmesine ve soğutma enerjisinin yükselmesine neden olmuştur. Toplam enerji tüketimi ise %100 pencere kullanılırken en

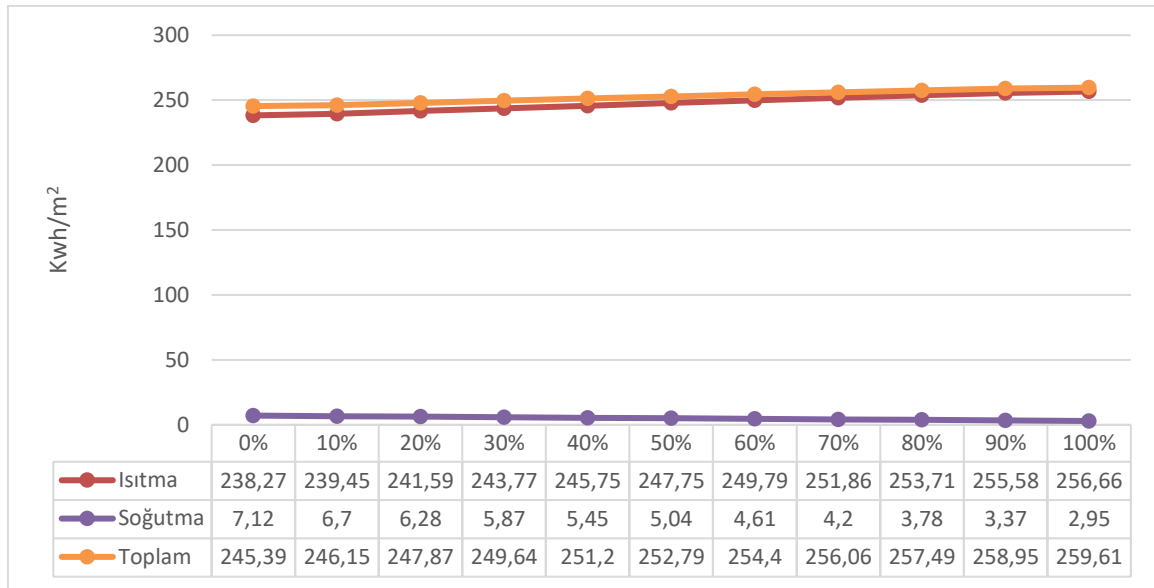
düşük seviyede yer almaktadır. Başka bir ifade ile diğer cephelerde pencere kullanılmadığı durumda sadece batı cephesinde %100 pencere oranının kullanımı enerji tüketimi açısından uygun görülmektedir.



Şekil 4.135. Batı cephe pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi

Kuzey Cephesi

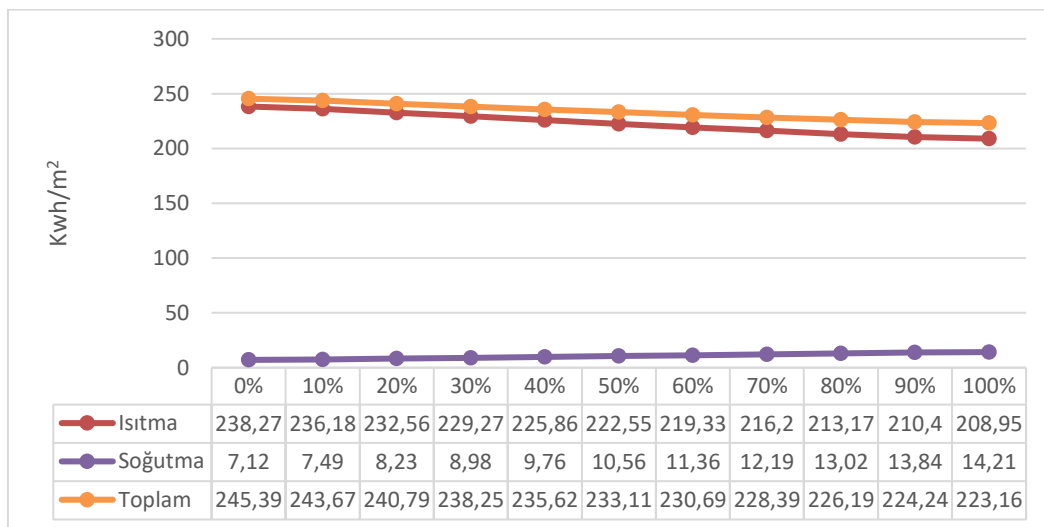
Kuzey cephedeki pencere oranının etkisi incelendiğinde, Şekil 4.136'da görüldüğü gibi bu cephede kullanılan pencere oranı arttıkça ısıtma enerji tüketim miktarının arttığı, soğutma enerji tüketim miktarının ise düştüğü gözlemlenmiştir. Ancak kuzey cephede pencere oranının artması toplam enerji tüketimi miktarının artmasına neden olmuştur. Bu durumda kuzey cephede kullanılan pencere oranının düşük olması binada tüketilen enerji miktarının düşmesini sağlayacaktır.



Şekil 4.136. Kuzey cephede pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi

Doğu Cephesi

Doğu cephesinde yer alan pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi ise Şekil 4.137'de gösterilmiştir. Diğer cephelerde pencere kullanılmadığı halde doğu cephesinde kullanılan pencere oranı %0 iken ısıtma enerji tüketimi en yüksek, soğutma enerji tüketimi ise en düşük seviyede yer almaktadır. Pencere oranının artırılması, ısıtma enerji tüketim miktarının düşmesine ve soğutma enerji tüketim miktarının da artmasına neden olmuştur. Kısacası diğer cephelerde pencere kullanılmadığı halde kuzey cephede %100 pencere kullanılması toplam enerji tüketimi miktarının düşmesini sağlayacaktır.



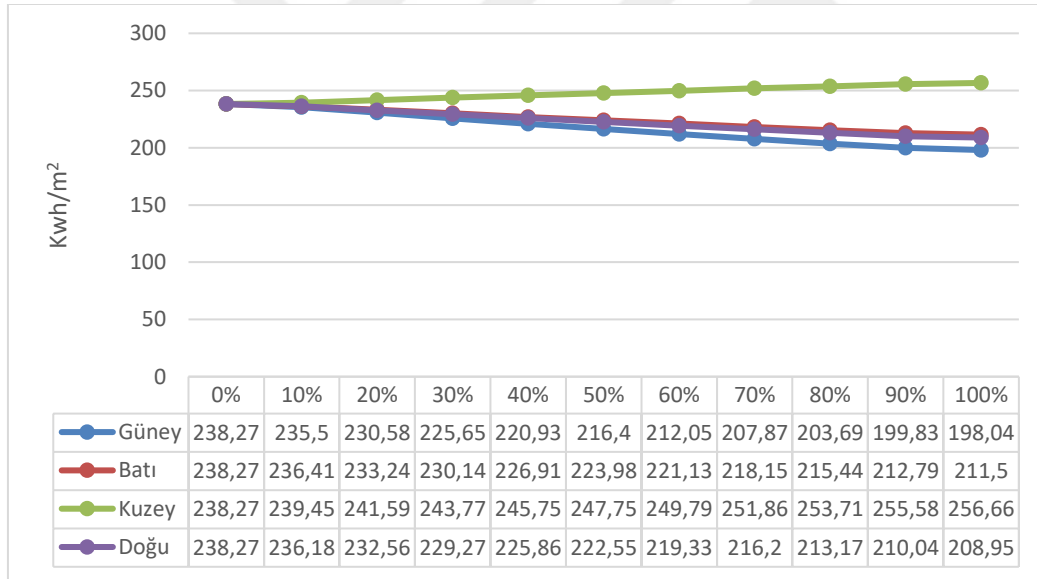
Şekil 4.137. Doğu cephede pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi

Binanın farklı yönlerinde kullanılan pencere oranı, binada enerji tüketimi miktarını belli bir seviyede etkilemektedir. Farklı yönlerdeki pencere oranının etkisi bir sonraki bölümde birbiriyle karşılaştırılarak detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Farklı Yönlerde Bina Isıtma ve Soğutma Enerjisi

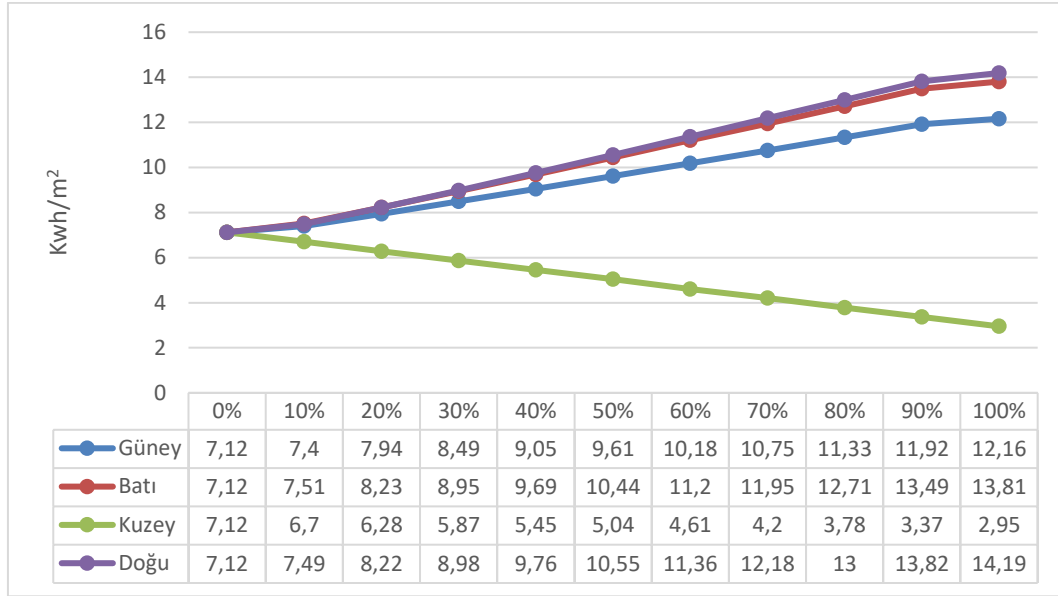
Şekil 4.138'de de görüldüğü gibi güney, batı ve doğu cephesinde pencere oranının artması ısıtma enerji tüketimi miktarının azalmasını sağlamıştır ancak kuzey cephesinde kullanılan pencere oranının artması, ısıtma enerji tüketim miktarının artmasına neden olmuştur.

Tüm yönler arasında, güney cephenin pencere oranı ısıtma enerji tüketim miktarında en büyük etkiye sahiptir. Doğu ve batıya bakan cephenin pencereleri ise ısıtma enerji tüketim miktarında hemen hemen aynı etkiye sahiptir.



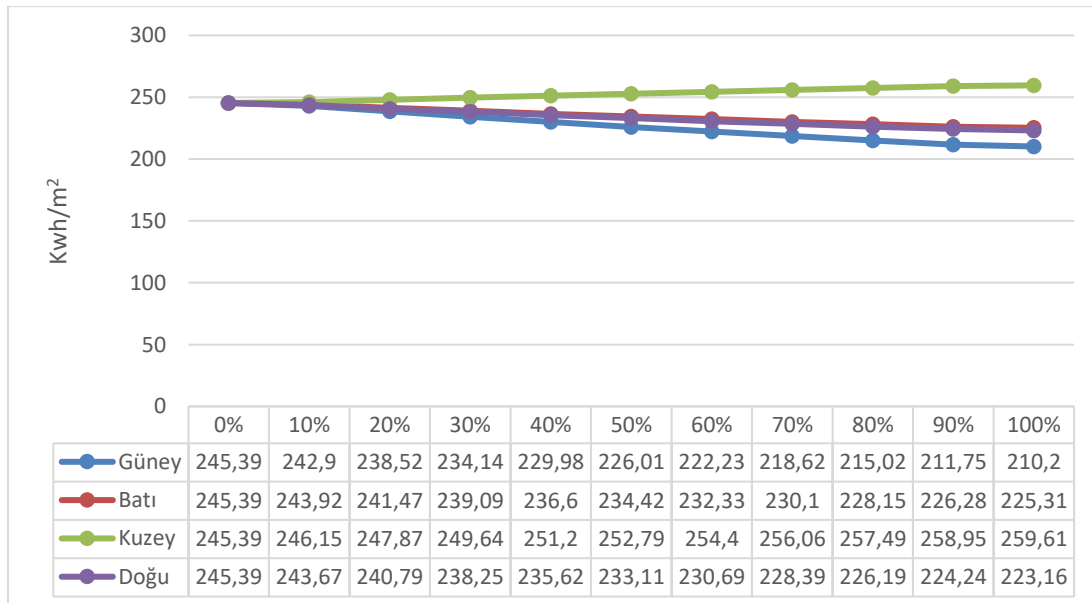
Şekil 4.138. Her yönde pencere oranının ısıtma enerjisi tüketiminde etkisi

Farklı yönlerde yer alan pencere oranının soğutma enerji tüketim miktarındaki etkisi ele alınıp karşılaştırılacak olursa Şekil 4.139'da görüldüğü gibi güney, batı ve doğu yönlerde pencere oranının artışı, soğutma enerji tüketim miktarının artışına neden olmaktadır. Kuzey yönde ise pencere oranının artışı enerji tüketim miktarının azalmasını sağlamıştır. Tüm yönlerde soğutma enerjisi tüketim miktarındaki değişim ısıtma enerjisi miktarına kıyasla daha az olduğu için toplam enerji tüketimi miktarının karşılaştırılması, pencere oranına ilişkin alınacak kararlar için önem taşımaktadır.



Şekil 4.139. Her yönde pencere oranının soğutma enerjisi tüketiminde etkisi

Farklı yönlerde pencere oranının toplam enerji tüketimindeki etkisi ele alınacak olursa; Şekil 4.140'daki karşılaştırma güney, batı ve doğu cephesinde pencere oranının artışı toplam enerji tüketiminin düşmesini sağladığını, kuzey cephesinde pencere oranının artışı ise toplam enerji tüketiminin artmasına neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca güney cephenin pencere oranının diğer yönlerle göre, enerji tüketim miktarında daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.



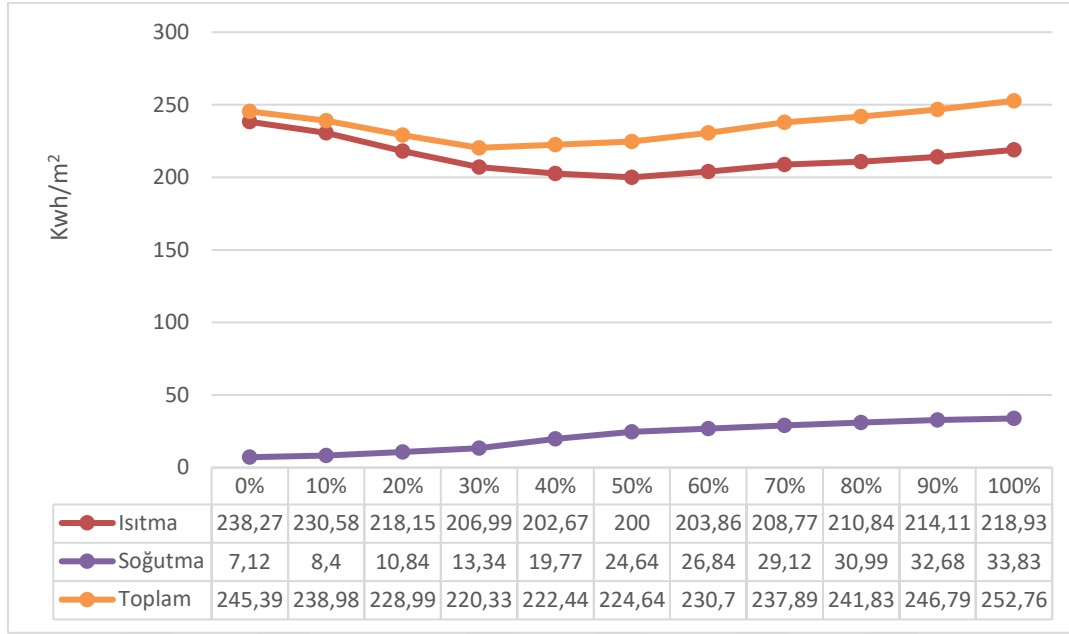
Şekil 4.140. Her yönde pencere oranının toplam enerji tüketiminde etkisi

Kuzey cephede yer alan pencereler doğrudan güneş alamadığı için özellikle kışın, ısı kaybına neden olarak enerji tüketimi miktarının da artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu yönde kullanılan pencerelerin küçük ve sayı bakımından az olması enerji verimliliği açısından uygun görülmektedir. Doğu ve batıya bakan pencere oranının artması, enerji tüketim miktarının azalmasını sağlar ancak doğuya bakan pencerelerin batıya bakan pencerelere göre hem enerji tüketim miktarının daha az olması hem de sabahları güneş ısısı kazanmasından dolayı kullanılması daha çok tavsiye edilmektedir.

Binanın sadece bir yönünde çift camlı pencere kullanılması durumunda; güney, batı ve doğu yönünde kullanılacak pencere oranının büyük olması tüketilen enerji miktarının düşmesini sağlayacaktır. Bu nedenle belirtilen yönlerde kullanılan pencere oranının büyük olması enerji tüketiminin azaltılması açısından uygun görülmektedir. Ancak sonuçlar, tüm yönlerde pencere kullanıldığında farklı olabilir.

Tüm Yönlerde Pencere Kullanımının Enerji Tüketimi Üzerinde Etkisi

Tüm yönlerde aynı oranda pencere kullanılarak enerji tüketim miktarı analiz edilmiş ve Şekil 4.141'de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar tüm yönlerde yer alan pencere oranının artmasının soğutma enerji tüketiminin artışına neden olduğunu göstermektedir. Isıtma enerji tüketim miktarında ise, kullanılan pencere oranı %0'dan %50'ye kadar düşüş, %50'den %100'e kadar artış olduğunu göstermektedir. Bu da binanın tüm yönlerinde aynı oranda pencere kullanıldığında ısıtma enerji tüketimi için uygun pencere oranının %50, soğutma enerji tüketimi için %0 ve toplam enerji tüketimi için %30 olduğunu göstermektedir.

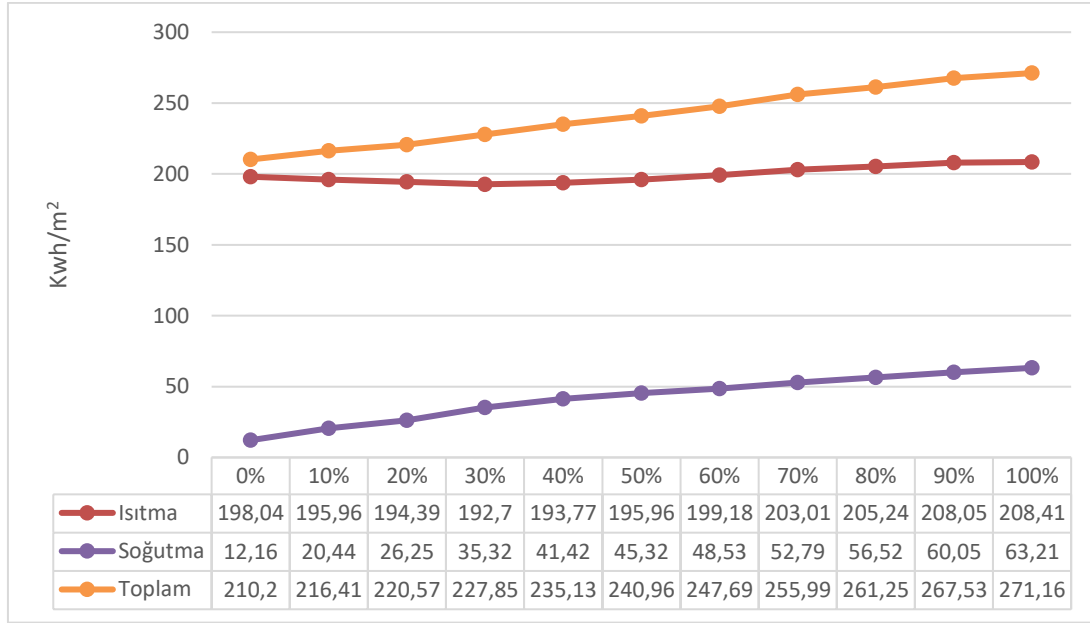


Şekil 4.141. Tüm cephelerde pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi

Enerji analiz simülasyon sonuçları, güney cephede yer alan pencerelerin enerji tüketim miktarında daha etkin olduğunu göstermiştir. Ayrıca güney cephede yer alan pencerelerin optimum oranının %100 olduğu da gözlemlenmiştir. Bu nedenle bir sonraki bölümde, güney cephede %100 pencere kullanıldığında diğer yönlerde yer alan uygun pencere oranının belirlenmesine çalışılmıştır.

Batı ve Doğu Cephesi

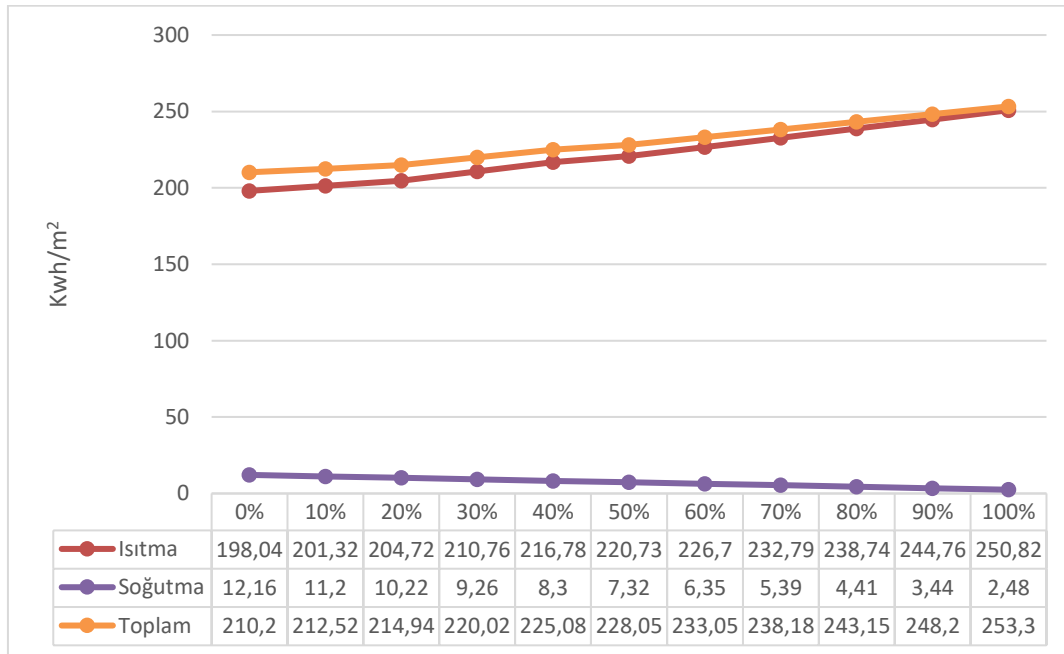
Binanın güney cephesinde yer alan pencere oranı %100 ise, Şekil 4.142’de görüldüğü gibi batı ve doğu cephesinde kullanılan pencere oranı tüketilen ısıtma enerjisi miktarında minimum etkiye sahiptir. Elde edilen sonuçlar, batı ve doğu cephesinde yer alan pencere oranının %30 olduğunda ısıtma enerji tüketim miktarının çok az miktarda düştüğünü ve pencere oranının %30’dan %100’e kadar artması ile ısıtma enerji miktarının da arttığını göstermektedir. Ayrıca batı ve doğu cephesinde kullanılan pencere oranının artışı ile birlikte tüketilen soğutma enerjisinin ve bunun yanı sıra toplam enerji tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir. Kısacası batı ve doğu cephesinde yer alan pencereler binanın enerji tüketim miktarının artmasına neden olduğundan dolayı binaların güney cephesinde kullanılan pencere oranı uygun boyuta sahipse enerji verimliliği açısından bu yönlerde pencere kullanımı tavsiye edilmemektedir.



Şekil 4.142. Batı ve Doğu cephesinde pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi

Kuzey Cephesi

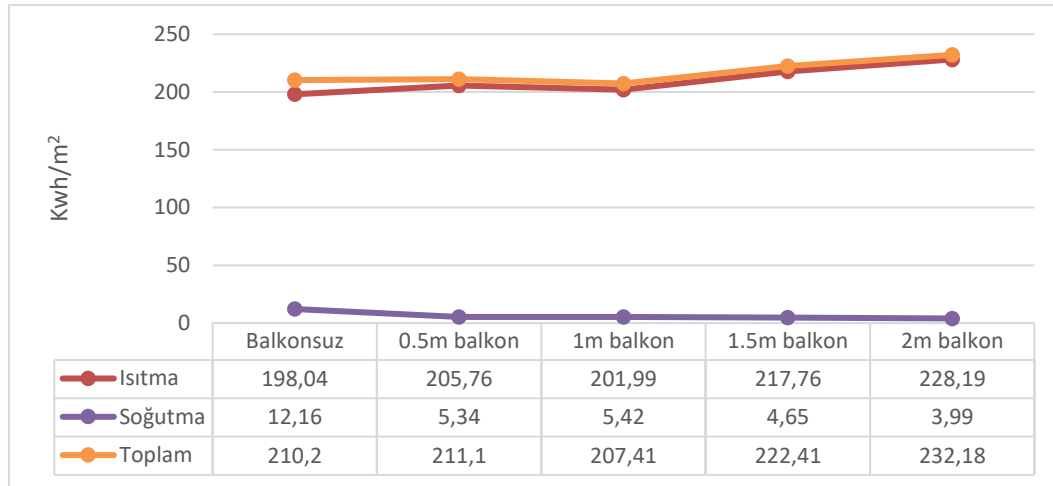
Binanın güney cephesinde yer alan pencere oranı %100 ise, batı ve doğu cephesinde de pencere kullanılmamışsa Şekil 4.143’de görüldüğü gibi kuzey cephede kullanılan pencere oranının artışı ısıtma ve toplam enerji tüketiminin artmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.143. Kuzey cephede pencere oranının enerji tüketimindeki etkisi

4.11. Balkon Derinliğinin Enerji Tüketimindeki Etkisi

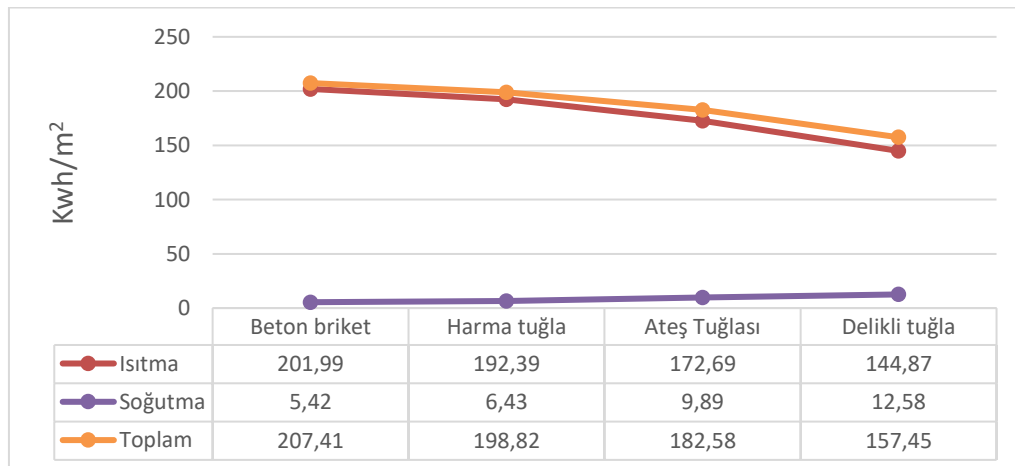
Şekil 4.144'te görüldüğü gibi binada balkon kullanımı ısıtma enerjisi tüketiminin artmasına neden olmuş, soğutma tüketim enerjisinin ise düşmesini sağlamıştır. Ancak elde edilen sonuçlar, binanın güney cephesinden 1 m boyutunda balkon kullanımının toplam enerji tüketim miktarının düşmesini sağladığını göstermektedir.



Şekil 4.144. Balkon boyutunun enerji tüketimindeki etkisi

4.12. Malzeme Türünün Enerji Tüketimindeki Etkisi

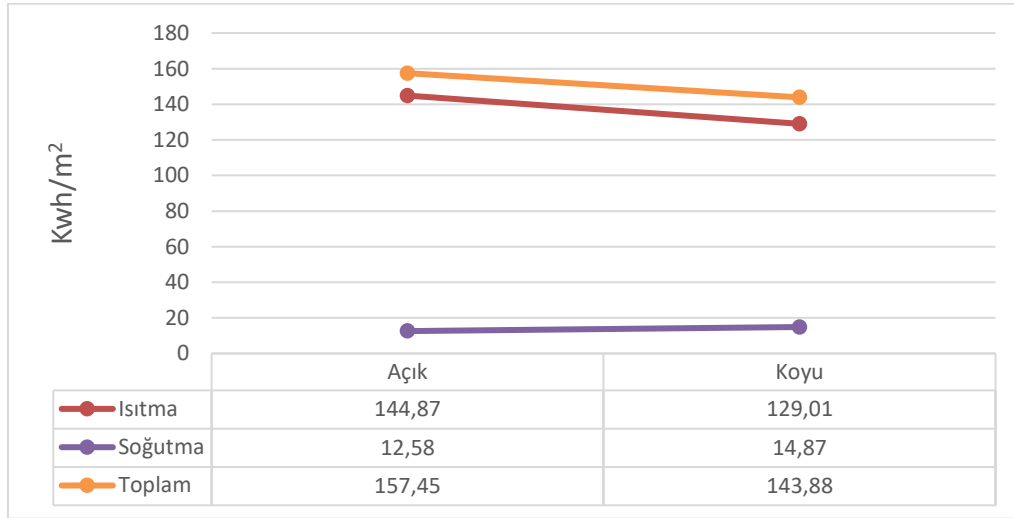
Şekil 4.145, malzemelerin U ve R değerlerine bağlı olarak toplam enerji tüketim miktarı açısından Tebriz iklimine uygun malzemenin delikli tuğla olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.145. Malzemenin enerji tüketimindeki etkisi

Dış Cephede Kullanılan Malzeme Rengi

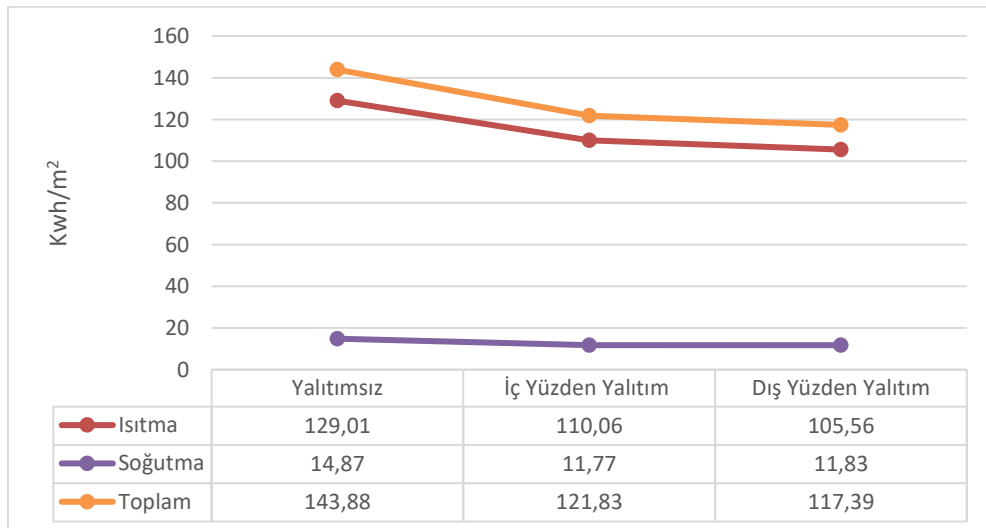
Şekil 4.146'da görüldüğü gibi koyu rengin kullanılması ısıtma enerji tüketim miktarının düşmesini sağlamakta, soğutma enerji tüketim miktarının ise artmasına neden olmaktadır. Ancak koyu renk kullanımı ile toplam enerji tüketim miktarının azalması gözlemlenmiştir.



Şekil 4.146. Malzeme renginin enerji tüketimindeki etkisi

4.13. Yalıtım Kullanımının Enerji Tüketimindeki Etkisi

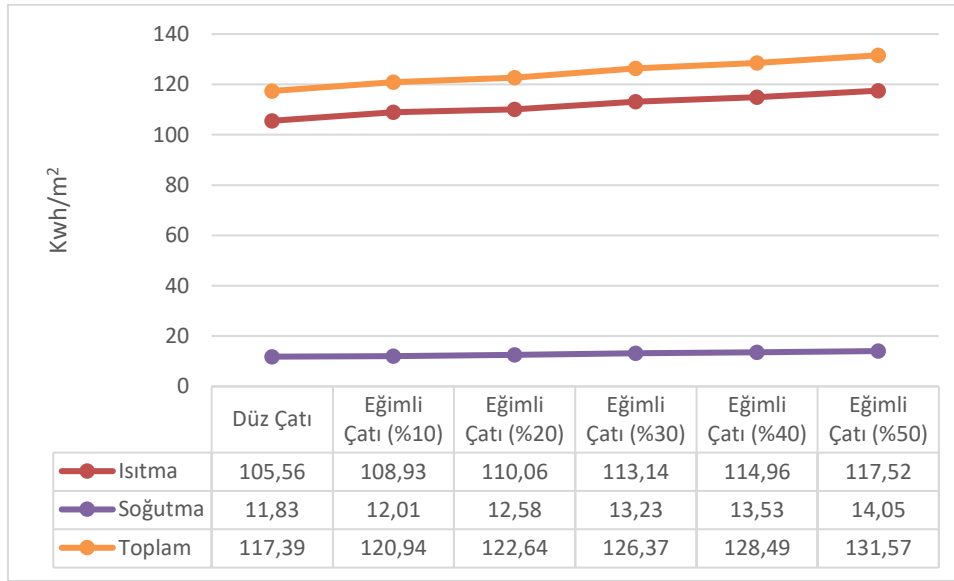
Elde edilen sonuçlar 5 cm'lik polistren yalıtım kullanımı ile enerji tüketiminde etkin bir şekilde tasarruf sağlandığını göstermektedir. Ayrıca enerji verimliliği açısından dış yüzden yalıtım kullanımının daha uygun olduğu da gözlemlenmiştir. Analiz sonuçları Şekil 4.147'de gösterilmiştir.



Şekil 4.147. Yalıtımın enerji tüketimindeki etkisi

4.14. Çatı Türünün Enerji Tüketimindeki Etkisi

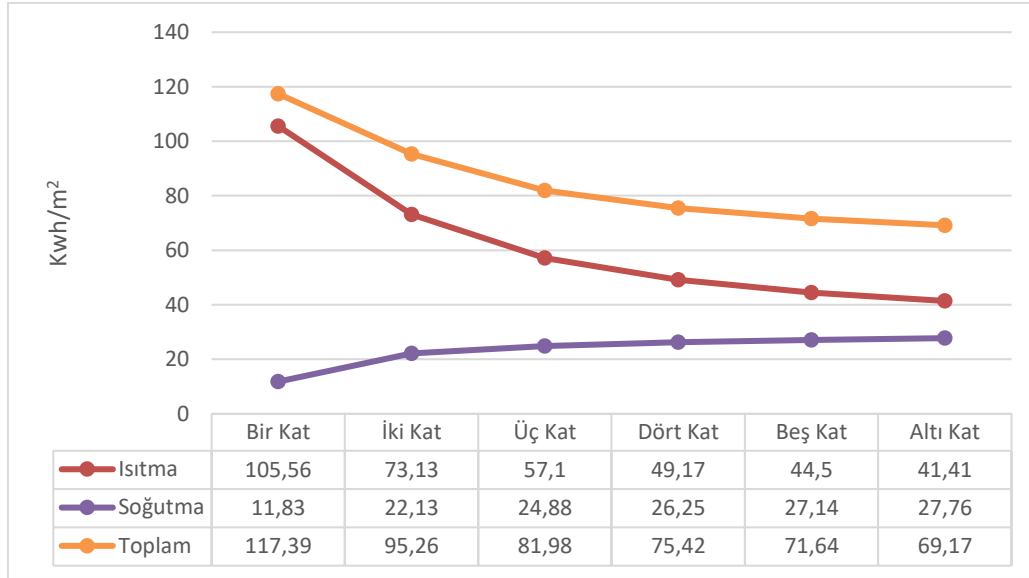
Bu aşamada çatı türünün bina enerji tüketim üzerindeki etkisi analiz edilmiş, enerji simülasyon analizleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Şekil 4.148'de görüldüğü gibi Tebriz ikliminde düz çatı kullanımı enerji verimliliği açısından daha uygun görülmektedir. Eğimli çatılarda ise çatı eğiminin artması enerji tüketim miktarının artmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.148. Çatı türünün enerji tüketimindeki etkisi

4.15. Kat Sayısının Enerji Tüketimindeki Etkisi

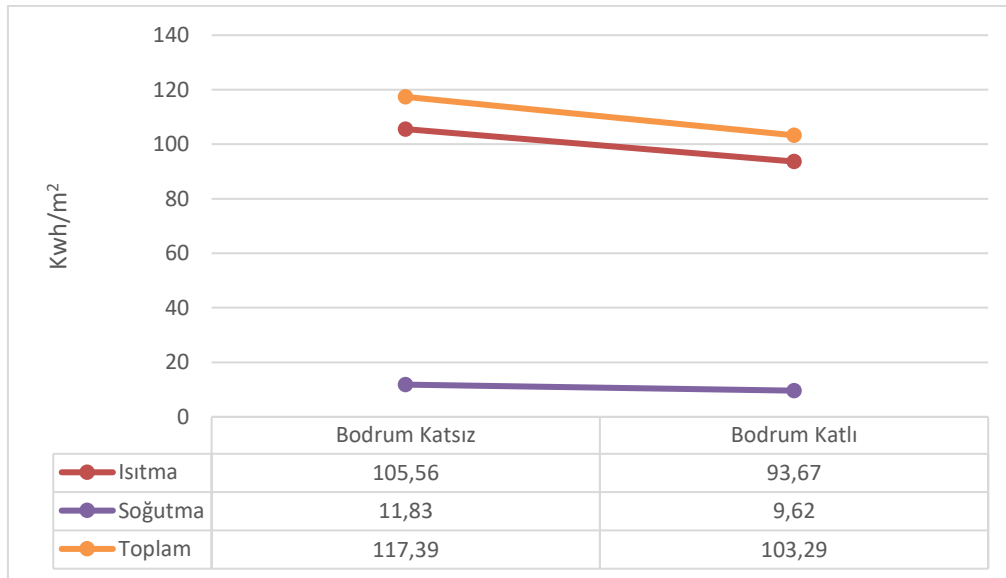
Bu bölümde, Tebriz ikliminde bina kat sayısının enerji tüketim miktarındaki etkisinin analiz simülasyon sonuçları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Şekil 4.149'da görüldüğü gibi binaların kat sayısının artması, soğutma enerji tüketim miktarının artmasına neden olsa da ısıtma enerji tüketim miktarı ve toplam enerji tüketim miktarının azalmasını sağlamıştır.



Şekil 4.149. Kat sayısının enerji tüketimindeki etkisi

4.16. Bodrum Kat Kullanımının Enerji Tüketimindeki Etkisi

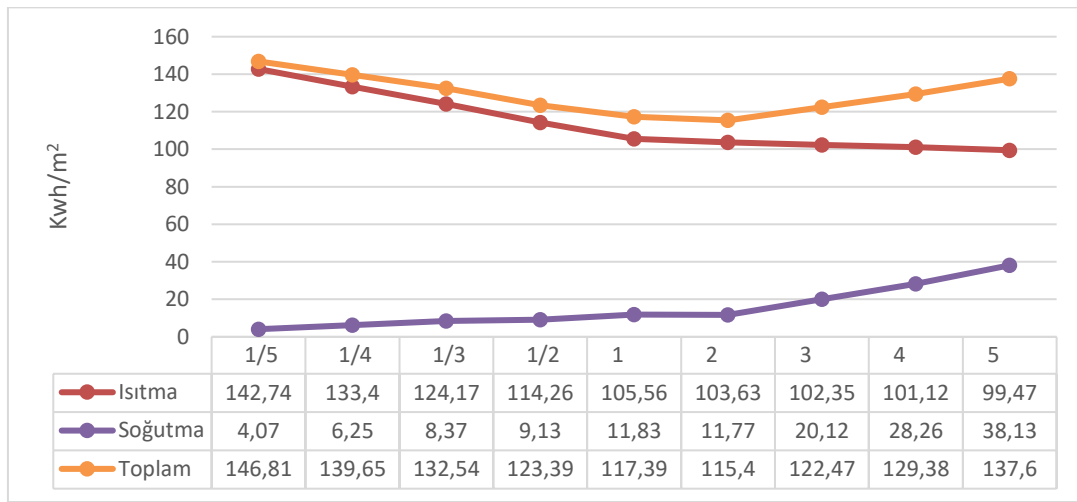
Bu bölümde bodrum kat kullanımının enerji tüketim miktarındaki etkisi tartışılmıştır. Şekil 4.150'de görüldüğü gibi bodrum kat kullanımı hem ısıtma enerji tüketim miktarının hem de soğutma enerji tüketim miktarının azalmasını sağlamıştır. Dolayısıyla Tebriz ikliminde, bodrum kat kullanımı binalarda tüketilen toplam enerji miktarının azalması sağlamaktadır.



Şekil 4.150. Bodrum kat kullanımının enerji tüketimindeki etkisi

4.17. En Boy Oranının Enerji Tüketimindeki Etkisi

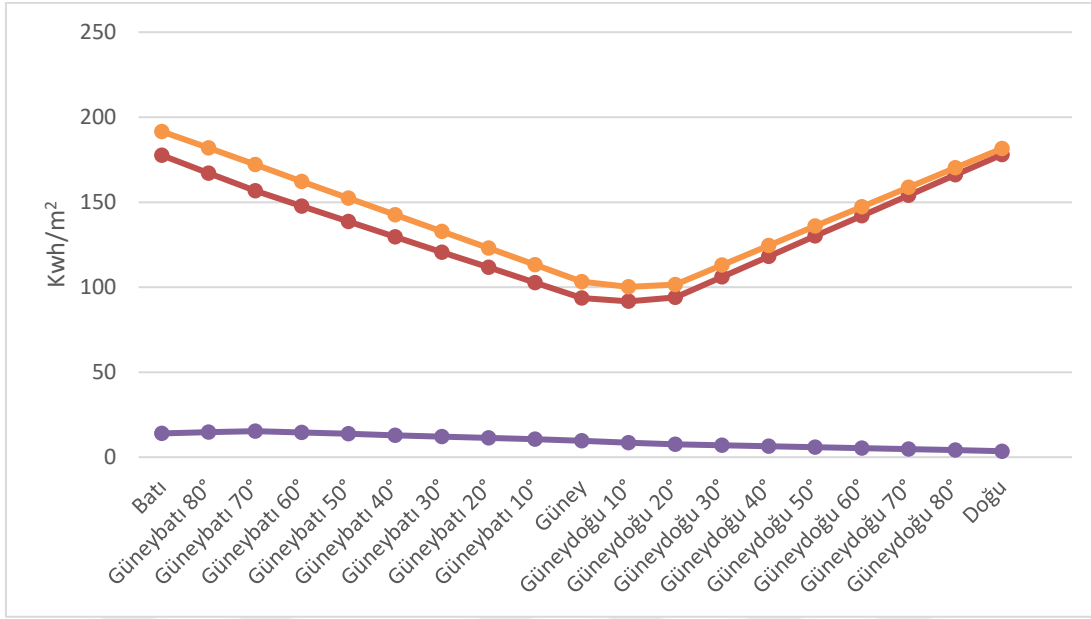
Bu aşamada doğu batı eksenini ile güney kuzey ekseninin farklı oranlarda simülasyon analizleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Şekil 4.151'de görüldüğü gibi güney cephesinin uzaması ısıtma enerji tüketim miktarının azalmasını sağlarken soğutma enerji tüketim miktarının artmasına neden olmuştur. Toplam enerji tüketim miktarına bakıldığında ise doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine oranı 2/1 olduğu durumda en düşük enerji tüketimine sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.151. En boy oranının enerji tüketimindeki etkisi

4.18. Yönlendiriliş Durumunun Enerji Tüketimindeki Etkisi

Bu bölümde enerji tüketim miktarını azaltmak amacıyla en uygun yönü bulmak için farklı yönlerde konumlandırılmış 19 binanın enerji simülasyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 5.152'de görüldüğü gibi binanın doğudan, güneye ve batıya doğru yönlendirilmesi soğutma enerji miktarının artmasına neden olmuştur. Ayrıca binanın doğu ve batıya doğru yönlendirilmesi ısıtma enerji miktarının da artmasına neden olmaktadır. Toplam enerji tüketiminin en az miktarı ise binanın güney ile güneyden doğuya 10 derece açı ile yönlendirildiğinde gözlemlenmiştir.



Şekil 4.152. Bina yönlendiriliş durumunun enerji tüketimindeki etkisi

Yukarıda yorumlanan balkon, malzeme, malzemelerin rengi, yalıtım, çatı, kat sayısı, bordum kat, en boy oranı ve binaların yönlendiriliş durumunun enerji tüketim miktarındaki etkisi kısaca ele alınacak olursa; simülasyon analizleri, 1 m boyutunda balkon kullanımı enerji tüketim miktarının azalmasını sağladığını göstermiştir. Malzeme kullanımında da enerji verimliliği açısından delikli tuğlanın; beton briket, harma tuğla ve ateş tuğlasına göre daha uygun olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca dış cephede koyu renkli malzeme kullanımı ile enerji tüketim miktarında düşüş sağlandığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar yalıtım kullanımı ile binaların enerji tüketiminde etkin bir şekilde tasarruf sağlandığını da göstermektedir. Günümüz Tebriz binalarında düz çatı kullanımının daha yaygın olmasına karşın eğimli çatı kullanımı da görülmektedir. Ancak simülasyon analizleri, Tebriz ikliminde düz çatı kullanımının enerji verimliliği açısından daha uygun olduğunu veya en az çatı eğimine sahip çatıların tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Simülasyon analizleri sonucunda, binaların kat sayısının artması ile soğutma enerji tüketim miktarında artış olduğu, ısıtma enerji tüketim miktarı ile toplam enerji tüketim miktarında ise düşüş sağlandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bodrum kat kullanımı da binalarda tüketilen enerji miktarının azalması sağlamıştır. Analizler bu iklimde binaların güney cephesinin uzaması ısıtma enerji tüketim miktarının azalmasını sağladığını, soğutma enerji tüketim miktarının ise artmasına neden olduğunu göstermiştir. Toplam enerji tüketim miktarında ise doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine oranı 2/1 olduğu durumda en düşük enerji tüketimine sahip olduğu göstermektedir. Toplam enerji tüketiminin en az miktarda olması için binanın güney ile

güneyden doğuya 10 derece açı ile yönlendirilirdilmesi gerektiği de gözlemlenmiştir. Enerji verimliliği açısından en uygun mimari eleman ve parametreler çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Uygun mimari eleman ve parametreler

Balkon	Malzeme	Dış cephe malzeme rengi
1 m boyutunda balkon kullanımı uygundur	Delikli tuğla kullanımı uygundur	Koyu renkli malzeme kullanımı uygundur
Yalıtım	Çatı	Kat sayısı
Yalıtım Kullanımı uygundur	Düz çatı kullanımı uygundur	Kat sayısının artması uygundur
Bordum kat	En boy oranı	Yönlendiriliş durumu
Bodrum kat kullanımı uygundur	Doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine oranı 2/1 olması uygundur	Güneyden doğuya 10 derece açı ile yönlendirilmesi uygundur



5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Tezin bu bölümünde bir önceki aşamada simülasyonlardan elde ettiğimiz öğretilere dayanarak iki bina tasarlanmış ve enerji tüketim miktarı analiz edilmiştir. Enerji simülasyon sonuçları ise hem 3. bölümde örnek aldığımız mevcut bina ile hem de birbiriyle karşılaştırılmıştır. Tasarlanmış olan binalar, örnek aldığımız mevcut binayla aynı metrekareye ve mekanlara sahipler. Ancak tasarlanmış birinci bina mevcut binayla aynı mekân konumlandırılmasına sahip iken tasarlanmış ikinci binanın iç mekân organizasyonunda iklimsel veriler dikkate alınmıştır.

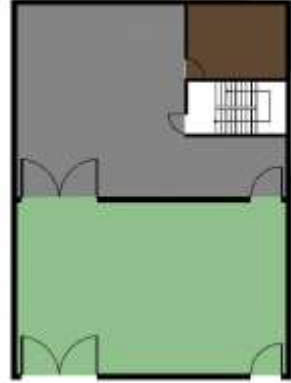
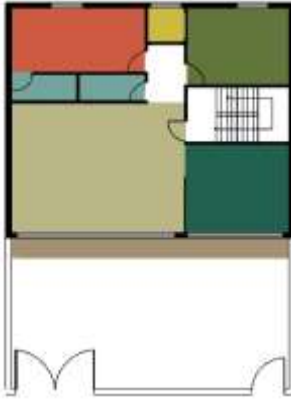
5.1. Önerilen Tasarım

Bu aşamada, 3. bölümde örnek aldığımız mevcut binayla aynı metrekareye sahip bir konut tasarlanmıştır. Tasarlanmış olan konut doğu batı eksenli kompakt bina formu tercih edilmiştir. Konutun yönlenmesi güneyden doğuya doğru 10 derecedir ve -0.40 cm zeminden düşük kotta yer almaktadır. Bodrum katın eni 9 m boyu ise 8 metredir ve bu katta garaj ile depo odası bulunmaktadır. Diğer katlar ise aynı plan ve tasarıma sahiptir. Bu katların da eni 11 m, boyu ise 8 metredir ve her katta salon, mutfak, 2 yatak odası, tuvalet, banyo, balkon ve artium bulunmaktadır. Bodrum kat $72 m^2$ brüt alana, diğer katlar da $87 m^2$ brüt alana sahiptir. Binanın güneyinde boyu 5 m, eni 11 metre olan avlu yer almaktadır. Binanın zeminden yüksekliği ise 12.80 metredir. Konuta ait planlar Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Bodrum kat planı (A) ile diğer kat planları (B)

Çizelge 5.1. Yaşam alanları ve ebatları

Zemin kat	Yaşam alanı		Alan ölçüleri/ m^2	
		Garaj	54	
		Depo odası	8	
		Sirkülasyon	10	
		Avlu	52	
Kat planlar	Yaşam alanı		Alan ölçüleri/ m^2	
		Yatak odası 1	12.90	
		Yatak odası 2	11	
		Salon	24.90	
		Atrium	2	
		Tuvalet ve banyo	5	
		Mutfak	12.70	
		Balkon	5.5	
		Sirkülasyon	13	

Söz konusu konutun malzemeleri, analizlerde elde ettiğimiz sonuçlar esasında seçilmiştir. Kullanılan malzemeler aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

Duvar

Güney duvar (içten dışa): plastik boya+ alçı kaplama+ delikli tuğla+ polistren yalıtım + dış sıva+ mermerden oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 31 cm'dir.

Batı, doğu ve kuzey duvar (içten dışa): plastik boya+ alçı kaplama+ delikli tuğla + polistren yalıtım + dış sıvadan oluşmuştur. Toplam kalınlığı 29 cm'dir.

İç duvar: plastik boya+ alçı kaplama+ delikli tuğla + alçı kaplama+ plastik boyadan oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 15 cm'dir.

Çatı

Yapı düz çatıya sahiptir. Çatı (üsten alta): asfalt+ çatı sıvası+ polistren yalıtım + bozma ve beton+ delikli tuğla + sıva+ alçı kaplama+ dekoratif boyadan oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 48 cm'dir.

Pencereler/ kapılar

Çift camlı 3mm'lik pencere kullanılmış, kullanılan dış kapılar da çift camlı 3mm'lik pencerelere sahip, yalıtımlı kapılardır. Bodrum katın güney cephesinde giriş için yaklaşık 10 m^2 kapı kullanılmış. Sistematiik olarak yapının diğer katlarında da aynı tip pencereler ve kapılar kullanılmıştır. Güneş kazanım miktarını artırmak ve hem uzun hem de daha şeffaf bir cephe olması amacıyla her katın güney cephesinde yaklaşık %100 orana sahip pencere kullanılmıştır. Isı kayıplarını en aza indirmek amacıyla kuzey cephesindeki açıklık miktarı minimumda tutularak 5 m^2 olması öngörülmüştür.

Döşeme

Temel döşemesi (üsten alta): karo mozaik+ yapıştırma harcı+ temel beton+ blokaj + grobeton+ sıkıştırılmış topraktan oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 40 cm'dir.

Kat döşemesi (üsten alta): kaplama+ blokaj ve tavsiye beton+ delikli tuğla + düzeltme şapı+ alçı kaplama+ dekoratif boyadan oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 40 cm'dir.

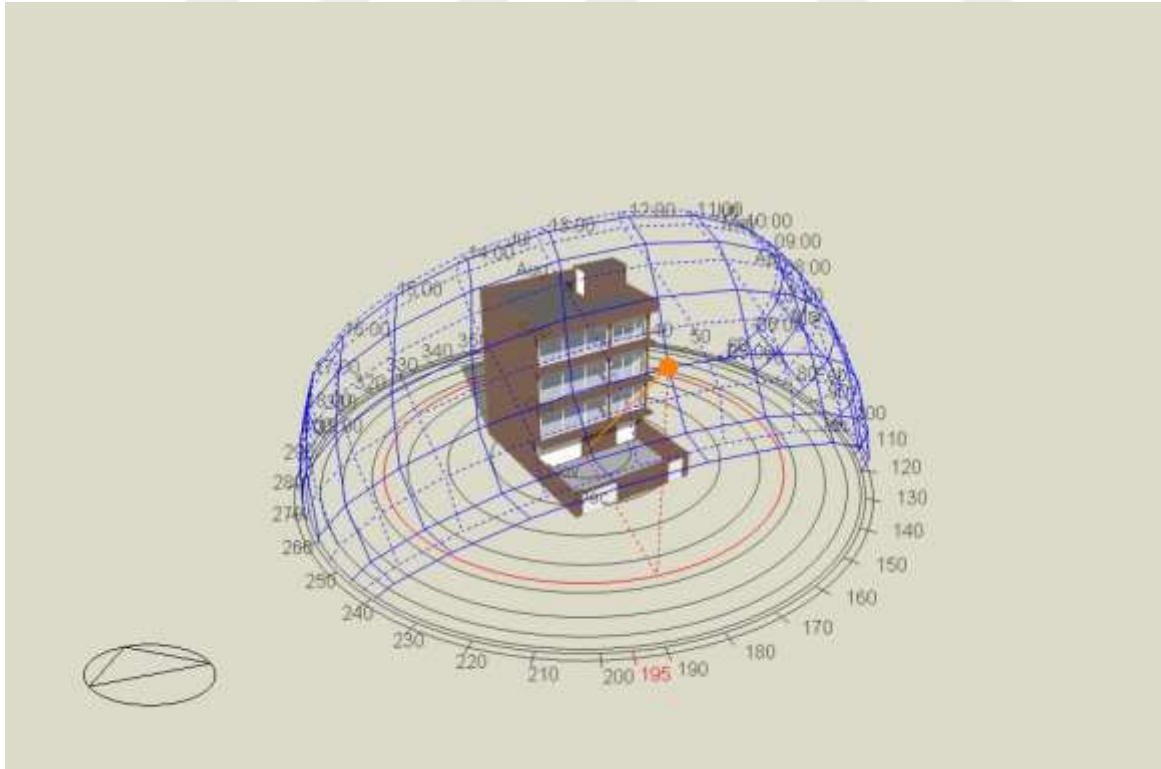
Bir sonraki aşamada Design Builder programıyla tasarlanmış konutun enerji simalasyonu yapılmış konuta ilişkin bilgileri detaylı şekilde aşağıda gösterilmiştir.

5.2. Önerilen Konut Tasarımının Design Builder Simülasyon Programı ile Enerji Tüketim Analizi

Tasarlanmış konutun yapı kabuğu elemanları ve malzemeleri U değerleri ile birlikte Design Builder programına aktarılmış, yapıya ait HVAC sistemi elemanları kullanıldıktan sonra enerji simülasyonu yapılmıştır.

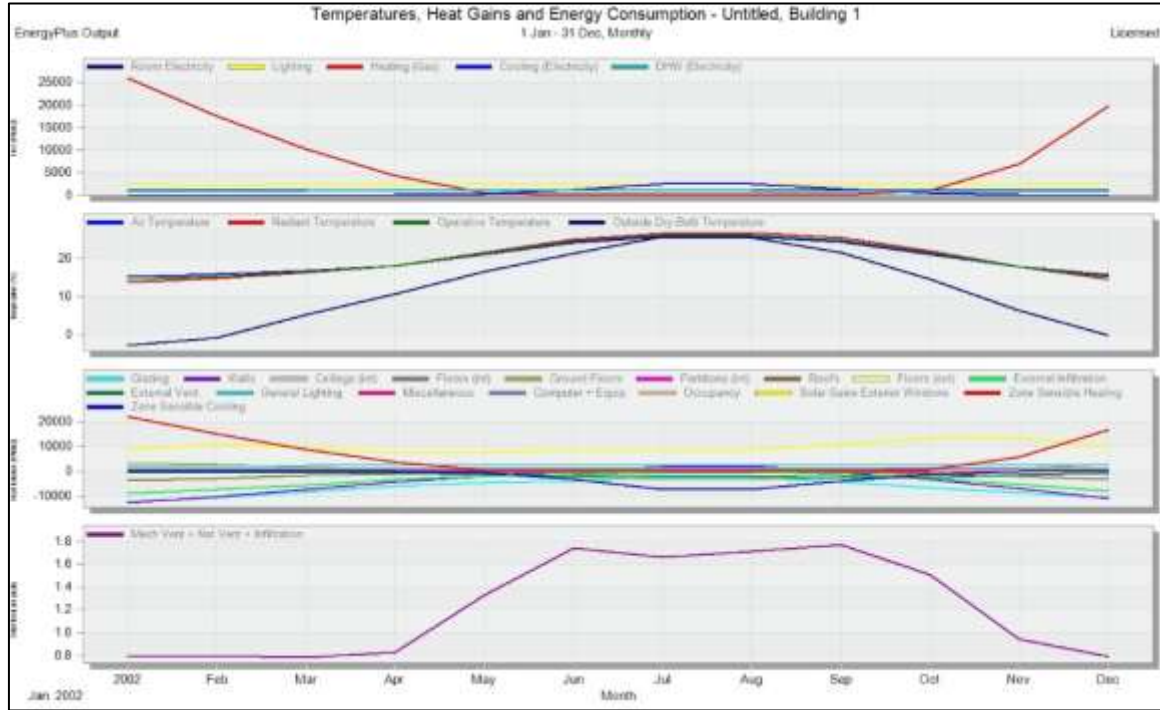
İlk önce Design Builder programında yapı modellemesi yapılmış sonra, yapı kabuğu elemanlarından; duvarlar, kapı/pencereler, çatı, temel/döşeme gibi kabuk elemanlarının ve bu elemanlarda kullanılan malzemelerin, U değerleri, ısıl iletkenlik değeri ve HVAC sistemi gibi program analizi içerisinde var olan parametreler kullanılmış ve ardından her metrekare başına ısıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarının simülasyonu yapılmıştır.

Tasarlanmış konutun modeli, iklim verileri, uygulama projesine ait veriler, kullanıcı profili gibi veriler programa aktarıldıktan sonra Şekil 5.21’de görüldüğü gibi oluşturulmuş ve daha sonra ısıtma ile soğutma enerji tüketim miktarının simülasyonu yapılmıştır.

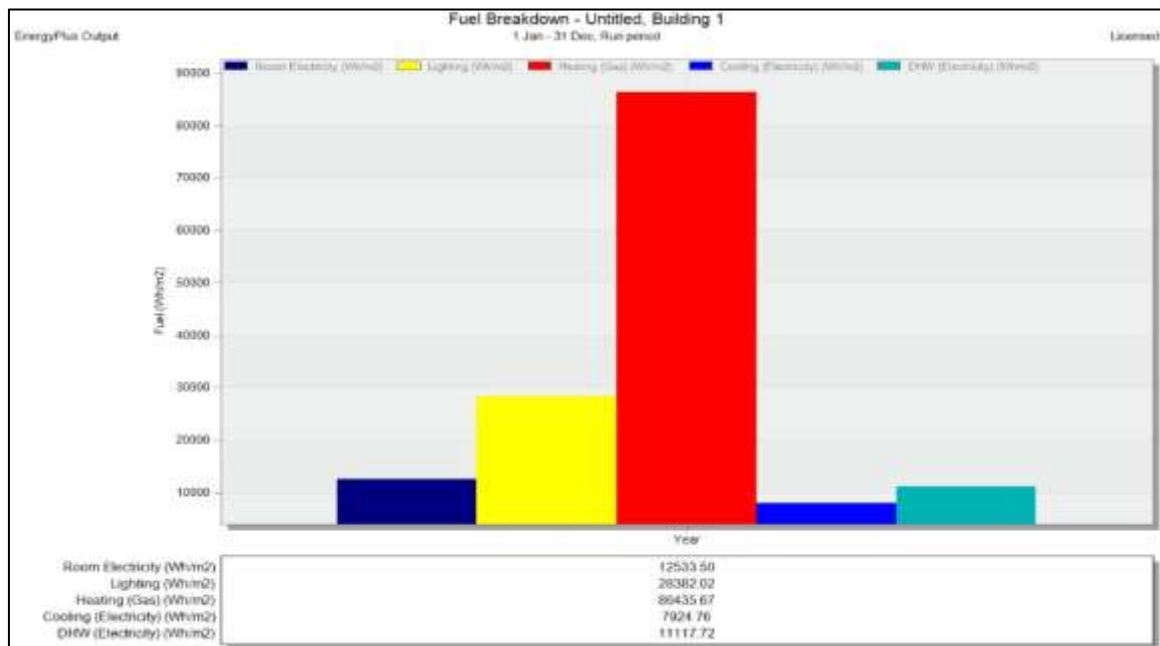


Şekil 5.2. Tasarlanmış binaya ait Design Builder yapı modeli

Her kat için mekânlar belirlenmiş ve gerekli veriler programa işlenmiştir. Programa girilen veriler ve yapılan simülasyon sonucunda metrekare başına ısıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı hesaplanmış ve Şekil 5.3, 5.4 ve 5.5'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Isıtma ve soğutma için aylara göre yıllık enerji tüketim miktarı



Şekil 5.4. Isıtma ve soğutma için yıllık enerji tüketim miktarı

Date/Time	Room Electricity (Wh/m ²)	Lighting (Wh/m ²)	Heating (Gas) (Wh/m ²)	Cooling (Electricity) (Wh/m ²)	DHW/ (Electricity) (Wh/m ²)
12:00:00 AM	12533.5	28382.02	86435.67	7924.758	11117.72

Şekil 5.5. Isıtma ve soğutma için yıllık enerji tüketim miktarı

Mevcut duruma ait metrekare başına ısıtma ve soğutma için tüketilen yıllık enerji miktarı incelendiğinde, ısıtma için 86435.67 Wh/m^2 (86.43 kWh/m^2) ve soğutma için 7924.758 Wh/m^2 (7.92 kWh/m^2) ve toplam 94360.428 Wh/m^2 (94.36 kWh/m^2) tüketildiği karşımıza çıkmaktadır.

İklimsel etkilerden yararlanma veya korunmanın mekân organizasyonunda etkileyici bir faktör olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu faktörler enerji tüketim miktarını da etkilemektedir. Bir sonraki bölümde taraslanmış konutun mekân organizasyonunu Tebriz iklimine uygun şekilde düzenleyip enerji simülasyon analiz yapılmıştır.

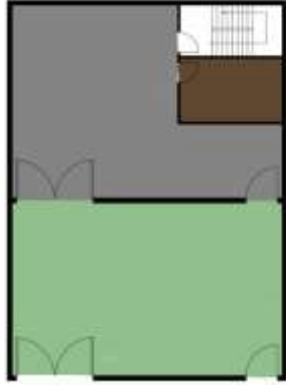
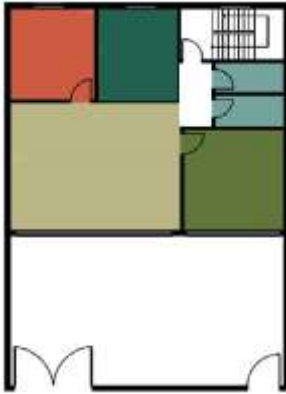
5.2. Mekân Organizasyonunun Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi

Mekânların ısıtma veya soğutma ihtiyaçlarında mekân organizasyonu önemli bir rol oynar. Bina tasarımında, dışarıdan gelecek soğuk havanın etkisini azaltmak için sürekli sıcak olması gereken mekanların soğuk mekanlar ile çevirilmesi bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde tampon bölgesi oluşturulur. Garajlar, bodrum katları, koridorlar, rüzgârlıklar ve güneye yönlendirilmiş kış bahçeleri soğuk mekanlar olarak bilinmektedir. Mekânların kullanım amacı mekân organizasyonunda etkileyici bir rola sahiptir. Bu aşamada iklimsel etkilerden yararlanma veya korunma amacıyla; banyo, tuvalet ve merdiven gibi doğrudan yaşama mekânı olmayan birimlerin ikincil cephede, yaşama alanlarının ise güney cephede yer alması ile mekân organizasyonunun enerji tüketim miktarı üzerindeki etkisi hesaplanmıştır. Konuta ait planlar Şekil 5.5'te gösterilmiştir.

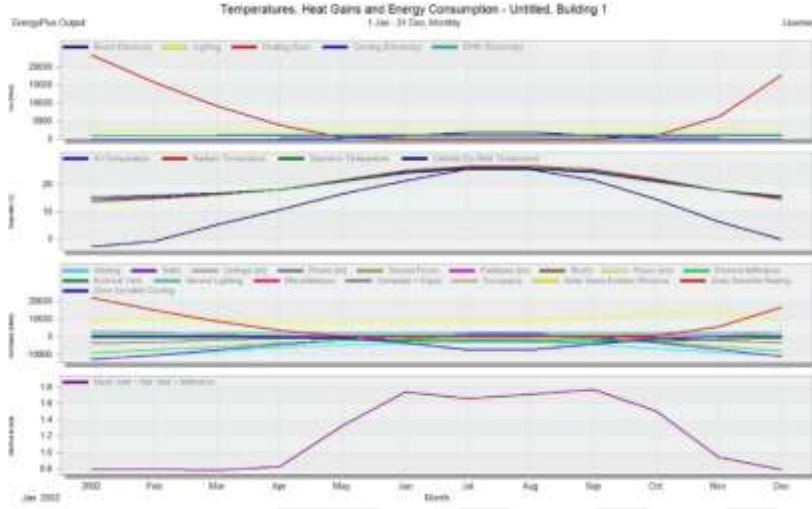


Şekil 5.6. Bodrum kat planı (A) ile diğer kat planlar (B)

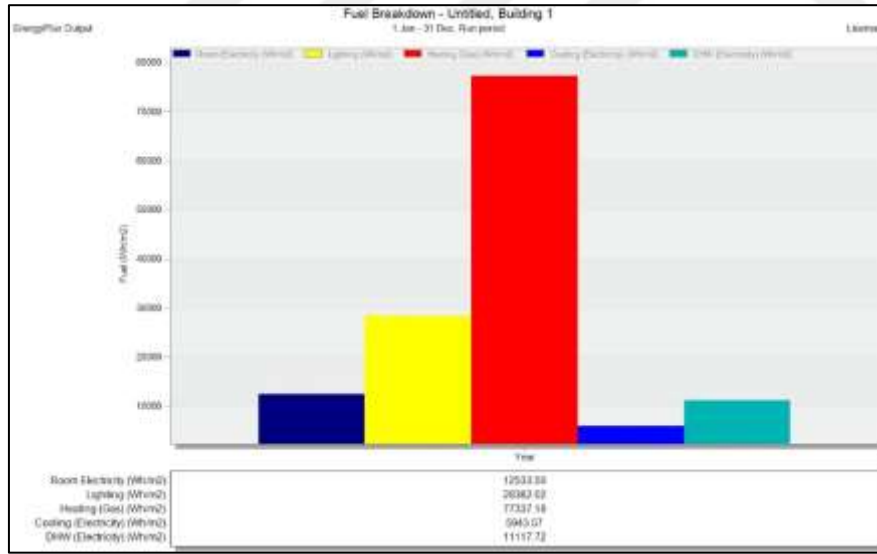
Çizelge 5.2. Yaşam alanları ve ebatları

Zemin kat	Yaşam alanı		Alan ölçüleri/ m^2	
		Garaj	54	
		Depo odası	8	
		Sirkülasyon	10	
		Avlu	52	
Kat planlar	Yaşam alanı		Alan ölçüleri/ m^2	
		Yatak odası 1	12	
		Yatak odası 2	13	
		Salon	25	
		Lavabo ve banyo	7	
		Mutfak	11.5	
		Balkon	5.5	
		Sirkülasyon	13	

Bu aşamada, mekân organizasyonu sonrası mekânlar belirlenmiş ve gerekli veriler programa işlenmiştir. Programa girilen veriler ve yapılan simülasyon sonucunda metrekare başına düşen ısıtma ve soğutma enerji tüketim miktarı hesaplanmıştır ve Şekil 5.6, 5.7 ve 5.8'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Isıtma ve soğutma için aylara göre yıllık enerji tüketim miktarı



Şekil 5.8. Isıtma ve soğutma için yıllık enerji tüketim miktarı

Date/Time	Room Electricity (Wh/m2)	Lighting (Wh/m2)	Heating (Gas) (Wh/m2)	Cooling (Electricity) (Wh/m2)	DHW (Electricity) (Wh/m2)
12:00:00 AM	12533.5	28382.02	77337.18	5943.568	11117.72

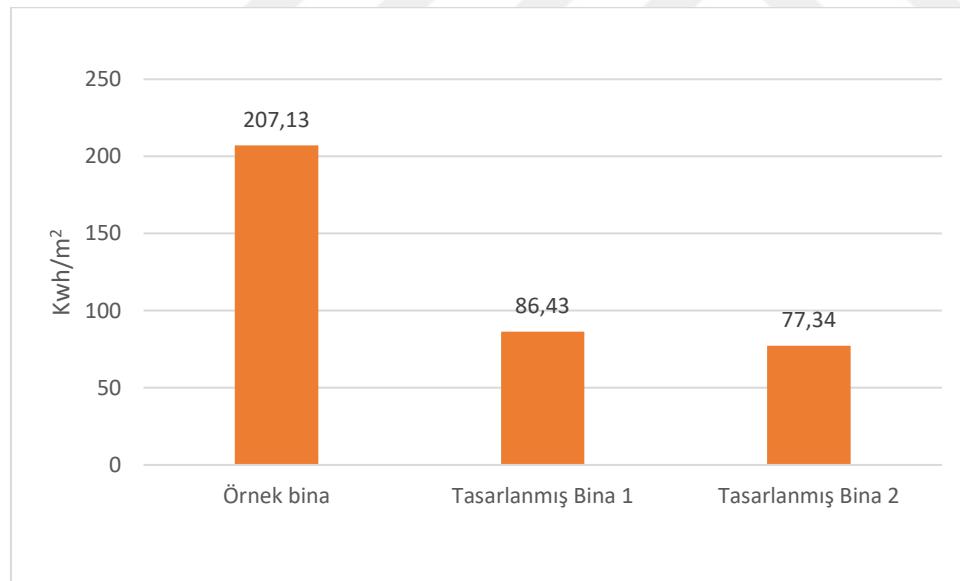
Şekil 5.9. Isıtma ve soğutma için enerji tüketim miktarı

Mevcut duruma ait metrekare başına düşen ısıtma ve soğutma yıllık enerji tüketim miktarı incelendiğinde, ısıtma için 77337.18 Wh/ m^2 (77.34 kWh/ m^2) ve soğutma için 5943.568 Wh/ m^2 (5.94 kWh/ m^2) ve toplam $83280.748 \text{ Wh/ m}^2$ (83.28 kWh/ m^2) enerji tüketildiği karşımıza çıkmaktadır.

Bir sonraki aşamada, Tebriz bölgesinden örnek aldığımız konut ile analizler sonrasında tasarlanmış olan konutun ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketim miktarı, mekân organizasyonu farklılaştırılmış olan konutun enerji tüketim miktarı ile karşılaştırılmıştır.

5.3. Binaların Enerji Tüketim Miktarının Karşılaştırılması

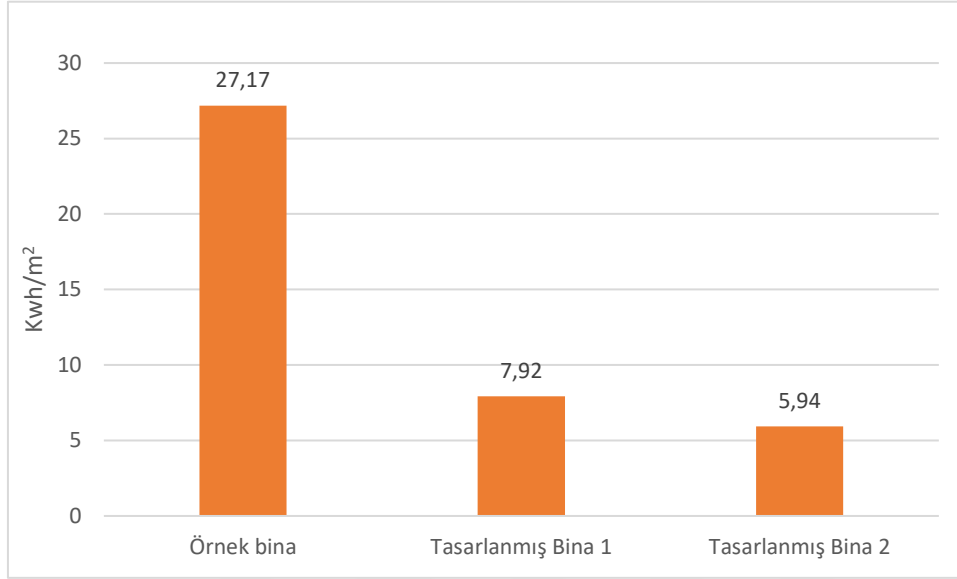
Her üç binanın ısıtma enerji tüketimi karşılaştırıldığında, Şekil 5.9'da görüldüğü gibi 2. binanın enerji tüketim miktarı örnek binaya göre etkin bir şekilde azalmıştır. Ayrıca tasarlanmış olan 2. binaya mekân organizasyonu yapıldıktan sonra her iki binaya kıyasla ısıtma için daha az enerji tükettiği gözlemlenmiştir.



Şekil 5.10. Binaların ısıtma enerji tüketim miktarı

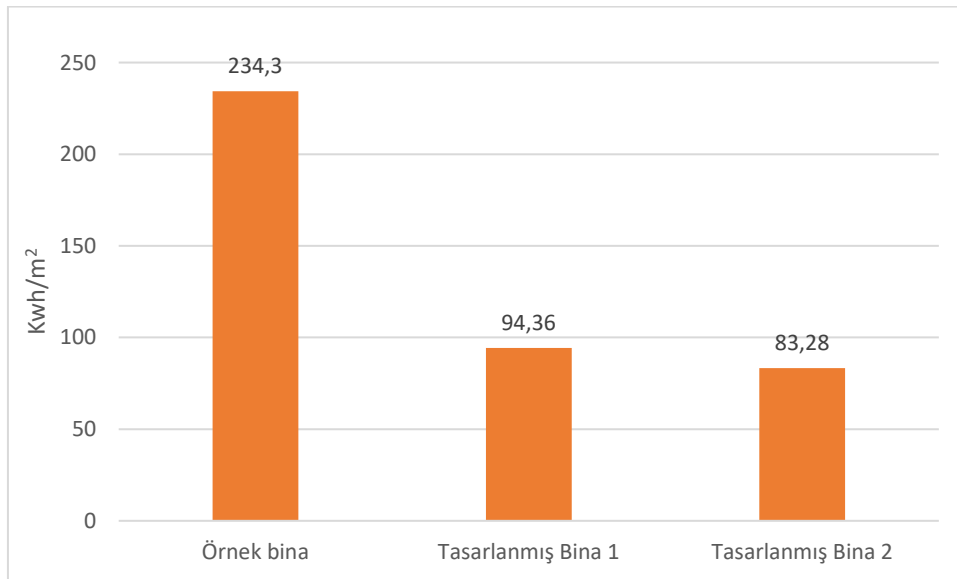
Binaların soğutma enerji tüketim miktarı karşılaştırılacak olursa, Şekil 5.10'da görüldüğü gibi örnek bina 27.17 Wh/ m^2 miktarla en fazla enerji tüketmektedir. Enerji simülasyon analizlerinden elde edilen sonuçların uygulanması ile tasarlanmış olan binanın soğutma enerji tüketim miktarı 86.43 Wh/ m^2 'ye düşerek etkin bir şekilde azalmıştır. En az enerji

tüketim miktarı ise 77.34 Wh/ m^2 olarak tasarlanmış olan binaya mekân organizasyonu yapıldıktan sonra gözlemlenmiştir.



Şekil 5.11. Binaların soğutma enerji tüketim miktarı

Binaların toplam enerji tüketim miktarı karşılaştırıldığında, örnek binanın 234.3 Wh/ m^2 miktarla en fazla enerji tükettiği görülmektedir. İkinci binanın enerji tüketim miktarı, enerji simülasyon analizlerinden elde edilen sonuçların uygulanması ile etkin bir şekilde düşerek 94.36 Wh/ m^2 olmuştur. En az enerji tüketimi ise 83.28 Wh/ m^2 miktarla tasarlanmış olan binada mekân organizasyonu yapıldıktan sonra gözlemlenmiştir.



Şekil 5.12. Binaların toplam enerji tüketim miktarı

Tebriz bölgesinden örnek alınan mevcut konut ile analizler sonrasında tasarlanmış olan konutun ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketim miktarı, mekân organizasyonu farklılaştırılmış olan konutun enerji tüketim miktarı ile karşılaştırıldığında şu sonuçları çıkarmak mümkündür;

- Güney cephenin uzun olması,
- Güney cephede yer alan pencere oranının yüksek olması,
- Binaların doğu batı eksenli olması,
- Doğrudan yaşama mekânı olmayan birimlerin ikincil cephede, yaşama alanlarının ise güney cephede yer alması,
- U değeri düşük olan malzemelerin kullanımı,
- Uygun boyuta sahip balkon kullanımı,
- Yalıtım kullanımı,
- Bodrum kat kullanımı,
- Binaların uygun yönlendirilmesi, enerji tüketim miktarının etkin bir şekilde azalmasını sağlamaktadır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ulusal ve uluslararası politikaların belirleyici bir unsuru haline dönüşen enerji, günümüz toplumlarının da birincil ihtiyaçları arasında önemli bir paya sahiptir. Yapılı çevrelerin enerji tüketiminde etkin paya sahip olması, yapı sektörünün bu konuda sorumluluk üstlenmesinin gerektiğini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda, sektörel ve akademik platformlarda yapı ölçeğinde alınabilecek önlemlerin tartışılması ve mimarlık disiplininde enerjinin korunması ile enerji tüketiminin azaltılmasına ilişkin araştırmaların her geçen gün artması, mimarların konuya daha hassas yaklaşmasını göstermektedir. Mimarların konuyla ilişkileri daha çok; konutların ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma gibi enerji tüketiminde büyük rol oynayan tasarım prensiplerinin belirlenmesi kapsamında yer almaktadır.

Mimari eleman ve tasarım parametreleri, her iklim bölgesinde konutların temel ihtiyaçlarını etkilemekte ve enerji tüketiminde büyük rol oynamaktadır. İnsanoğlu tarih boyunca bu ihtiyaçların karşılanmasına ve enerji tüketiminin azaltılmasına çaba göstermiştir. Soğuk iklim bölgesinde yer alan Tebriz bölgesi de bu kaideden istisna değildir.

Bu tezde, “Geleneksel Tebriz evlerinin enerji etkin tasarım yaklaşımlarının neler olduğu ve bu öğretilerden faydalanarak bölgenin modern konut mimarisinde yapılabilecek iyileştirmeleri sağlayacak pragmatik bir veri tabanı oluşturulabilir mi” sorusu çalışmanın motivasyonunu oluşturmuştur. “Bölgenin kadim yapı bilgisi ışığında Tebriz’e özgün yüksek enerji performanslı konutlar tasarlanabileceği.” hipotezi ile bir araştırma planı hazırlanmıştır.

Bu plan çerçevesinde yapılan literatür çalışması ile sürdürülebilir mimarı ve iklime odaklı mimarinin geçmişten günümüze serüveni incelenerek kavramsal bir çerçeve çizilmiş, ardından geleneksel Tebriz evleri, “enerji etkin tasarım kriterleri” bağlamında incelenmiştir. Sonra soğuk iklim bölgesi olan Tebriz’de yaygın bir mevcut konut örnek alınarak konutun tasarım parametreleri ve enerji tüketim değerleri incelenmiş. Ardından söz konusu bölgenin konut ihtiyacı ile uyumlu bir veri tabanı, 100 m² alana sahip bir kutu üzerinde, enerji simülasyon analizi yapılarak oluşturulmuş, enerji tüketimini azaltmak için etkili olan kriterler çıkarılmıştır. Enerji simülasyon analizi sırasında pencere boyutları, cepheleri, farklı cephelerdeki kombinasyonları, balkon derinlikleri, kabukta kullanılan yapı malzemeleri, dış cephedeki malzemenin rengi, yalıtım alternatifleri, çatı kombinasyonları, kat sayısı ve

yönlendirme gibi parametrelerin etkisi hesaplanmış diğer faktörler bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. En son elde edilen bilgilere dayanarak iki bina tasarlanmış ve söz konusu parametrelerin etkisi binalar üzerinde hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında analiz edilen geleneksel Tebriz evlerini; bina formu, plan organizasyonu, yönlenme ve malzeme kullanımı başlıkları altında ele alıp enerji etkin tasarım yaklaşımlarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

Bina formu

- Güney cephenin güneş enerjisinden optimum oranda yararlanması ve doğu ile batı cephesinin ısı transferinin önlenmesi amacıyla güney cephenin uzun, doğu ile batı cephenin kısa yapılmasının tercih edilmesi,
- Dış ortamla ısı transferini azaltmak, gün boyunca güneş ışıınımı ile ısınıp gece boyunca iç mekân ısıtmasına yardımcı olmak ve enerji kaybeden yüzeyleri minimize etmek amacıyla sıkı plan ve minimum yapı kabuğu ile birlikte içedönüklüğe dikkat edilmesi ayrıca kareye yakın bina formlarının kullanılması,
- Düz çatı kullanılarak çatı üzerindeki karla ısı yalıtımının oluşturulması, iki katmanlı eğimli çatıların ise ısı yalıtımı yerine kullanılması,
- Soğuk ve elverişsiz rüzgârdan korunmak amacıyla plan ve cephelerin rüzgâr yönüne uygun tasarlanması,
- Dış ortamla ısı transferini azaltmak ve soğuk mevsimlerde toprak sıcaklığının kullanmak amacıyla bodrum katın kullanılması,
- Kışın güneş enerjisinden yararlanmak ve yazın güneş enerjisinden korunmak amacıyla binaların güney cephesinde verandalı büyük pencerelerin kullanılması,
- Güneş ışığı miktarını kontrol etmek ve ısı transferini önlemek amacıyla orsi pencerelerinin kullanılması.

Plan Organizasyonu

- Isı transferini düşürmek ve güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla sıkı ve doğu batı eksenli uzun planların kullanılması,
- Soğuk mevsimde ısınma ve sıcak mevsimde soğutmaya yardımcı olmak ayrıca kışın güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla ısı üreten mekanların planın ortasında, ana ve

büyük mekanların avlunun kuzeyinde ve ikincil mekanların planın batı yönünde yerleştirilmesi,

- Oda hacmini düşürmek ve minimum bina hacmi oluşturmak ayrıca soğuk mevsimlerde odaların kolay ısınması sağlamak amacıyla küçük ebatlı ve düşük tabanlı oda ve mekânların kullanılması,
- Gerek güneş ve rüzgârdan yararlanarak gerekse korunarak konfor sağlamak amacıyla kışlık ve yazlık mekanların kullanılması,
- Tampon bölge oluşturmak amacıyla koridor ve heşti kullanılması,
- Yazın güneşten korunmak ve kışın güneşten yararlanmak ayrıca kışın soğuk rüzgârdan korunmak amacıyla iç avluların arsanın kuzeyinde yer alması ve küçük tutulması, dış ve tek avluların ise arsanın güneyinde yer alması ve büyük boyutta yapılması,
- Kışlık mekânın güneşten yararlanması, yazlık mekânın gölgeli ve serin ortam oluşturması amacıyla kışlık mekanların bina kütesinin güneyinde, yazlık mekanların da bina kütesinin kuzeyinde yer alması,
- Isı kaybını azaltmak amacıyla mekanlar arası bağlantının en aza düşürülmesi ve tampon bölgelerin oluşturulması,
- Çok katlı binaların yapılması ile çatı yüzeyini minimize edilmesi ve kışın ısı kaybının önlenmesi.

Yönlendirme

- Güneş ve faydalı rüzgârdan yararlanma, elverişsiz gölgeden kaçınma, soğuk rüzgârdan korunma amacıyla güneş ve rüzgâra göre bina yönünün belirlenmesi,
- Binaların uygun ve ideal güneş yönüne göre konumlanması.

Malzeme

- Isı depolama kapasitesini artırmak ve ısı transferini azaltmak amacıyla nispeten kalın duvarların kullanılması,
- Bina içinde ısı konforu sağlamak, gündüz ve soğuk günlerde ısıyı depolayıp gece içeri aktarmak amacıyla ısı direnci ve ısı depolama kapasitesi yüksek malzemelerin kullanılması,
- Bina gövdesinin taş ile örülerek rutubetin önlenmesi.

Geleneksel Tebriz evleri incelendiğinde, söz konusu konutlarda enerji etkin tasarım yaklaşımlarına dikkat edildiği ortaya çıkmıştır.

Çalışma boyunca gerçekleştirilen farklı enerji analiz simülasyonu sonuçlarına dayanarak Tebriz iklimine uygun enerji verimli binalar için uygun mimari elemanlar ile tasarım parametrelerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Binaların güneyden doğuya 10 derece açıyla yönlendirilmesi,
- Binaların doğu batı ekseninin, güney kuzey eksenine oranı 2/1 olması veya kompakt kare form kullanılması,
- Güney cephede yer alan pencere oranının %100 olması,
- Kuzey cephede düşük oranlı pencere kullanılması,
- Güney cephe %100 pencere oranına sahipse batı ve doğu cephesinde pencere kullanılmaması,
- Güney cephede pencere kullanılmadığında, batı ve doğu cephede %100 orana sahip pencere kullanılması,
- Doğrudan yaşam alanı olmayan mekanların bina kütesinin güneyinde yer almaması,
- Bina kat sayısının artırılması,
- Bodrum kat kullanımı veya en azından binanın bir kısmının zeminden düşük kotta yer alması,
- Kullanılan balkon boyutlarına dikkat edilmesi,
- U değerleri düşük malzemelerin kullanılması,
- Dış cephede koyu renkli malzemelerin kullanılması,
- Yalıtım kullanılması,
- Düz çatı kullanılması, eğimli çatı kullanıldığı halde ise az eğime sahip çatıların kullanılması.

Çeşitli enerji simülasyonları ile elde edilen sonuçların dikkate alınması, konutlarda enerji tüketim miktarının etkin bir şekilde azalmasını sağladığını göstermiştir. Bu da uygun bina tasarım kriterlerinin göz önünde bulundurulması ile Tebriz’de enerji etkin konutların tasarlanabileceğinin göstergesidir. Ayrıca Tebriz bölgesinden örnek alınan mevcut konutun enerji tüketim miktarına bakıldığında, günümüz mimarisinde Tebriz konutlarının enerji verimli olmadığı da açığa çıkmıştır. Mevcut binaların aktif kullanılması ve bu yapıların

tükettiği enerji göz ardı edilemeyecek miktardadır. Dolayısıyla mevcut yapı stoğunun enerji etkin tasarım parametreleri göz önüne alınarak yenilemelerle iyileştirilmesi bundan sonraki çalışmaların konusu olabilir.





KAYNAKLAR

- Aktuna, M. (2007). *Geleneksel Mimaride Binaların Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri Bağlamında Değerlendirilmesi Antalya Kaleiçi evleri örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 31-33.
- Al-Rimmawi, H. and Surinder, B. (2007). Government's Role in Saudi Arabian Village Development: The Case of Al-Yazeed. *International Journal of Rural Studies (IJRS)*, 14, 1-9.
- Al-Zubaidi, M. S. S. (2007). *The Sustainability Potential of Traditional Architecture in the Arab World-with Reference to Domestic buildings in The UAE*, Doctoral Dissertation, University of Huddersfield, 24-45.
- Arsan, Z. D. (2008). Türkiye’de Sürdürülebilir Mimari. *Mimarlık Dergisi*, 340, 21-30.
- Aru, K. A. (1998). *Türk kenti: Türk Kent Dokularının İncelenmesine ve Bugünkü Koşullar İçinde Değerlendirilmesine İlişkin Yöntem Araştırması* (Üçüncü Baskı). İstanbul: Yem Yayınevi, 98-99.
- Azis, A. A. A., Memon, A. H., Rahman, I. A., Nagapan, S., and Latif, Q. B. A. I. (2012,). *Challenges faced by construction industry in accomplishing sustainability goals*. In 2012 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (630-634), Hyderabad, India.
- Bani Masoud, A. (2013). *Memariye Muasere İran* (Altıncı Baskı). İran: Naşre Honare Memariye Karn, 175-178.
- Barros Gomes, J. (2003). *Sustainable rehabilitation indicators for public housing in Lisbon*, Doctoral Dissertation, University of Salford, 41-42.
- Baker, S. (1996, 6–10 February). *Sustainable development and consumption: The ambiguities*. The Oslo ministerial roundtable conference on sustainable production and consumption, Oslo, Norway.
- Bartelmus, P. (2002). *Environment, Growth and Development: The Concepts and Strategies of Sustainability* (Second Edition). New York: Routledge, 60.
- Bauen, R., Baker, B., and Johnson, K. (1996). *Sustainable community checklist*. Seattle, WA: University of Washington Seattle, Graduate School of Public Affairs, Northwest Policy Centre, Washington, 84.
- Beatley, T. (1995). The many meanings of sustainability: Introduction to a special issue of jpl. *Journal of Planning Literature*, 27, 339-342.
- Berke, P. R. (2002). Does Sustainable Development Offer a New Direction For Planning? Challenges For The Twenty-first Century. *Journal of planning literature*, 17(1), 21-36.
- Brundtland, R. (1987). *World Commission on Environment and Development (1987) Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press, 8.

- Büte, E. (2014). *Ekolojik Yapı Tasarım Kriterleri Bağlamında Muş Kale Mahallesi Geleneksel Evlerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 9, 20.
- Çal, İ. (2012). *Yerel Verilerin Geleneksel Mimari Üzerindeki Etkilerinin Sürdürülebilirlik Bağlamında Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi: Akseki-ibradı ve Piemonte-val D'ossola Örneği*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 19.
- Capeluto, I. G and Shaviv, E. (2001). On the Use of 'Solar Volume' for Determining the Urban Fabric. *Solar Energy*, 70(3), 275-280.
- Chardin, J. *Chardin's Itinerary* (çev. İgbal Yağmayı). Muassese Çap ve Enteserate Emirkebir No 2. (Eserin orijinalı 1976'da yayımlandı), 405.
- Chiu, R. (2012). Sustainability. International Encyclopedia of Housing and Home. *Housing, Theory and Society*, 21(2), 65-76.
- Colvin, K. (2006). *Sustainable Housing*. Australia: Victoria, 23-26.
- Gates, R., and Lee, M. (2005). Definition of Social Sustainability. *Report to Vancouver City Council. Director of Social Planning, in consultation with the Manager of the Sustainability Group*. <http://former.vancouver.ca/ctyclerk/ccclerk/20050524/documents/p1.pdf>.
- Dalkılıç, N. ve Bekleyen, A. (2011). Geçmişin Günümüze Yansıyan Fiziksel İzleri: Geleneksel Diyarbakır Evleri. *Diyarbakır Valiliği Kültür ve Sanat Yayınları*, 2011(3), 417-462.
- De Waal, H. (1993). New Recommendations for Building in Tropical Climates. *Building and Environment*, 28(3), 271-285.
- Dedeoğlu, N. (2002). *Ekolojik Mimarlık Kapsamında Konut Tasarımlarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 47.
- Demir, Y. (2016). *Ekolojik Konut Planlamasının Mimari Açısından İncelenmesi*. Doktora Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haliç Üniversitesi, 4-5.
- Deringöl, T. (2015). *Sürdürülebilir Çağdaş Konut Tasarımında Gaziantep'in Yerel Mimarisinden Öğrenilenler*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 11-17.
- Deviren, S. (2005). Bir Eko-Ev Örneği, *XXI Dergisi*, 47(9), 65-86.
- Docherty, M. J., and Szokolay, S. V. (1999). *Climate analysis: PLEA, Passive and Low Energy Architecture*. Australia: The University of Queensland Printery, 4.
- Ebrahimi, A. N., Rahimian, F. P., and Loron, M. S. (2013). Impacts of Climate on Genesis of Vernacular Architecture of Different Parts of Iran: Case Study of Cold and Dry Azerbaijan–Iran. *ALAM CIPTA. International Journal of Sustainable Tropical Design Research and Practice*, 6(1), 69-82.

- Edwards, B., and Hyett, P. (2013). *Sustainable Housing: Principles and Practice*. Hoboken: Taylor and Francis, 246-260.
- Emhemed, A. E. (2005). *Comprehensive Approach to Housing Legislation: With Reference to Housing in Libya*, Doctoral Dissertation, Heriot- Watt University, Edinburgh, 138,144.
- Erçin, Ç. (2005). *Mimarlıkta İklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi için İlkeler*, Yüksek Lisans Tezi, Yakın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, North Nicosia , 38-39.
- Esmaeili Sangari, H., and Omrani, B. (2014). *Tarih ve Memariye Haneyaye Tabriz Kadim*, Tabriz: Nashre Forouzes, 5-6, 16, 21-22, 30-36, 104, 255-263.
- Evans, J. M. (2007). *The Comfort Triangles: A New Tool for Bioclimatic Design*. Doctoral Dissertation, Technische Universiteit Delft, Delft, 12-13.
- Fellahi, N. (2016). *Algerian Vernacular Architecture in The Context of Sustainability: Learning from Casbah and M'zab*, Master Thesis, Yaşar University Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir, 15-16.
- Filik, A. O. (2004). *Ekolojik Tasarım ve Türkiye'deki Ekolojik Tasarım ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 34.
- Foster, N. (2001). Lord Foster of Thames Bank. *Architectural Design*, 71(4), 32.
- Fox, W. (2000). *Ethics and the Built Environment* (First Edition). New York: Routledge, 27.
- Ghobadian, V. (2013). *Sabkşenasi ve Mebaniye Nezeri der Memariye Muasire İran*, Tehran: Entesharate Elme Memar, 62-65.
- Gilkinson, N. R., and Sexton, M. (2007). The Seamless Delivery of Sustainable Housing: A Research Agenda In. *Salford University Technical Journal*. 16(9), 295-315.
- Gilman, R. (1992). *Sustainability by Robert Gilman from the 1992 UIA/ AIA call for sustainable community solutions*. Erişim tarihi:24 Temmuz 2021. <http://www.context.org>.
- Glass, J. (2002). Encyclopedia of architectural technology. *Academy Press*, 24(4), 62-81.
- Hancock, T. (1993). Social Sustainability The Soft Infrastructure of a Healthy Community. *Urban Studies*, 49(3), 527-542.
- Hausladen, G., Liedl, P., and Saldanha, M. (2012). *Building to suit the climate: A handbook*. Walter de Gruyter. Berlin: Walter de Gruyter, 13.
- Hoşkara, E. (2007). *Ülkesel Koşullara Uygun Sürdürülebilir Yapım İçin Stratejik Yönetim Modeli*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 24.

Hyde, R. (2013). *Climate Responsive Design: A Study of Buildings in Moderate and Hot Humid Climates* (Third Edition). Landon: Spon Press, 45-47.

İnternet: What Are the 5 Koppen Climate Classification Types. URL-1: <https://earthhow.com/koppen-climate-classification/>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Buşehr. URL-2: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Bu%C5%9Fehr>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Sazmane havaşenasiye İran. Erişim adresi: <https://b2n.ir/g20035>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Gobare feramoşi ber koçehaye aştikonan. URL-4: <https://gourl.page.link/4NAi>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Çehre Berazcan.URL-5: <http://shahreborazjan.blogfa.com>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Haneye Behnam.URL-6: <http://tinyurl.com/ya8zxjpg>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Haneye Bulurçıyan.URL-7: <http://tinyurl.com/y9wn7qfg>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Haneye gedeki Tebriz benayi mutallek be doreye Gacariye.URL-8: <https://gourl.page.link/JaCD>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Haneye Heyderzade.URL-9: <http://tinyurl.com/y874t9x7>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Haneye Selmasi Tebriz .URL-10: <https://b2n.ir/s08925>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Orsihaye Haneye Behnam.URL-11: <http://gestyy.com/eqkZTn>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Aşnayı ba Haneye Emir Nezam Gerosi.URL-12: <https://gourl.page.link/UPQ3>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Haneye Serrafklar.URL-13: <http://tinyurl.com/yaps826h>, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

İnternet: Tebriz Çehreke Yahçıyan.URL-14: www.google.com/earth, Son Erişim Tarihi: 24.07.2021.

Karagülle, C., ve Demir, Y. (2011). Yerel Verilerin Konut Tasarım Sürecinde Değerlendirilmesi: Mardin örneği. *İTÜ Dergisi/a*, 9(2). 83-94.

Kasmayı, M. (2003). *Eklım ve Memari*. (Çape 8). Tahran: Enteşarate Edebiyat ve Memari, 14, 16, 41, 67, 71.

- Kasmayi, M. (2005). *Pehne Bendi ve Rahnumaye Terrahiye Ekmimiye Ostan Azerbaycane Şerki (Ekline Serd.* Tahran: Merkeze Tehkikate Sakhteman ve Mesken, 170, 192.
- Keynejad, M. A., ve Shirazi, M. R. (2010). *Hanehaye Kadimiye Tabriz.* Tabriz: Muasseseye Daneşkahe Honare Tabriz, 12, 15, 17, 18-20.
- Kim, J.-J., and Rigdon, B. (1998). *Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design.* Michigan: National Pollution Prevention Center for Higher Education, 9-15.
- Koenigsberger, O., Ingersoll, T., Mayhew, A., and Szoklay, S. (1974). *Manual of Tropical Housing and Building: Climatic Design.* London: Longman, 24.
- Köppen, W. (1918). Klassifikation der Klima nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. *Die Klimaformel*, 64 (1918), 243-248.
- La Roche, P. M. (2004). *Passive Cooling Strategies for Buildings in Hot Climates with Specific Application to Venezuela*, Doctoral Dissertation, University of California, California, 11-13.
- Lovell, H. (2004). Framing sustainable housing as a solution to climate change. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 6(1), 35-55.
- Melnick, D., McNeely, J., and Navarro, Y. K. (2005). Environment and Human Well-being: A Practical Strategy. *Earthscan Journals*, 8(14), 84-92.
- Memarian, G. H. (2013). *Memariye İrani.* (Çape 4). Tahran: Enteşarate Soroush-e Danesh, 132, 165.
- Miller, W., and Buys, L. (2013). Factors Influencing Sustainability Outcomes of Housing İn Subtropical Australia. *Smart and Sustainable Built Environment*, 2(1), 60-83.
- Milletler, B. (1996). United Nations Conference on Human Settlements-Habitat II. *İstanbul, Türkiye.*
- Neghabi, M. (2016). Climatic Design of Iranian Traditional Buildings Case Study: Tabriz. *IJRDO-Journal Of Applied Science.* 2(7), 71-87.
- Oktay, D. (2002). Design With the Climate in Housing Environments: An Analysis in Northern Cyprus. *Building and Environment*, 37(10), 1003-1012.
- Omid Azeri, A. (2012). *Amozeşe Terrahiye Memari.* (Çape Şeşum). Tahran: Enteşarate Elme Memar, 207-209.
- Osso, A., Walsh, T., and Gottfried, D. (1996). *Sustainable Building Technical Manual: Green Building Design, Construction, and Operations.* US: Public Technology, 44-45.
- Özdemir, B. B. (2005). *Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 35-37.

- Ozorhon, G., and Ozorhon, I. F. (2014). Learning from Mardin and Cumalıkızık: Turkish vernacular architecture in the context of sustainability. *In Arts, Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. 3(1), 175-189.
- Palich, N. (2013). *Sustainable Design Strategy*. Port Phillip: Sustainable Design Strategy Press, 11.
- Pett, J. (2004). Sustainable housing—is it legal. *Paper presented at the Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 157 (4), 239-244.
- Phillis, Y. A., and Andriantiatsaholainaina, L. A. (2001). Sustainability: an ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic. *Ecological economics*, 37(3), 435-456.
- Pourvahidi, P. (2010). *Bioclimatic analysis of vernacular Iranian architecture*, Doctoral dissertation, Eastern Mediterranean University, Famagusta, 37.
- Roaf, S. (2001). *Ecohouse A Design Guide*. (First Edition). London: Architectural Press, 96.
- Roaf, S., Crichton, D., and Nicol, F. (2009). *Adapting buildings and cities for climate change: a 21st century survival guide*. New York: Princeton Architectural Press, 194.
- Robinson, J. B. (2001). Integrating climate change and sustainable development. *International Journal of Global Environmental Issues*, 1(2), 130-149.
- Ross, C. (2005). Sustainable home building 2.0. *Residential Design & Build*, 70(8), 34–37.
- Ruckelshaus, W. D. (1989). Toward a sustainable World. *Scientific American*, 261(3), 166-175.
- Sev, A. (2009). How can the construction industry contribute to sustainable development? A conceptual framework. *Sustainable Development*, 17(3), 161-173.
- Sartogo, F. (2008). *"Bioclimatic Housing" innovative design for warm climates*. Berlin: Sun and Sense Press, 236.
- Shaterian, R. (2001). *Eklm ve Memari*. (Çape Sevvom). Tahran: Entesharate Simaye Danesh, 23, 25, 27, 41, 56, 413.
- Sherlock, H. (1991). *Cities Are Goodfor Us*. London: Paladin press, 47-48.
- Singeri, M., and Abdoli-Naser, S. (2011). Moqayeseye tetbikiye püste haye biruniye benahaye meskuni der bafte sonnati ve moderne şehre Tebriz ba ruykerde paydari. *Motale'at şehre İrani Eslami*, 7, 53-62.
- Sojoudihassanlouei, L. (2019). *Sıcak-Kuru İklim Geleneksel Konutlarında İklim Duyarlı Tasarım*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara, 6-8,10.
- Soltanzadeh, H. (2010). *Tabriz heşti ostovar der memariye İran*. (Çape Dovvum). Tahran: Deftere pejoheşhaye ferhengi, 86-90.

- Stauskis, G. (2013). Green architecture paradigm: from urban utopia to modern methods of quality assessment Žaliosios architektūros paradigma: nuo urbanistiinės utopijos iki šiuolaikinių tvarumo vertinimo metodikų. *Mokslas Lietuvos ateitis/Science Future of Lithuania*, 5(3), 181-188.
- Stubbs, B. (2008). *Plain English guide to sustainable construction*. London: Constructing Excellence, 3-4.
- Surf, A., and Saied, M. (2014). *Challenges facing the application of sustainability to housing in Saudi Arabia*, Doctoral Dissertation, Queensland University of Technology, Brisbane, 18-19.
- Sustainable Housing Forum. (2003). Building Sustainably; How to plan and construct new housing for the 21 s ' century. *London: Town and Country Planning Association*, 4.
- Tobias W., Walter P., Thomas Z., Karl T., Hildegund M., and Barbara B. (2009). *Passivhaus-Bauteilkatalog*. New York: Springer Wien, 273.
- Tohidi, S. (2014). The study and indentification of the sustanable architecture pattern in residential buildings in the old context of Tabriz city. *International journal of current life sciences research article*, 4(8), 4472-4476.
- Vahdat Talab, M., Nimaram, A. (2017). Berresiye ehemmiyete, ferevani ve perakuneşe rene germez der orsihaye hanehaye tarihiye iran. *Neşriyeye Honerhaye Ziba-Memari ve Şehrsazi*, 22(2), 87-97.
- Yeang, C., Wilkinson, M. J., and Tsimikas, S. (2016). Lipoprotein (a) and oxidized phospholipids in calcific aortic valve stenosis. *Current opinion in cardiology*, 31(4), 440-458.
- Yüksek, İ., (2008). “Geleneksel Anadolu Mimarlığında Ekolojik Uygulamalar Üzerine Bir Araştırma: Kırklareli Kırsal Alan Örneği, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 74-76.
- Zapata, M. G. (2009, June). *Sustainability as driver of architectural practices: San Francisco Federal building case*. Quebec City, Canada
- Zomorshidi, H. (2006). *Memariye İran, Mesaleh Şenasiye Sünneti*. (Çape Pencum). Tahran: Neşre Zomorrod, 1-5, 51.





GAZİ GELECEKTİR..