

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

SICAK-KURU İKLİM BÖLGELERİNDE GELENEKSEL PASİF SOĞUTMA
SİSTEMLERİ BAĞLAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KONUT TASARIMI /
ÜRDÜN ÖRNEĞİ

DOKTORA TEZİ

Ala'a Al-deen Khalil Hussein AL JADA'AN

MAYIS 2025
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**SICAK-KURU İKLİM BÖLGELERİNDE GELENEKSEL PASİF SOĞUTMA
SİSTEMLERİ BAĞLAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KONUT TASARIMI /
ÜRDÜN ÖRNEĞİ**

Ala'a Al-deen Khalil Hussein AL JADA'AN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“DOKTOR (MİMARLIK)”

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 / 04 / 2025

Tezin Savunma Tarihi : 13 / 05 / 2025

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Serbülent VURAL

Trabzon 2025

ÖNSÖZ

Bu doktora tezi, sıcak-kuru iklimler için sürdürülebilir konut tasarımı ve geleneksel pasif soğutma stratejileri üzerine, özellikle Ürdün'e odaklanan yıllar süren araştırma, rehberlik ve paha biçilmez desteklerin bir sonucudur. Bu süreç boyunca gösterdiği sarsılmaz destek, değerli rehberlik ve özverili danışmanlığı için Prof. Dr. Serbülent VURAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisinin uzmanlığı ve teşvikleri, araştırmamın karmaşıklıkları arasında yolumu bulmamda ve çalışmamı geliştirmemde önemli bir rol oynamıştır.

Ayrıca, tez izleme komitesindeki hocalarım Prof. Dr. Nihan ENGİN ve Doç. Dr. Pınar KISA OVALI'ya, araştırmamın kritik aşamalarında sundukları düşünceli geri bildirimleri, yapıcı önerileri ve sürekli destekleri için içtenlikle teşekkür ederim. Değerli görüşleri ve perspektifleri, bu araştırmanın kapsamını genişletmekte ve genel kalitesini iyileştirmekte çok önemli olmuştur. Çalışmam, onların uzmanlıklarından büyük ölçüde yararlanmış olup, ayırdıkları değerli zamanlarından ve katkılarından dolayı derin minnettarım.

Sevgili arkadaşım Dr. Abdullah Ali'ye bu süreç boyunca gösterdiği sürekli teşvik ve değerli destek için en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, arkadaşlarım Muaz Sami, Abdullah Alsadık ve Zakaria Malahefji'ye, dostlukları ve motivasyonlarıyla bana güç kattıkları için yürekten teşekkür ederim.

Tüm kalbimle, babama ve anneme, kardeşlerime, bu yolculuk boyunca bana gösterdikleri sevgi, dua ve sarsılmaz inanç için en derin teşekkürlerimi sunuyorum. Destekleri, attığım her adımda benim için vazgeçilmez bir güç kaynağı olmuştur.

En önemlisi, sınırsız destekleri, sabırları ve sonsuz sevgileri için eşime ve kızıma derin şükranlarımı sunuyorum. Onların teşvikleri, karşılaştığım her zorluğun üstesinden gelmemde ve bu çalışmayı başarıyla tamamlamamda temel bir rol oynamıştır.

Bu tezi, bana olan sarsılmaz inançlarıyla sürekli motivasyon kaynağı olan aileme, hocalarıma ve arkadaşlarıma ithaf ediyorum. Araştırmamın sürdürülebilir mimarlık alanına anlamlı bir katkı sağlamasını ve iklime duyarlı tasarım üzerine yapılacak gelecekteki çalışmalara kaynak olmasını umuyorum.

Ala'a Al-deen Khalil Hussein AL JADA'AN

Trabzon 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Sıcak-Kuru İklim Bölgelerinde Geleneksel Pasif Soğutma Sistemleri Bağlamında Sürdürülebilir Konut Tasarımı / Ürdün Örneği” başlıklı bu doktora çalışmasını baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Serbülent VURAL’nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili kaynaklardan aldığımı, bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 13/05/2025

Ala’a Al-deen Khalil Hussein AL JADA’AN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Analizi.....	4
1.2. Hipotez ve Amaçlar.....	5
1.3. Araştırma Soruları	6
1.4. Yöntem	7
1.5. Araştırmanın Akademik Katkısı.....	10
1.6. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları	10
2. İKLİM VE ISIL KONFORUN TEMEL KAVRAMLARI.....	12
2.1. İklim	12
2.2. Sıcak ve Kuru İklim Özellikleri	16
2.3. Mikroiklim Kavramı.....	18
3. ISIL KONFOR VE PASİF SOĞUTMA TEKNİĞİ	20
3.1. Isıl Konfor	20
3.2. Binalarda Pasif Soğutma Teknikleri.....	23
3.2.1. Güneş ve Isı Kontrolü	32
3.2.2. Isı Değişiminin Azaltılması	32
3.2.3. Isı Uzaklaştırılması	33
3.3. Sıcak ve Kuru İklimler İçin Pasif Soğutma Teknikleri	34
3.3.1. Avlu.....	35
3.3.2. Mashrabiya.....	36
4. ÜRDÜN VE AMMAN MİMARİSİ	39
4.1. Ürdün’de Geleneksel Mimari	43
4.2. Amman Mimarisi	50

4.2.1. Geleneksel Amman Mimarisi (1878 Öncesi).....	56
4.2.2. Göçlerin Amman Mimarisine Etkisi (1878 Sonrası)	57
4.2.3. Günümüz Amman Mimarisinde Kullanılan Geleneksel Teknikler	73
5. ÖRNEK YAPI ANALİZLERİ VE PASİF SOĞUTMA TEKNİKLERİNE YÖNELİK SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI	84
5.1. Jabal Amman Mahallesi: Örnek Yapı Analizleri	84
5.1.1. Örnek Seçimi.....	86
5.1.2. Analiz Yöntemi	86
5.1.3. Örneklerin Analizi.....	88
5.2. Simülasyon Çalışmaları.....	93
5.2.1. Bina Simülasyon Yöntemi	93
5.2.2. DesignBuilder Yazılımı	95
5.2.3. Enerji Modellemesi için Saatlik Hava Raporları Verilerinin Girilmesi.....	97
5.2.4. Simülasyonda Kullanılan Test Odası ve Bina Modelinin Tanımlanması.....	97
6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	101
6.1. Değerlendirilen Ana Pasif Soğutma Teknikleri	101
6.2. Test Oda Modelinde Pasif Soğutma Tekniklerinin Simülasyonu	104
6.2.1. Cam Senaryosu	104
6.2.2. Gölgeleme Senaryoları.....	110
6.2.3. Pencere Yönleri.....	115
6.2.4. Pencere Oranı	124
6.3. Pasif Soğutma Tekniklerinin Konut Tipi Modelinde Simülasyonu	130
6.3.1. Plan Tipi.....	131
6.3.2. Plan Büyüklüğü.....	135
6.4. Test Odasının Olumlu ve Olumsuz Faktör Senaryoları	142
6.4.1. Olumlu Faktörlerin Senaryoları	142
6.4.2. Olumsuz Faktörlerin Senaryosu.....	144
6.5. Konut Modellerinin Olumlu ve Olumsuz Faktör Senaryoları.....	146
6.5.1. Avlulu Konut.....	147
6.5.2. Standart Konut	148
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	153
8. KAYNAKLAR	159
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

SICAK-KURU İKLİM BÖLGELERİNDE GELENEKSEL PASİF SOĞUTMA SİSTEMLERİ BAĞLAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KONUT TASARIMI / ÜRDÜN ÖRNEĞİ

Ala'a Al-deen Khalil Hussein AL JADA'AN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Serbülent VURAL
2025, 167 Sayfa

Ürdün halkı, uzun süren kurak yaz mevsimi boyunca dış ortam sıcaklıklarının yüksekliği nedeniyle iç mekânda artan iklim sorunlarıyla karşı karşıya kalmakta, düşük iç hava sirkülasyonu ile birlikte gündüz sıcaklıkları 46°C' ye kadar ulaşabilmektedir. Bu araştırmanın amacı, Ürdün yerel mimarisinde bulunan pasif soğutma sistemlerini çağdaş konut tasarımlarına uyarlayarak Ürdün'deki binalarda enerji tüketiminin azaltılmasına katkıda bulunmaktır. Böylece, iç mekân sıcaklıklarının optimize edilmesi ve konutlardaki enerji bağımlılığının bir ölçüde azaltılması öngörülmektedir.

Bu çalışma, DesignBuilder simülasyon yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, camlama, pencere gölgelemesi, pencere yönlendirmesi, pencere-duvar oranı, bina plan boyutu ve bina türünün iç mekân sıcaklıkları üzerindeki etkilerini incelemektedir. Özellikle, dış ortam sıcaklıklarının saat 14:00'te ulaştığı en yüksek değer olan 39,8°C'lik ısı koşullarına odaklanılmaktadır. Simülasyonlar, çeşitli geleneksel ve modern konut tasarımları üzerinde yapılmıştır.

Sonuçlar, pasif soğutma özellikleri için uygun senaryonun çift düşük emisyonlu cam, kuzey-güney pencere yönlendirmesi, %5 pencere-duvar oranı ve hem güney hem de kuzey cephelerde gölgeleme içeren senaryo olduğunu göstermektedir. Bu kombinasyon, avlulu konutlarda iç mekân sıcaklıklarında %21,38'e kadar bir azalma sağlamıştır. Buna karşılık; tek cam, çok yönlü pencere yönlendirmeleri, gölgeleme olmaksızın %90 pencere-duvar oranı ile karakterize edilen olumsuz senaryolar, iç mekân sıcaklıklarının dış ortam sıcaklıklarını aşmasına ve standart konut tiplerinde %30,42'ye varan performans düşüklüklerine neden olmuştur.

Bu araştırma, tasarım unsurlarının pasif soğutma performansı üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirerek, sıcak iklimlerde daha iyi ısıl düzenleme ve enerji verimliliği sağlamak için konut binalarının optimize edilmesine yönelik kanıta dayalı öneriler sunmaktadır. Bulgular, bu parametrelerin sürdürülebilir bina tasarımlarına entegre edilmesinin pasif soğutmayı artırma ve enerji bağımlılığını azaltma açısından önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Düşük Enerjili Tasarımlar, Yerel Sürdürülebilir Binalar

PhD. Thesis

SUMMARY

SUSTAINABLE HOUSING DESIGN IN THE CONTEXT OF TRADITIONAL PASSIVE COOLING SYSTEMS IN HOT-DRY CLIMATE REGIONS / CASE OF JORDAN

Ala'a Al-deen Khalil Hussein AL JADA'AN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Architecture Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Serbülent VURAL
2025, 167 Pages

People in Jordan are facing a growing problem of indoor climatic conditions due to the high outdoor temperature during the months-long dry season. In the dry season of summer and at low indoor air speed, the daytime temperature can reach up to 46 degrees. This research aims to adapt passive cooling systems found in Jordanian local architecture to contemporary housing designs to reduce energy consumption in buildings in Jordan. Thus, it is foreseen that the indoor temperature can be optimized, and energy dependence can be reduced to some extent in the residences.

Utilizing DesignBuilder simulation software, the study examines the effects of glazing, window shading, window orientation, window-to-wall ratio, building plan size, and building type on indoor temperatures, with a particular focus on peak heat conditions at 2:00 pm when external temperatures reach 39.8°C. The simulations were conducted across various traditional and modern building designs.

The results demonstrate that the best-case scenario for passive cooling features Double Low-E glazing, a north-south window orientation, a 5% window-to-wall ratio, and shading on both south and north facades. This combination achieved an indoor temperature reduction of up to 21.38% in courtyard houses. In contrast, the worst-case scenarios-characterized by single glazing, multiple-sided window orientations, and a 90% window-to-wall ratio without shading-led to indoor temperatures exceeding outdoor conditions, with performance degradation of up to -30.42% in typical house types.

This research provides a comprehensive evaluation of how design elements impact passive cooling performance, offering evidence-based recommendations for optimizing residential buildings to achieve better thermal regulation and energy efficiency in hot climates. The findings highlight the importance of integrating these parameters into sustainable building designs to enhance passive cooling and reduce energy dependence.

Key Words: Sustainability, Low-Energy Designs, Vernacular Sustainable Buildings

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışmanın yöntem şeması	9
Şekil 2. Güneş radyasyonunun alabileceği çeşitli formlar	14
Şekil 3. Köppen ölçeğine göre iklim sınıflandırması	15
Şekil 4. Küresel yıllık yağış haritası	17
Şekil 5. Farklı pasif soğutma yöntemlerinin sınıflandırılması	24
Şekil 6. Kış ve yaz mevsimleri için farklı uygulamalara sahip örnek gölgelemeler	25
Şekil 7. Isı yalıtımının kış ve yaz mevsimindeki uygulamaları	26
Şekil 8. Isı kontrol (Low-E) kaplamalı yalıtım camı	27
Şekil 9. Isıl kütlenin önemi	28
Şekil 10. Doğal havalandırma	29
Şekil 11. Buharlaştırmalı soğutma	30
Şekil 12. Toprak soğutma	31
Şekil 13. Farklı türde ısı alıcıları	31
Şekil 14. Kuru ve sıcak iklimlerdeki kentsel alanlarda binalar	34
Şekil 15. Havanın avluya giriş örneği	36
Şekil 16. Geleneksel konutlarda bulunan mashrabiya	36
Şekil 17. Tarihi bir Mısır konutundaki klasik bir Mashrabiya	37
Şekil 18. Ürdün'ün konumu	39
Şekil 19. 1991-2020 Ürdün aylık iklim bilgileri: Minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve yağış miktarı	40
Şekil 20. Amman'da ortalama sıcaklıklar (1991-2020)	41
Şekil 21. Amman'da ortalama yağış miktarı	42
Şekil 22. Amman'da güneş ışığı saatleri	42
Şekil 23. Al-Rawyeh	46
Şekil 24. Al-Qantarrah (taş kemer)	46
Şekil 25. Amman'ın eski konutları	50
Şekil 26. Ürdün Üniversitesi Hastanesi (solda) ve Intercontinental Amman (sağda)	51
Şekil 27. 1960'ların ve 1970'lerin başındaki modern binalar	52
Şekil 28. 1970'lerin eklektik mimarisi	52

Şekil 29.	Amman yapı türü örneği (İslami canlanma).....	53
Şekil 30.	Amman kent konut örnekleri	54
Şekil 31.	Kentlerin küreselleşmesinin bir örneği olan Amman'daki Abdali semti	54
Şekil 32.	Minimalist mimarlar tarafından tasarlanmış bir konut	55
Şekil 33.	Sweileh'deki bir Çeçen konutuna eklenmiş bir ahşap sundurma ve içeriden görülen çatıdaki dikme ve kiriş yapısı	59
Şekil 34.	İki katmanlı kerpiç tuğladan yapılmış duvar, Muhacirler Mahallesi.....	60
Şekil 35.	Bir Çerkes konutundaki ahşap işçiliği	61
Şekil 36.	Kafkasya'daki tipik Çerkes konutlarının planları.....	62
Şekil 37.	Jabal al-Qal'a'da bulunan ve Çerkes ailesi Khurma'ya ait olan konutun kalıntıları.....	62
Şekil 38.	Amman, Jabal al-Qal'a yamacında Çerkesler tarafından oturlan konutlar (1920'ler).....	63
Şekil 39.	Jabal Amman'ın zirvesindeki uzun balkonlu Çerkes konutları (1930'lar). Kiremit çatılar, erken dönemde Amman'daki zenginliği gösterir; bu nedenle, daha yüksek katlı konutların zengin Çerkeslere ait olduğu varsayılmaktadır	63
Şekil 40.	Geleneksel Salt konutlarının stilleri.....	65
Şekil 41.	Suriye geleneksel konutu.....	66
Şekil 42.	Filistin'de geleneksel konut.....	68
Şekil 43.	Fuheis kasabasındaki kırsal bir konutun arka ve ön görünümü.....	69
Şekil 44.	Kırsal bir konutun kemerlerinin inşası	70
Şekil 45.	Jabal al-Qal'a çevresindeki kemer kalıntıları	70
Şekil 46.	Amman kırsal konutundaki çatı katmanları.....	71
Şekil 47.	Matwa tipleri: 1. Kemerli taş kirişi olan matwa, Jabal al-Qal'a Mahallesi 2. Üzeri hala sıva ile kaplı olan, biri kemerli taş kirişli diğeri düz olan iki matwa, Jabal al-Qal'a Mahallesi 3. Tek taş kirişli matwa, Mohajireen Mahallesi, 4. Ahşap kirişli matwa, Mohajireen Mahallesi.....	72
Şekil 48.	Kiriş türleri ve taşın yapı inşasında nasıl kullanıldığı: 1. Mavi tonlu I kirişli Tobzeh taş cepheli, eski Amman mimarisinin karakteristik bir ögesi oluşturan bir bina, nispeten düzgün bir taş cepheli, Mohajireen Mahallesi, 2. Mohajireen Mahallesi'nde düzensiz taş sıraları ve taş kemer kirişleri, 3. Mohajireen Mahallesi'nde beton kirişlerle moloz duvar inşası, 4. Taş sıvalı, düzensiz taş cephe ve ahşap kirişler, Jabal al-Nadif	72
Şekil 49.	Al-Talhouni konutu	74
Şekil 50.	Dış mekan kaplamaları ve avlular tarafından hava akışının iyileştirilmesi	75
Şekil 51.	Doğanın güzelliği ve su fiskiyeleri.....	75

Şekil 52.	Al-Talhouni konutundaki geleneksel unsurlar.....	76
Şekil 53.	Handal konutu.....	77
Şekil 54.	Handal konutu tasarım öğeleri.....	78
Şekil 55.	Handal konutunun iç mekanlarındaki açıklıklar.....	78
Şekil 56.	Yerel malzemelerin, bina içinde ve dışında, karmaşık beton çerçevesini tamamlayacak şekilde kullanımı.....	79
Şekil 57.	Villa Handal'ın çeşitli kitlelerinin, geleneksel bir köyün görünümünü çağrıştırması.....	79
Şekil 58.	Tasarım öğeleri ve yerel taşın kullanımı	80
Şekil 59.	Değişken ızgara sistemi kavramı	81
Şekil 60.	Düşük gelirli bölgeleri bağlamak için Badran'ın önerisi.....	81
Şekil 61.	Düşük gelirli çok aileli konut planlarının yeterli havalandırma ve cazip manzaralar ile donatılmasının öneminin vurgulanması.....	82
Şekil 62.	Araştırma alanı, Jabal Amman	85
Şekil 63.	Amman'daki geleneksel yapıların tipolojisi.....	88
Şekil 64.	Açık avlu.....	90
Şekil 65.	Geleneksel konutlardaki açıklıklar	91
Şekil 66.	Madafat Farah Abu Jaber diğer çapraz tonozlu odalara giden ana varil tonozlu galeri	92
Şekil 67.	Madafat Farah Abu Jaber'in tonozlu galeri, ve çapraz tonozlu odalar gösteren planı.....	92
Şekil 68.	Bina simülasyon sürecinin etkileşimli alt sistemleri	95
Şekil 69.	Amman geleneksel konutları: Avlulu konut, iç sofalı konut ve dış sofalı konut	98
Şekil 70.	Amman güncel konut tipi	98
Şekil 71.	DesignBuilder kullanarak tasarlanan enerji simülasyon odası modelinin görünümü.....	100
Şekil 72.	Uygulanan pasif soğutma tekniği ile simülasyon senaryolarını gösteren enerji simülasyonu sürecinin matrisi	103
Şekil 73.	İşlenmemiş camın güneş radyasyonu transfer mekanizması	105
Şekil 74.	Tek cam tipi senaryosunun sonuçları	107
Şekil 75.	Çift cam tipi senaryosunun sonuçları	108
Şekil 76.	Üçlü cam tipi senaryosunun sonuçları.....	108
Şekil 77.	Çift Low-E cam tipi senaryosunun sonuçları	109
Şekil 78.	Cam senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	110
Şekil 79.	Ahşap panjurlar.....	110
Şekil 80.	Doğu gölgeleme senaryosunun sonuçları	112

Şekil 81.	Güney gölgeleme senaryosunun sonuçları	112
Şekil 82.	Batı gölgeleme senaryosunun sonuçları	113
Şekil 83.	Kuzey gölgeleme senaryosunun sonuçları	113
Şekil 84.	Gölgeleme yapılmayan senaryonun sonuçları	114
Şekil 85.	Gölgeleme senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	115
Şekil 86.	Tek taraflı doğu senaryosunun sonuçları	116
Şekil 87.	Tek taraflı kuzey senaryosunun sonuçları	117
Şekil 88.	Tek yönlü güney senaryosunun sonuçları.	117
Şekil 89.	Tek yönlü batı senaryosunun sonuçları	118
Şekil 90.	Tek taraflı pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları.....	119
Şekil 91.	İki taraflı doğu-güney senaryosunun sonuçları.....	120
Şekil 92.	İki taraflı batı-güney senaryosunun sonuçları.....	120
Şekil 93.	İki taraflı doğu-batı senaryosunun sonuçları	121
Şekil 94.	İki taraflı kuzey-güney senaryosunun sonuçları	121
Şekil 95.	Üç taraflı doğu-batı-güney senaryosunun sonuçları	122
Şekil 96.	Dört taraflı doğu-batı-güney-kuzey senaryosunun sonuçları	122
Şekil 97.	2 taraflı, 3 taraflı ve 4 taraflı pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları.....	123
Şekil 98.	%5 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	125
Şekil 99.	%10 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	126
Şekil 100.	%15 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	126
Şekil 101.	%20 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	127
Şekil 102.	%30 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	127
Şekil 103.	%50 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	128
Şekil 104.	%70 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	128
Şekil 105.	%90 Pencere oranı senaryosunun sonuçları	129
Şekil 106.	Pencere oranı senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	130
Şekil 107.	İç sofalı tip senaryosunun sonuçları	133
Şekil 108.	Avlulu tip senaryosunun sonuçları	133
Şekil 109.	Dış sofalı tip senaryosunun sonuçları	134
Şekil 110.	Standart tip senaryosunun sonuçları	134
Şekil 111.	Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	135
Şekil 112.	150 m ² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	136
Şekil 113.	250 m ² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	137
Şekil 114.	250 m ² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	138

Şekil 115. 300 m ² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	139
Şekil 116. 500 m ² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	140
Şekil 117. Olumlu durum senaryosu sonuçları	143
Şekil 118. Olumsuz durum senaryosu sonuçları.....	145
Şekil 119. Avlulu konuttaki olumlu durum senaryosunun sonucu	147
Şekil 120. Avlulu konuttaki olumsuz durum senaryosunun sonucu.....	148
Şekil 121. Standart konuttaki olumlu durum senaryosunun sonucu.....	149
Şekil 122. Standart konuttaki olumsuz durum senaryosunun sonucu.....	149



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. İç mekan hava kalitesini tatmin edici seviyede tutmak için gereken hava miktarı.....	22
Tablo 2. Tasarım sınıflandırma öğeleri.....	47
Tablo 3. Ürdün'deki konut sınıflandırması.....	49
Tablo 4. Seçilen vaka çalışmaları	86
Tablo 5. Simülasyonda kullanılacak oda türleri ve cam özellikleri.....	106
Tablo 6. Cam senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	109
Tablo 7. Gölgeleme senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	114
Tablo 8. Tek yönlü pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	118
Tablo 9. İki taraflı, üç taraflı ve dört taraflı pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları.....	123
Tablo 10. Pencere oranı senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	130
Tablo 11. Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	135
Tablo 12. 150 m ² plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	136
Tablo 13. 200 m ² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	137
Tablo 14. 250 m ² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	138
Tablo 15. 300 m ² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	139
Tablo 16. 500 m ² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları	140
Tablo 17. Simülasyon sonuçlarına dayanan olumlu ve olumsuz durum senaryolarının özet sonuçları	145
Tablo 18. Olumlu ve olumsuz senaryolar altında avlulu ve standart konut modellerinde pasif tasarım stratejilerinin karşılaştırılması.....	147
Tablo 19. Sonuçların özet tablosu.....	150
Tablo 20. Amman örneğinde ısı performans ve pasif soğutma tasarım stratejilerinin değerlendirilmesi sonuçları	151

1. GİRİŞ

Ürdün’de, özellikle başkent Amman’da enerji verimli inşaat çözümlerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Amman’ın yarı kurak iklimi, uzun ve kurak yazlarla karakterize edilir; yaz aylarında sıcaklıklar 40°C’nin üzerine çıkar ve bu durum konut binaları için soğutma konusunu önemli bir sorun haline getirir. Artan nüfus ve derinleşen kentleşmeyle birlikte iç mekân konforunu sağlamak amacıyla klima kullanımının yaygınlaşması, konutlardaki enerji tüketimini önemli ölçüde artırmaktadır. Ürdün’ün ithal enerjiye olan önemli bağımlılığı, ülkenin enerji krizini şiddetlendirmekte ve artan sera gazı emisyonları hem ekonomik hem de çevresel sorunlara yol açmaktadır.

Klima ve diğer mekanik soğutma sistemleri konutlar için pahalı olmakla birlikte, ülkenin enerji şebekesi açısından da sürdürülebilir değildir. Bu nedenle, enerji kullanımını azaltmanın ve iç mekân ısıl konforunu artırmanın alternatif yollarına olan talep artarken, pasif tasarım teknikleri önem kazanmaktadır. Doğal kuvvetleri (rüzgâr basıncı ve ısıl artış gibi) kullanarak hava dolaşımını sağlayan ve iç mekân sıcaklıklarını mekanik müdahaleye gerek kalmadan düzenleyen pasif havalandırma, en umut verici stratejilerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Özellikle Amman gibi sıcak-kuru iklime sahip bölgelerde bina tasarımına uygun şekilde dahil edildiğinde pasif havalandırma, ısı kazançlarını önemli ölçüde azaltabilir. Ancak, bunun etkinliğini artırabilmek için bir dizi tasarım özelliğinin doğru bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. Bir binanın doğal havalandırma yoluyla iç ortam sıcaklıklarını düşürme kapasitesi; pencere camı türü, gölgelendirme cihazlarının kullanımı, pencere yönelimi, pencere-duvar oranı, bina büyüklüğü ve bina tipi gibi bir dizi önemli faktöre bağlıdır. Amman’daki birçok konut, bu faktörlerin tasarım sürecinde yeterince dikkate alınmaması nedeniyle düşük ısıl konfora ve yüksek enerji tüketimine sahiptir.

Bu çalışma, Amman’daki konutların farklı koşullar altında sıcaktan korunma performansını inceleyerek bu sorunlara çözüm getirmeyi ve farklı tasarım unsurlarının pasif havalandırma üzerindeki etkilerini DesignBuilder yazılımı ile simüle etmeyi amaçlamaktadır. Pencere yönelimi, gölgelendirme, cam türleri, pencere-duvar oranları, bina büyüklükleri ve geleneksel ve modern mimari düzenler gibi önemli faktörlerin sistematik bir incelemesi yoluyla, pasif soğutma etkinliğini önemli ölçüde artıracı en iyi tasarım yaklaşımlarını belirlemek hedeflenmektedir. Bu araştırma, doğal havalandırmayı

iyileştirmek ve daha iyi mimari planlama yoluyla ısı kazançlarını azaltmak suretiyle Ürdün'ün sıcak ikliminde daha enerji verimli konutlar için uygulanabilir çözümler sunmayı amaçlamaktadır.

Araştırma, doğal havalandırmayı optimize eden sürdürülebilir mimari teknikleri teşvik ederek, Ürdün'ün özgün çevresel koşullarına daha uygun, iklim duyarlı tasarımların geliştirilmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Ayrıca bu çalışma, mekanik soğutma sistemlerine olan bağımlılığı azaltmayı, konutlarda enerji tüketimini düşürmeyi ve Amman'daki konut sektöründe iç mekân ısıl konforunu artırmayı hedeflemektedir. Elde edilen sonuçlar; mimarlar, mühendisler ve yasa koyucuların enerji verimli konut binalarına yönelik standartlar geliştirmelerine ve ülkenin enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunacaktır.

Bu araştırma, sıcak kuru iklimlerde pasif soğutma ve enerji verimliliği üzerine yapılan çeşitli güncel çalışmalarla tematik benzerlikler taşımaktadır. Örneğin, Jaber ve Ajib (2011), pasif soğutma stratejilerinin binalara entegrasyonunu incelemiş ve pencere boyutu, bina yönelimi ve ısı yalıtım kalınlığı gibi mimari unsurların ısı kazanımını azaltmada ve enerji talebini düşürmede oynadığı önemli rolü vurgulamıştır. Benzer şekilde, Hammad ve Abu-Hijleh (2010) ile Alzoubi ve Al-Zoubi (2010), sıcak ve kurak iklimler için doğal havalandırma ve gölgeleme sistemlerinin ısıl konfor üzerindeki etkisini araştırmıştır. Ancak bu araştırma, mevcut çalışmalardan bazı önemli yönleriyle ayrılmaktadır. Öne çıkan farklılıklardan biri, bina boyutu ve bina tipine verilen önemdir. Bu iki faktör, pasif soğutma çalışmalarında genellikle göz ardı edilmektedir. Bahsedilen çalışmalar; pencere yönelimi, cam türleri ve gölgeleme elemanları gibi yaygın tasarım parametrelerine odaklanmış olsa da, binaları genellikle tek tip yapılar olarak ele almakta ve değişen bina boyutlarının veya tiplerinin etkisini göz ardı etmektedir. Ancak bu çalışma, bina boyutunun yanı sıra mimari tipolojinin (örneğin geleneksel veya modern) pasif soğutma sistemlerinin etkinliğini nasıl etkilediğini açıkça ele almaktadır. Bina boyutu; iç mekânda ısı yükü, hava dolaşımını ve pasif soğutma stratejilerinin uygulanabilirliğini doğrudan etkilerken, bina tipi (örneğin avlulu konutlar, dış sofalı konutlar, iç sofalı konutlar) iç mekânın ısı yönetimini şekillendirmektedir. Ayrıca bu araştırmada, farklı bina boyutları ve tipleri için kapsamlı bir pasif soğutma stratejileri setini modellemek ve analiz etmek amacıyla DesignBuilder simülasyon yazılımı kullanılmaktadır. Bu aracın entegrasyonu, tasarım unsurlarının iç mekân ısıl konforu ve enerji performansı üzerindeki etkileşimini daha dinamik ve doğru bir şekilde temsil etmeye olanak tanımakta olup, yalnızca teorik modellere veya basitleştirilmiş

varsayımlara dayanan çalışmalardan bu yönüyle ayrılmaktadır. Örneğin, Alzoubi ve Almalkawi (2019), yalnızca pencere-boyut oranı, bina yapı malzemeleri ve duvar kalınlığına odaklanırken, bu çalışmada farklı bina boyutları ve tiplerinin soğutma performansı üzerindeki birleşik etkisi de göz önünde bulundurulmaktadır. Bu yönüyle araştırma, alana daha derinlemesine bir katkı sunmaktadır.

Çalışmanın Amman'ın özgün iklim koşulları ve mimari bağlamına odaklanması da önemli bir farklılıktır. Harkouss vd. (2018) ile Song vd. (2021) tarafından yapılan çalışmalar, pasif soğutma konusunu küresel ölçekte ele alırken, bu araştırma Amman'ın sıcak ve kuru iklimine özgü detaylı bir inceleme yaparak bölgeye özel öngörüler sunmaktadır. Ayrıca, mevcut pasif soğutma literatürünün büyük bir kısmı konut binalarını genel olarak ele alırken, bu çalışma geleneksel konut tiplerinin (örneğin avlulu konutlar, dış sofalı konutlar, iç sofalı konutlar) farklı tasarım senaryolarında nasıl performans gösterdiğini araştırmaktadır. Bu ayrıntılı yaklaşım, yerel mimari türlerin pasif soğutma stratejilerinin başarısını nasıl etkileyebileceğine dair daha derin bir anlayış kazandırmaktadır.

Yapılan çalışma, özellikle enerji sıkıntıları ve çevresel zorluklarla karşı karşıya olan bölgelerde mekanik soğutma sistemlerine olan bağımlılığı azaltma ihtiyacına vurgu yapan araştırmaların eksik kalan bölümlerine de katkıda bulunmaktadır. Örneğin, Harkouss vd. (2018), 25 farklı iklim bölgesinde en uygun pasif teknikleri belirlemeye çalışmış ve bağımsız değişkenler olarak yalıtım, pencere tipi ve pencere-duvar oranını ele almıştır. Ancak bu tür çalışmalar genellikle küçük ölçekli çözümler veya teorik modeller üzerine yoğunlaşırken, bina tipolojisi ve boyutunun genel soğutma performansı üzerindeki tam etkisini incelememektedir. Bu çalışma, farklı bina boyutları ve tipleri için pasif soğutma performansını değerlendirerek bu boşluğu doldurmakta ve konut binalarında enerji verimliliğini artırmak isteyen yasa koyucular, mimarlar ve şehir plancıları için pratik ve ölçeklenebilir çözümler sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma pasif soğutma üzerine yapılan güncel çalışmalarla ortak temalara sahip olsa da (Hammad ve Abu-Hijleh, 2010; Alzoubi ve Al-Zoubi, 2010; Alzoubi ve Almalkawi, 2019; Song vd., 2021; Harkouss vd., 2018), en önemli katkısı, bina boyutunu ve tipini pasif soğutma tasarımının ayrılmaz bileşenleri olarak ele alan bütüncül yaklaşımıdır. Çeşitli değişkenleri içeren ve simülasyon araçlarını kullanarak gerçek dünya koşullarını modelleyen bu çalışma, pasif soğutma stratejilerinin Ürdün Amman'daki özel enerji zorluklarına nasıl uyarlanabileceğine dair daha kapsamlı öngörüler sunmaktadır.

1.1. Problem Analizi

Ürdün, özellikle başkent Amman, sıcak ve kurak yazlar, serin kışlar ile karakterize edilen sıcak kuru bir iklime sahiptir. Yaz aylarında sıcaklıkların genellikle 40°C'yi aşması, konutlarda ciddi bir soğutma ihtiyacı doğurmakta ve bu durum, iç mekân ısıl konforunu sağlamada önemli zorluklar yaratmaktadır. Artan kentsel nüfus ve gelişen yaşam standartları, klimalara olan bağımlılığı artırarak enerji tüketimini yükseltmiş ve ülkenin enerji kaynakları üzerindeki baskıyı önemli ölçüde artırmıştır. Ürdün'ün büyük ölçüde ithal ettiği enerjiye bağımlı olması, artan enerji talebiyle birleştiğinde ekonomik ve çevresel zorlukları daha da derinleştirmektedir. Bu bağlamda, konutlardaki soğutma gereksinimlerine yönelik yenilikçi, enerji verimliliğini ön plana çıkaran yaklaşımların geliştirilmesi büyük bir zorunluluk haline gelmiştir.

Amman'daki konut yapılarının büyük bir kısmı, enerji verimliliğini göz ardı eden modern mimari tasarım anlayışıyla inşa edilmektedir. Yetersiz ısı yalıtım, geniş ve gölgelendirmeye dair önlem alınmamış pencereler, uygun olmayan pencere yönelimleri ve yanlış malzeme seçimleri, iç mekanlarda aşırı ısı birikimine neden olmakta ve mekanik soğutma sistemlerine olan bağımlılığı artırmaktadır. Özellikle doğal havalandırma, gölgelendirme ve ısıl kütle gibi pasif soğutma tekniklerinin entegre edilmemesi, enerji tüketimini yükselterek hem bireysel hane ekonomisini hem de ülke genelindeki enerji krizini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum yalnızca enerji maliyetlerini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda karbon emisyonlarını yükselterek çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmektedir.

Kentleşme sürecinin hızlanmasıyla birlikte, Amman'da yoğun nüfusun yer aldığı bölgelerde ısı birikimi ve düzensiz yapılaşma, konutlarda soğutma ihtiyacını daha da artırmaktadır. Küresel sıcaklıkların artmaya devam etmesiyle birlikte bu sorunların ilerleyen yıllarda daha da şiddetleneceği öngörülmektedir. Santamouris (2019) tarafından yapılan çalışma; sıcak iklimlerde pasif tasarım stratejilerinin özellikle doğal havalandırma, gölgelendirme ve ısıl kütle kullanımının iç mekân sıcaklıklarını düşürmede oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak Amman'daki birçok konut yapısı bu tasarım ilkelerini göz ardı etmekte ve bunun sonucunda yüksek enerji tüketimine yol açılmaktadır.

İklim değişikliğinin etkilerinin giderek arttığı günümüzde, biyoklimatik tasarım prensiplerinin kurak iklimlerde doğal havalandırmayı ve ısıl konforu önemli ölçüde iyileştirebileceği Givoni (1994) ve Olgyay (2015) tarafından ortaya konulmuştur. Kolokotsa

vd. (2011) ile Pisello vd. (2017) ise pasif soğutma önlemlerinin, enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağladığını göstermektedir.

Pasif soğutma sistemlerini optimize etmeyi amaçlayan bu araştırmanın bulgularının, mimarlık ve mühendislik disiplinlerine katkı sağlamanın yanı sıra, kentsel planlama politikalarına da yön vererek, enerji verimliliğini artırmaya ve çevresel etkileri azaltmaya yönelik bilimsel ve pratik çözümler sunması; geleneksel pasif tasarım ilkelerini modern teknolojik gelişmelerle birleştirerek, sıcak ve kurak bölgelerde iklime duyarlı konut yapıları için uygulanabilir ve yenilikçi stratejiler geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Araştırma konusunun seçilmesinin temel nedeni, Ürdün’de, özellikle Amman’daki konut yapılarında pasif soğutma stratejilerinin yeterince uygulanmamasından kaynaklanan yüksek enerji tüketiminin ve çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmaktır. Mevcut literatürde sıcak ve kuru iklimlerde pasif tasarımın etkinliği geniş çapta incelenmiş olsa da, bu stratejilerin Amman’daki konut yapılarında nasıl optimize edilebileceğine dair bilimsel çalışmalar sınırlıdır.

1.2. Hipotez ve Amaçlar

Bu araştırma; Ürdün’ün geleneksel mimarisinden türetilen pasif soğutma yöntemlerinin modern konut tasarımlarına dahil edilmesinin, enerji tüketimini önemli ölçüde azaltabileceğini ve Amman’daki iç mekân ısı konforunu artırabileceğini öne sürmektedir. Bölgenin sıcak ve kuru iklimine doğal olarak uygun geleneksel mimari tekniklerin modern konut ihtiyaçları doğrultusunda birleştirilmesi ile enerji verimli ve konforlu, mekanik soğutma sistemlerine bağımlılığı en aza indiren konutların inşa edilmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın ana amacı, Ürdün’ün geleneksel mimarisinden uyarlanan pasif soğutma tekniklerinin Amman’daki modern müstakil konutlara uygulanmasını incelemektir. Araştırmanın amacı doğrultusunda hedefleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

1. Ürdün’deki geleneksel yapı anlayışının temel kavramlarını analiz etmek ve pasif soğutma stratejilerine odaklanarak ısı konforu iyileştirmek,
2. Enerji tüketimini azaltırken geleneksel stratejilerden kaynaklı yapı anlayışının modern yaşam tarzlarına nasıl uyarlanabileceğini araştırmak,

3. Geleneksel pasif soğutma tekniklerinin Amman'ın kurak ikliminde enerji verimliliğini artırmada ve soğutma yüklerini azaltmada ne kadar etkili olduğunu değerlendirmek için bilgisayar simülasyonu kullanmak,
4. Ürdün'deki çağdaş konut mimarisinde pasif soğutma stratejilerinin uygulanmasına yönelik bir çerçeve oluşturmak ve sürdürülebilir, iklim duyarlı yapı uygulamalarını desteklemek.

1.3. Araştırma Soruları

1. Ürdün'ün geleneksel mimarisinde bulunan temel pasif soğutma stratejileri nelerdir ve bu stratejiler, enerji tüketimini azaltmak amacıyla Amman'daki modern yöntemler ile inşa edilmiş müstakil konut tasarımlarına nasıl uyarlanabilir?
2. Pencere yönelimi, cam türü, gölgelendirme elemanı ve havalandırma yöntemi gibi belirli tasarım parametreleri, Amman'ın sıcak ve kuru ikliminde pasif soğutmanın etkinliğini nasıl etkiler?
3. Pasif soğutma tasarım unsurları (cam türü, pencere yönelimi, pencere-duvar oranı, gölgelendirme vb.) konut binalarındaki iç mekân sıcaklık düzenlemelerini nasıl etkiler?
4. İç mekân ısı kazançlarını azaltmak ve yüksek dış sıcaklıklar sırasında ısıl konforu artırmak için bu unsurların olumlu kombinasyonu nedir?
5. Bina büyüklüğü, iç sıcaklıkların düşürülmesi için pasif soğutma çözümlerinin etkinliğini nasıl etkiler?
6. Pasif soğutma açısından olumlu performansa sahip geleneksel konut tipi (avlulu konut, iç sofalı konut, dış sofalı konut) hangisidir?
7. Pasif soğutma tasarımında olumsuz senaryolar nelerdir ve bu senaryolar konut binalarındaki iç mekân ısı kazançlarını nasıl etkiler?

Bu araştırma soruları, pasif soğutma potansiyelini artıran tasarım unsurlarını bulmayı ve çeşitli konut tasarımları ile boyutlarının sınırlamalarını göz önünde bulundurmaya amaçlamaktadır. Bulgular, sıcak bölgelerde konut bina tasarımını iyileştirmek için faydalı öngörüler sağlayacaktır.

1.4. Yöntem

Bu tez, konut yapılarında pasif havalandırma etkinliğini etkileyen ana faktörleri değerlendirmek için kapsamlı bir simülasyon tabanlı yöntem kullanmaktadır. Araştırma; cam türü, gölgelendirme, pencere yönelimi, pencere-duvar oranı, bina plan boyutları ve bina tipi gibi tasarıma yönelik ve çevresel birçok değişkeni inceleyerek bu değişkenlerin dış ve iç sıcaklıklar üzerindeki etkisini 24 saatlik süre boyunca değerlendirmiştir. Bu yöntem, farklı senaryolar altında bu unsurların sistematik analizi yoluyla çeşitli konut tasarımlarında pasif soğutma performansını artırmanın optimal stratejilerini bulmayı amaçlamaktadır.

Bu araştırmada, konut yapılarının ısı performansını modellemek ve test etmek için temel araç olarak DesignBuilder yazılımı kullanılmıştır. Simülasyonlar, farklı senaryolar altında iç ortam ısı kazançlarını ve havalandırma etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Modeller; dış ortam sıcaklığı, iç ortam sıcaklığı ve çeşitli performans parametreleri arasındaki ilişkileri hem olumlu hem de olumsuz koşullarda değerlendirmiştir.

Her vaka senaryosu; cam türü, gölgelendirme, pencere yönelimi, pencere-duvar oranı, bina plan boyutu ve bina tipi gibi tasarım parametrelerinin kombinasyonu ile karakterize edilmiştir. Senaryolar, iç ortam sıcaklıklarının dış ortam sıcaklık dalgalanmalarına göre izlenmesiyle değerlendirilmiş ve pasif havalandırmanın ısı kazançlarını azaltmadaki etkinliği hakkında bulgular elde edilmiştir.

Bu çalışma, aşağıdaki temel performans parametrelerini analiz etmektedir:

1. Cam Türü: Pencere camının seçimi, güneş ısı kazancını düzenlemek için önemlidir. Simülasyonlardan elde edilen sonuçlar ile tek cam, çift cam ve düşük emisyonlu (Low-E) cam gibi farklı cam seçeneklerini değerlendirilmiş ve bunların iç ortam sıcaklıklarını düşürmedeki etkinliğini analiz edilmiştir.
2. Gölgelendirme: Özellikle güneye ve kuzeye bakan pencerelerde kullanılan gölgelendirme elemanları, doğrudan güneşten kaynaklı ısı kazancını önlemekte kritik rol oynamaktadır. Çeşitli gölgelendirme seçenekleri, farklı yönlerde test edilmiştir.
3. Pencere Yönelimi: Pencerelerin yönelimi ve konumu, doğal havalandırmayı ve güneş ışınlarına maruz kalmayı etkiler. Araştırma; kuzey, güney, doğu ve batı cephelerindeki pencere yerleşimlerinin etkilerini incelemiş ve tek taraflı, iki taraflı, üç taraflı ve dört taraflı konfigürasyonları karşılaştırarak pasif soğutma için en uygun yönelimleri belirlemiştir.

4. Pencere-Duvar Oranı: Bu parametre, pencere alanının toplam duvar yüzeyine oranını ifade eder. Doğal aydınlatma ve ısıl konfor arasındaki dengeyi bulmak amacıyla %5 ile %90 arasında değişen pencere oranları simüle edilmiştir. Daha büyük boyuttaki pencerelerin havalandırmayı kolaylaştırırken ısı kazancını artırabileceği göz önünde bulundurulmuştur.
5. Bina Boyutu: Bina boyutu, ısı tutma ve hava akışı üzerinde etkilidir. 100 m² ile 500 m² arasında değişen plan büyüklükleri, bina büyüklüğündeki değişimlerin pasif havalandırma etkinliğini ve iç ortam sıcaklık kontrolü üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla değerlendirilmiştir.
6. Bina Tipi: Geleneksel avlulu konutlar, dış sofalı konutlar, iç sofalı konutlar ve standart konut planları gibi çeşitli mimari türler değerlendirilmiştir. Bu türler, ısı kazancını azaltma ve doğal havalandırmayı artırma konusundaki etkinlikleri açısından test edilmiştir.

Bu araştırmanın sonuçlarının, Amman'ın sıcak ve kuru ikliminde enerji verimli ve ısıl konfora sahip konutların tasarımı için önemli öngörüler sağlaması ve Ürdün'deki sürdürülebilir inşaat uygulamalarına katkıda bulunması hedeflenmektedir.

Araştırmada simülasyon için kullanılan DesignBuilder yazılımında, seçilen parametrelerin etkisini sistematik olarak değerlendirmek için standart bir test odası modeli oluşturulmuştur. Test odası, dört farklı performans senaryosunda değerlendirilmiş ve simülasyonlar bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir:

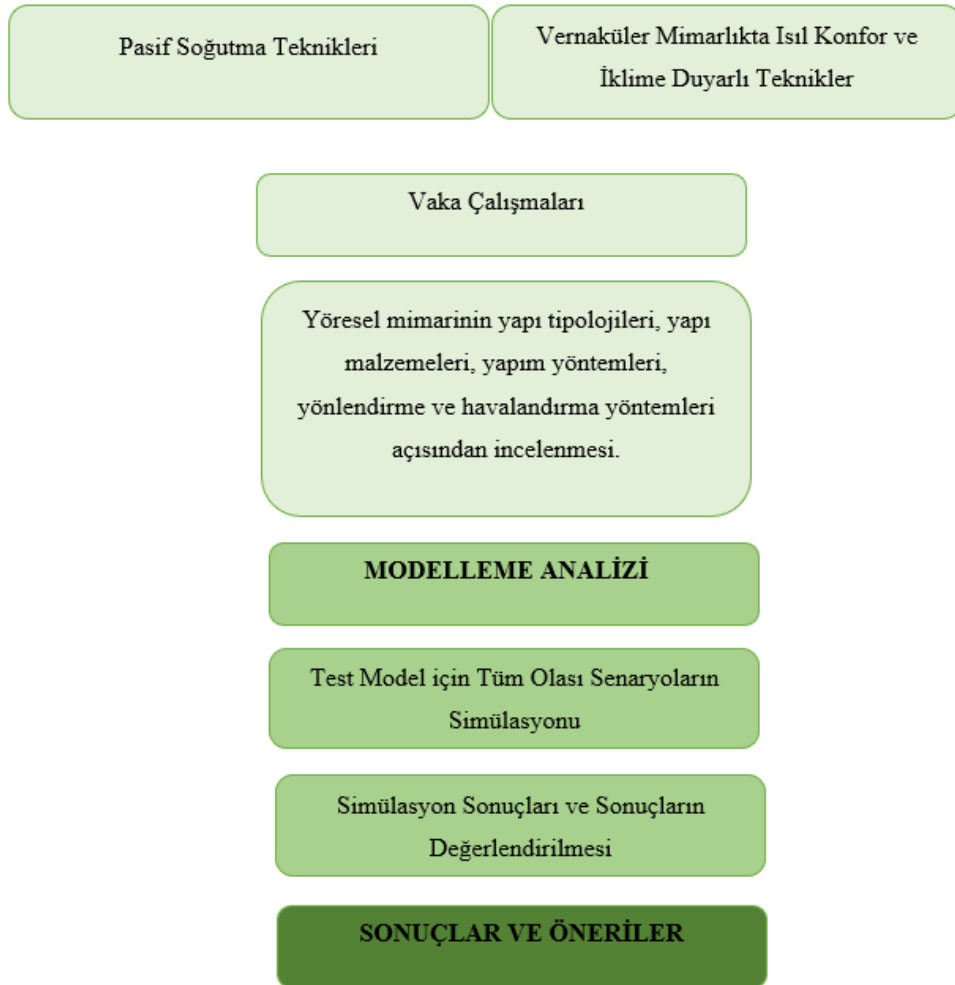
1. Gölgeleme Senaryoları: İlk simülasyon serisi, pencerelerin gölgelendirilmesi üzerinde yoğunlaşmış; kuzey, güney, doğu ve batı yönelimleri için pencere gölgelendirmesinin iç sıcaklığı düşürmedeki etkisi değerlendirilmiştir.
2. Cam Senaryoları: Çeşitli cam seçenekleri değerlendirilerek tek cam, çift cam ve düşük emisyonlu (Low-E) camın iç ortam ısı kazançlarına ve pasif soğutma verimliliğine etkisi incelenmiştir.
3. Pencere Yönelimi ve Oranı: Üçüncü aşama, farklı pencere yönelimlerini ve pencere-duvar oranlarını değerlendiren simülasyonları içermektedir. %5 ile %90 arasında değişen oranlar test edilerek tek taraflı, iki taraflı, üç taraflı ve dört taraflı pencere yerleşimlerinin etkileri karşılaştırılmıştır.
4. Bina Boyutu ve Tipi: Simülasyonlar, bina planlarının boyutları ve tipleri değiştirilerek sonlandırılmıştır. 100 m² ile 500 m² arasında değişen konut tasarımları, geleneksel konut tipleri (avlulu, dış sofalı, iç sofalı) ve Amman'ın

modern bina tipleri (standart konutlar) karşılaştırılarak pasif havalandırma ve ısıtma düzenlemedeki performansları incelenmiştir.

Simülasyon sonuçları, 24 saat boyunca her saat başı kaydedilmiştir. Veriler, iç hava sıcaklığı ve iç-dış ortamlar arasındaki sıcaklık farkı gibi önemli performans göstergelerine odaklanmıştır. Araştırma, iç ortam sıcaklık düzenlemesinde ve pasif soğutma etkinliğinde en büyük iyileştirmeyi sağlayan özellikleri belirlemeyi amaçlamıştır.

Simülasyon sonuçları, her parametre kombinasyonunun iç ortam sıcaklıkları üzerindeki etkisini gösteren karşılaştırmalı tablolar ve grafikler halinde derlenmiştir. Karşılaştırmalar, ısı kazançlarını azaltmada ve havalandırmayı artırmada en etkili tasarım stratejilerini vurgulayan en etkili (optimal) ve daha az etkili (suboptimal) senaryoların kesin olarak belirlenmesini sağlamıştır.

Aşağıda çalışmanın yöntem şeması verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmanın yöntem şeması

1.5. Araştırmanın Akademik Katkısı

Bu tez, konut yapılarında pasif soğutma çözümlerinin detaylı bir araştırmasını sağlayarak sürdürülebilir yapı tasarımı konusuna katkıda bulunmaktadır. Cam türü, gölgelendirme, pencere yönelimi, bina düzeni ile boyutu gibi çeşitli tasarım kriterlerine odaklanan araştırma; konut yapılarının enerji verimliliğini artırmak isteyen mimarlar, mühendisler ve yasa koyuculara pratik bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan simülasyon tabanlı yöntem, farklı tasarım özelliklerinin çevresel koşullarla nasıl etkileşimde bulunduğunu ve iç ortam sıcaklıklarını nasıl etkilediğini kapsamlı bir şekilde inceleme imkânı sağlamaktadır.

Bu çalışma, pratik önerilerin yanı sıra pasif soğutmanın önemini vurgulayan geniş bir akademik tartışmaya da katkıda bulunur. Sonuçlar, özellikle soğutma taleplerinin yüksek olduğu bölgelerde, enerji tasarrufu ve ısıl konforu önceliklendiren entegre tasarım tekniklerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Ayrıca bulgular, konut yapılarının ötesinde ticari ve kurumsal binalarda da uygulanabilecek pasif havalandırma sistemlerine yönelik daha fazla araştırma için bir yol açmaktadır. Bu tez, sıcak iklimler için sürdürülebilir çözümlere odaklanarak enerji tüketimini azaltma ve yapıyı çevrede ısıl konforu artırma yönündeki çalışmalara bir temel oluşturmaktadır.

1.6. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Bu araştırmada kapsamlı bir yaklaşım benimsenmiş olsa da, bulguların ve etkilerinin dengeli bir şekilde değerlendirilebilmesi için bazı sınırlamaların kabul edilmesi gerekmektedir:

1. Çalışma büyük ölçüde DesignBuilder yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen simülasyonlara dayanmaktadır. Bu araç sağlam ve güvenilir sonuçlar sağlasa da, mikroklimatik değişiklikler veya kullanıcı davranışları gibi pasif soğutma performansını etkileyebilecek tüm gerçek dünya karmaşıklıklarını tam anlamıyla yansıtamayabilir.
2. Araştırma öncelikli olarak cam türleri, gölgelendirme, pencere yönelimi, pencere-duvar oranı ve bina tipolojisi gibi faktörleri incelemektedir. Malzemelerin ısı özellikleri, kentsel bağlam, bitki örtüsü ve hava akış düzenleri gibi diğer faktörler ise derinlemesine ele alınmamış olup, bu faktörler de iç mekân ısıl konforu ve enerji verimliliğini önemli ölçüde etkileyebilir.

3. Çalışma, özellikle Amman'a odaklanmış olup Ürdün'ün iklim koşullarına özeldir. Bulgular sıcak ve kuru iklimler için değerli olsa da, diğer bölgeler veya iklimler için uygulanabilirlik, daha fazla adaptasyon veya doğrulama olmaksızın sınırlı olabilir.
4. Simülasyonlar, tutarlı iç mekân koşullarını kabul etmekte; değişen kullanıcı yoğunluğu, iç ortam ısı kazançları veya sakinler tarafından alınan adaptif ısıl konfor önlemleri (örneğin, fan kullanımı veya pencere açma/kapama) gibi dinamik faktörleri dikkate almamaktadır.
5. Araştırma, geleneksel avlulu konutlar ve standart modern konut tasarımlarına odaklanmaktadır. Ancak Ürdün'deki mimari biçimlerin çeşitliliği, özellikle kentsel alanlarda, bu çalışmada temsil edilmeyen farklı ısıl davranışlar sergileyebilir.
6. Analiz, dış ortam sıcaklıklarının en yüksek değer olan 39.8°C'ye ulaştığı yaz koşullarında saat 14:00'e odaklanmaktadır. Bu odaklanma, yıl boyu ısıl konfor açısından eşit derecede önemli olan diğer mevsimsel değişimler, gece soğutma potansiyelleri veya geçiş dönemleri hakkında sınırlı bilgi sağlamaktadır.
7. Simülasyonlar, tek tip yapı malzemesi ve kalite varsayımlarına dayanmaktadır; bu da Ürdün'deki yapı uygulamalarındaki gerçek dünya değişkenliğini yansıtmayabilir.
8. Çalışma, yalnızca pasif soğutma stratejilerine odaklanmakta olup, mekanik sistemlerle veya enerji verimliliğini daha da optimize edebilecek hibrit yaklaşımlarla etkileşimleri dikkate almamaktadır.

Gelecekteki araştırmalarda bu sınırlamaların ele alınması, bulguların uygulanabilirliğini ve sağlamlığını artırarak, konutlarda pasif soğutma performansı hakkında daha bütünsel bir anlayış sağlayabilir.

2. İKLİM VE ISIL KONFORUN TEMEL KAVRAMLARI

İklim, tarih boyunca insanların evriminde ve ilerlemesinde önemli bir faktör olmuş; tarih öncesi çağlardan itibaren insanlar, iklimin yaşamlarını sürdürme yetenekleri üzerinde önemli bir rol oynadığını anlamış ve çeşitli taktiklerle ona uyum sağlamaya çalışmışlardır. Bu stratejiler, davranışlarını değiştirmeyi ve ellerindeki araçları kullanmayı içermektedir. Her bölgenin iklim koşullarındaki çeşitlilik ve değişiklik nedeniyle iklim, dünya genelinde kentsel dokuları ve binaların şeklini belirleyici ve baskın bir faktör olmuştur. Sonuç olarak insan, çevresindeki iklim değişikliğinin etkilerinden korunma ve ısı konfor sağlayan bir yer hazırlamakla ilgilenmiştir. Binalarda bulunan ısı konfor seviyesini iklimin nasıl etkilediğini anlamak esastır çünkü iklim, tüm tipolojideki binaların tasarımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Olgyay, 2015).

Sonuç olarak bu bölümün ana odak noktası, hava durumunun ve iklimin temelleri olmakla birlikte ek olarak, Dünya genelindeki çeşitli iklim bölgeleri ve bu bölgeleri etkileyen ana faktörler de ele alınmakta, ayrıca, binalar içinde insanlar için ısı konfor kavramı ve bunu etkileyen çeşitli faktörler incelenmektedir.

2.1. İklim

“İklim” terimi, belirli bir süre ve coğrafi bölgedeki atmosferin ortalama durumunu ifade eder (örneğin, bir saat, bir gün, bir ay, bir mevsim, bir yıl, on yıl vb.). İklim; birkaç alt kategoriye ayrılabilir. Bir zaman diliminin ortalama durum istatistikleri, belirli dönemlerin birden fazla örneği için bildirilen koşullardan elde edilir (Houghton vd., 2002). Başka bir tanım ise, “Dünya yüzeyinde bir yerde atmosferin ara durumunu karakterize eden meteorolojik fenomenlerin toplamı”dır (Hartmann, 2015). Thomas Blair, “Climatology: General and Regional” adlı kitabında iklimi “günden güne hava durumu unsurlarında meydana gelen tüm değişiklikler” olarak tanımlar (Blair, 1942).

Başka bir çalışmada iklim; sıcaklık, nem, rüzgâr ve kuraklık seviyeleri ile tipik alanlar olarak tanımlanmıştır (Camuffo vd., 2020). Givoni’ye göre (1992), “İklim, bir bölgedeki meteorolojik olayların uzun vadeli ortalamasının sonucudur.” (Givoni, 1992). Bu bağlamda iklim ve hava durumu arasındaki farkı anlamak önemlidir çünkü ilki, zamanla belirli bir bölgedeki hava durumunun kümülatif etkilerini tanımlarken; ikincisi, o iklimin mevcut

durumunu tanımlar. Dolayısıyla, iklim ve hava durumu birçok özelliğe sahip gibi görünse de, ikincisi çok kısa bir zaman dilimindeki hava durumu varyasyonlarının toplamını temsil eder. İklim, tüm hava durumu fenomenlerini birleştiren ve belirli bir yerin veya bölgenin iklimini içeren, günlük hava koşullarının uzun bir süre boyunca birikimini sembolize eden bir sistemdir (Houghton vd., 2002).

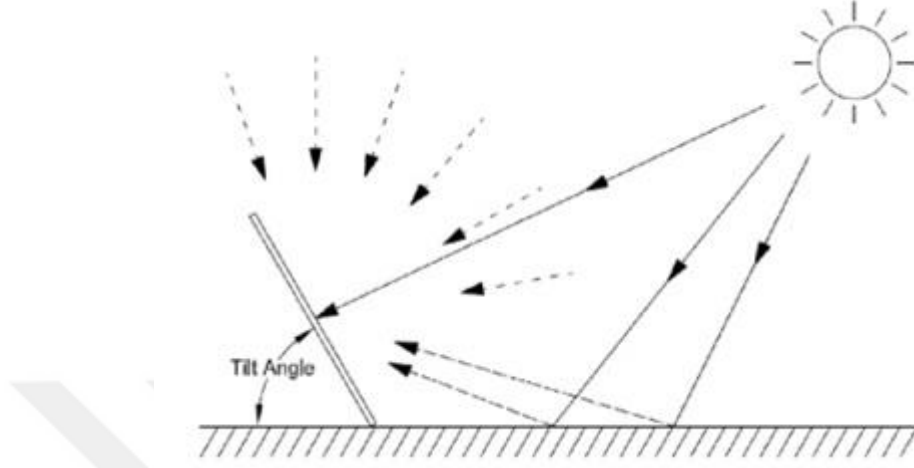
Güneş radyasyonu, hava sıcaklığı, bağıl nem, yağış, rüzgâr hızı ve yönü, iklimi mimari, inşaat ve ısı konfor ile ilişkilendirmeye çalışırken dikkate alınması gereken temel bileşenlerdir. Bu bileşenlerin her birinin etkisi, durumun ayrıntılarına bağlı olarak değişir. Bir bölgedeki hava durumu özellikleri üzerinde baskın bir etkiye sahip olmaları nedeniyle güneş ışınları, genellikle en önemli faktör olarak kabul edilir. Bazı durumlarda, tasarımda dikkate alınması gereken en önemli çevresel unsurlar, yağış ve nemdir (Givoni, 1974). Güneş ışınları, iklim üzerinde en büyük etkiye sahiptir. Bunun nedeni, güneşin Dünya'daki ısı kaynağı olarak birincil enerji kaynağı olmasıdır. Güneşten gelen enerji, okyanusların ve atmosferin hareketini etkiler, bu da gezegenin ikliminde değişikliklere neden olur ve ilk olarak Dünya gezegenini, insanlar da dahil olmak üzere, her türlü bitki ve hayvan yaşamının varlığına uygun hale getirir (Belda vd., 2014).

Hava Sıcaklığı: Bir bölgenin yıllık ortalama sıcaklığı; güneşe olan uzaklığı ve güneş ışınlarının aldığı açı tarafından belirlenirken, aynı enlemdeki farklı alanların sıcaklık ortalamalarının aynı olmadığı da açıktır. Bu, materyalin fiziksel değişiminden kaynaklanan enerji miktarının ve hava hareketlerinin yönü ile yoğunluğunun yerden yere büyük ölçüde değişiminden kaynaklanmaktadır (Özdemir, 2005). Sıcak kuru iklim bölgelerinde, yaz aylarında ortalama sıcaklıklar çok yüksek değerlere ulaşabilir. Küresel sıcaklıklar açısından, gece ve gündüz arasındaki fark yaklaşık 15-20 °C'ye yükselir. Yaz aylarında, öğle saatlerinde en yüksek seviyelerde olan sıcaklıklar, güneş battıktan sonra hızlı bir şekilde düşer. Kış aylarında bile, sıcaklıklar gün boyunca ılıman olduğunda, bu etki devam eder (Meir, 2002).

Güneş Radyasyonu: Güneş; dünyadaki en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır. Yüzeyler, Dünya'nın atmosferinden geçip gelen güneş ışınları tarafından ısınabilir. Bina tasarımında güneş radyasyonunun pasif ısıtma özelliğinden yararlanmak, ısıtma mevsiminde maksimum yoğunlukta, soğutma mevsiminde ise minimum yoğunlukta bu özelliği kullanmayı gerektirir (Iqbal, 2012).

Bir binanın yüzeyini etkileyebilecek üç tür güneş radyasyonu vardır: Doğrudan radyasyon, dağınık radyasyon ve yansıtılmış radyasyon. Radyasyonun neden olduğu yüzey

sıcaklığı artışı; radyasyon açısı (azimut, yükseklik ve zenit), hava koşulları, yön ve deniz seviyesinin üzerindeki yükseklik gibi faktörlere bağlı olarak değişir (Şekil 2).



Şekil 2. Güneş radyasyonunun alabileceği çeşitli formlar (Mallon vd., 2017)

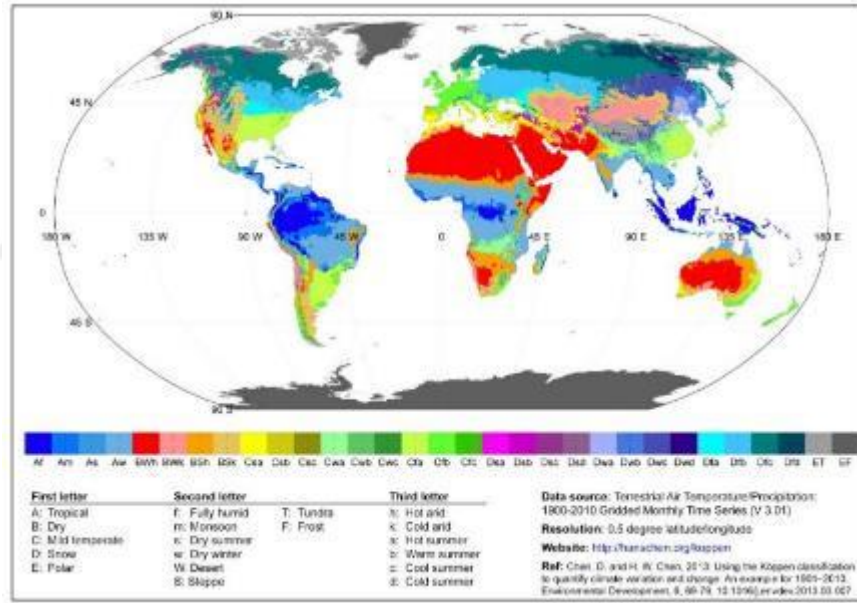
Atmosferik Nem: Meteorolojik verilerden söz ederken, mutlak nem ve bağıl nem gibi terimler kriter olarak kullanılır. Havadaki su buharının miktarı olarak tanımlanabilen nem, yüksek bir orana ulaştığında gerçek sıcaklıktan daha sıcak veya soğuk hissettirir. Bunu önlemek için havadaki nem oranı yüksekse nemi havalandırma yoluyla azaltma, düşükse su elementi kullanarak artırma yöntemleri geliştirilmiştir. Havadaki nem oranı, yoğuşma nedeniyle yapı malzemelerinin bozulmasını hızlandırdığı için yapı kabuğunun tasarımında dikkate alınmalıdır (Nguyen vd., 2016).

Rüzgâr: Atmosferdeki basınç gradyanları nedeniyle hava, yüksekten alçağa doğru hareket eder ve rüzgâr oluşur. Yapay daireleri yönlendirirken en önemli faktörlerden biri, hâkim rüzgârın yönü ve kuvvetidir. Tasarım sürecinde ek hava koşulları ve rüzgâr patlamaları da dikkate alınmalıdır. Soğutma yeteneği olan rüzgarlar sıcak ve nemli bölgelerde kullanılmalı, soğuk ve kuru iklimlerin etkisini artıracak rüzgarlardan ise kaçınılmalıdır (Koçlar Oral, 2018). Ayrıca, yerleşim dokuları oluşturulurken mikroklimatik etkiler ve binaların rüzgâr yönü de göz önünde bulundurulmalıdır (Kormaníková vd., 2018).

Yağış: Bulut oluşumu sonucunda yere düşen su miktarı, esas olarak yeryüzünden suyun buharlaşmasıyla tetiklenen yağış olarak adlandırılır (su döngüsünün bir parçası). Gökyüzünden düşen yağış miktarı, nehirler ve derelerdeki su seviyelerinin ne zaman

yükselip alçalacağını belirlemede ve dış mekân faaliyetlerinin yapılabilirliğinde önemli bir rol oynar (Konya, 2013).

İklim-bitki örtüsü ilişkisini kriter olarak kullanan Köppen'in sınıflandırması (Şekil 3), en modern ve yaygın olarak kabul edilenlerden biridir. Köppen, alfabenin dünyadaki beş bölgeden birine karşılık geldiği (A, B, C, D ve E) bir sistem geliştirmiştir. Seçenek B hariç bu sistem, ortalama yıllık yağış (milimetre cinsinden) ile ortalama mevsimsel yıllık sıcaklık (Celsius veya Fahrenheit derecesi cinsinden) arasındaki korelasyonu dikkate alır, hepsi sıcaklık üzerine yoğunlaşır. Bu sınıflandırma, bir bölgenin yağış miktarını ve rakımını dikkate almaz (Chen vd., 2013). Beş bölge; tropikal yağmur bölgesi (A), kurak iklim bölgesi (B), ılıman iklim bölgesi (C), soğuk iklim bölgesi (D) ve kutup bölgesi (E) olarak adlandırılır.



Şekil 3. Köppen ölçeğine göre iklim sınıflandırması (Chen vd., 2013)

Köppen iklim bölgesi sınıflandırması, coğrafi bir sınıflandırma olarak yalnızca tarımsal ve bitkisel amaçlarla kullanılmalı, insan ihtiyaçlarının ve konforunun öncelikli olduğu bina tasarımlarında kullanılmamalıdır. Bu sınıflandırma, birçok referansta yer almaktadır ve geliştirilmesi için de girişimlerde bulunulmuştur.

Binaların esas olarak aynı kelime dağarcığına sahip olduğu ve farklı gelenekler ve sosyal uygulamalardan kaynaklanan küçük farklılıklarla ortaya çıkan iklim bölgelerine dünyayı bölme yeteneği, bu düşünceyle bir sınıflandırmanın bina tasarımında çok önemli

olabileceğini düşündürmektedir. Alanında önemli ilerlemelere rağmen, mimari uygulamada kullanılmak üzere evrensel bir iklim bölgesi sınıflandırması veya bölünmesi hala bulunmamaktadır. Bununla birlikte, birkaç iklime uygun kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilendirme, benzer ortalama sıcaklık ve nem seviyelerine sahip yerlerin bir araya getirilmesi fikrine dayanmaktadır. Givoni'nin dünyayı dört temel iklim bölgesine ve bunlara ait çeşitli iklim bölgelerine ayırma sistemi belki de bu türde en yaygın kullanılan sistemdir. Bu sistem, iklimleri sınıflandırmak için kuraklık katsayısı veya kuraklık indeksi adı verilen bir katsayı kullanmaktadır (Givoni, 1974) ve bölgeler aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

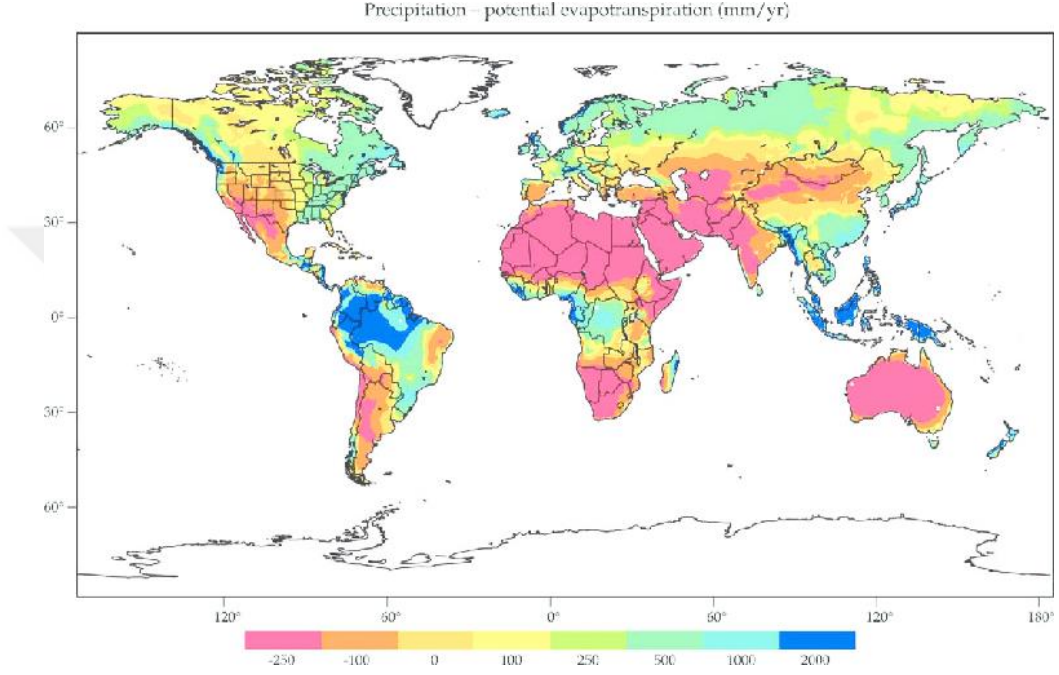
- Sıcak İklim Bölgeleri
 - Sıcak kurak bölgeler, sıcak çöl bölgeleri
 - Sıcak tropikal yağışlı bölgeler ve kıyı tropik bölgeleri
 - Sıcak kurak ve sıcak nemli alt-kıta bölgeleri
- Ilık Ilıman İklim Bölgeleri
 - Akdeniz kıtasal bölgeleri
 - Akdeniz kıyı bölgeleri
 - Akdeniz dağlık bölgeleri
- Soğuk Ilıman İklim Bölgeleri
 - Kıtasal soğuk ılıman bölgeler
 - Kıyı soğuk ılıman bölgeler
- Soğuk İklim Bölgeleri
 - Kıtasal soğuk (Sibirya)
 - Kıyı soğuk bölgeler (Norveç)
 - Soğuk çöl bölgeleri
 - Kutup bölgeleri

2.2. Sıcak ve Kuru İklim Özellikleri

15 ve 35 derece kuzey ve güney enlemleri arasında iki bant şeklinde sıcak ve kurak arazi bulunur. Dünyanın üçte biri aşırı sıcak ve kurak hava koşullarına sahiptir. Avustralya'nın merkezi ve batı kısımları, Kuzey ve Güney Amerika'nın büyük bir kısmı ve Kuzey Afrika, aşırı kurak bölgelerdir.

Çöl manzaralarını diğer manzaralardan ayıran en belirgin özellik kuraklıktır; bu, bitki gelişimini destekleyecek yeterli yağışın olmadığı bir durumdur (Grove, 1977). Düzenli

olarak Ekvator bölgesine güneybatı ve kuzeydoğudan esen ticaret rüzgarları ve en büyük miktarda su buharını kaybeden bu rüzgarlar nedeniyle sıcak ve yarı kurak bölgeler, kuraklık ile karakterizedir. Bu kuraklık, yeşil alanların eksikliği ve su kıtlığının bolluğu gibi insan fizyolojik konforunu ve mimari tasarımı doğrudan etkileyen bazı özelliklere sahiptir (Şekil 4) (Azlitni, 2005).



Şekil 4. Küresel yıllık yağış haritası (Givnish, 2002)

Güneş ışığı, yılın büyük bir bölümünde ve özellikle yaz aylarında gökyüzü genellikle açık olduğundan dolayı yoğun, doğrudan ve net bir şekilde gelir. Yaz aylarında yatay bir bölgede 900 W/m^2 'yi aşabilir. Genel olarak, gün boyunca güneş radyasyonunun engelsiz akışı nedeniyle Dünya yüzeyi 70 dereceye kadar ısınır ve gece boyunca uzun dalga radyasyonu nedeniyle hızlı bir şekilde 15 dereceye kadar soğur. Çevredeki yüzeylerin kuru olması ve yılın büyük bölümünde gökyüzünün açık olması nedeniyle, radyasyon yoğunluğu yalnızca doğrudan radyasyondan daha fazla artar (Givoni, 1974). Bina cephelerinin belirli bölümleri, çeşitli araştırmalara göre güneş ışığını daha fazla veya daha az emer. Sıcak bölgelerde yatay yüzeyler, çatılar gibi düşey yüzeylere göre yaklaşık yüzde yirmi daha az yer kaplar (Danby, 1982). Başka bir çalışma (Phillips, 2004), güneş radyasyonunun kurak bölgelerde neden büyük bir etkiye sahip olduğunu şu ana nedenlerle açıklar:

1. Güneş radyasyonu (özellikle yaz aylarında uzun sürer, gün ışığı süresi 9 ila 16 saat arasındadır),

2. Yüksek yoğunluklu güneş radyasyonu,

3. Yansıma açısının rolü (güneş açısı ve azimut).

Yaz aylarında sıcak ve kuru iklim bölgelerinde gündüz sıcaklıkları genellikle 43 ila 23 derece arasında değişirken, gece sıcaklıkları 15 ila 25 derece arasında değişir, bu da gündüz ile gece arasında genellikle 10 derece sıcaklık farkı olduğu anlamına gelir. Bu nedenle, bu bölgelerde hava sıcaklığında önemli bir değişiklik olur, bu da iç mekanlarda ısı iletim koşulları üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Givoni, 1974).

Bağıl nem, sıcaklıkla ters orantılı olarak değişir ve gündüz yüzde 20'nin altına düşebilirken gece yüzde 40'ın üzerine çıkabilir. Yıllık olarak genellikle 50 ila 150 mm arasında minimal yağış görülür ve bu yağışın çoğu yere ulaşmadan buharlaşır (Givoni, 1976).

Sıcak ve kurak bölgelerde rüzgarlar, arazinin yeniden şekillenmesinde ve toprağın erozyonunda önemli bir rol oynar. Rüzgâr hızı sabah saatlerinde genellikle en düşük seviyede olur, gün boyunca artar ve öğleden sonra en yüksek noktasına ulaşır. Ancak, bu rüzgarların varlığını kum ve toz fırtınaları şeklinde gösterdiği ve tüm bu bölgelerde, güneybatıdan ve kuzeybatıdan 19 derece enlemde gelen rüzgarların hâkim olduğu gözlenmiştir. Güney rüzgarlarının ise kışın soğuk, yazın ise kuru olarak algılandığı sıcak ve kurak bölgelerde not edilmiştir (Danby, 1982).

2.3. Mikroiklim Kavramı

Küresel ölçekli iklim bölgeleri olmasına rağmen, her coğrafi konumun iklimi, aynı iklim bölgesindeki başka bir bölgeden, bu ya da o yerin iklim koşulları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan çeşitli yerel faktörler nedeniyle farklılık gösterir. Bu durum, genel bölgelerin özelliklerini paylaşmak yerine her bölgeye özgü hava durumlarına yol açar. Bu nedenle, dikkate alınan her yerin iklim koşullarını araştırmak ve anlamak çok önemlidir. Mikroiklim, belirli bir yerde, örneğin bir binanın üstünde veya sadece yanında mevcut olan özel hava koşullarıdır (Rosenberg vd., 1983).

Mazuz (Masmoudi, 2004) tarafından belirtilen mikroiklimi etkileyen yerel faktörler şunlardır:

1. Sitenin deniz seviyesinden yüksekliği ve eğimi,

2. Bir yerin aldığı rüzgâr ve güneş miktarı,
3. Yakındaki su kaynaklarının doğası ve boyutları,
4. Sitenin topografyası ve çevresindeki toprak türü,
5. Yeşil örtü (ağaçlar, yeşil alanlar, çimler vb.),
6. Sitenin etrafındaki binalar ve tesisler (binalar, sokaklar, otoparklar, setler vb.).

Sonuç olarak bu bölümde, iklimle ilgili temel kavramlar kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve binaların tasarımını ve sakinlerinin konforunu etkileyen çevresel faktörleri anlamak için sağlam bir temel oluşturulmuştur. Sıcak ve kuru iklimlerin özelliklerine vurgu yapılmıştır. Özellikle sıcaklığın ve sınırlı yağış miktarının belirli tasarım stratejileri gerektirdiği Ürdün gibi bölgeler için bu konu büyük önem taşımaktadır. Mikroklima tartışması, daha geniş bir iklimsel bağlam içinde yerel iklim varyasyonlarını dikkate almanın önemini bir kez daha vurgulamış ve mimari tasarıma daha hassas bir yaklaşım sunmuştur.

Bu temel iklimsel ilkeler ile yapılan çalışma, çevre tarafından sunulan zorlukları ve fırsatları daha iyi anlamaya hazır hale gelmiştir. Bu bilgi, sonraki bölüm için zemin hazırlamış; bu iklimsel faktörlerin ısı konforu nasıl doğrudan etkilediğini, sıcak ve kuru iklimlerde konforu artırmak için pasif soğutma tekniklerinin nasıl kullanılabileceğini keşfetmek amacıyla kullanılmıştır.

3. Bölüm, 2. Bölümde özetlenen iklim kavramları üzerine inşa edilerek, ısı konforu ve iç mekân sıcaklıklarını düzenlemek için kullanılan teknikler tartışılmaktadır. İklimin, özellikle sıcak ve kuru iklimlerde, insan konforunu etkileyen koşulları belirlemede kritik bir rol oynadığı daha önce tartışılmıştır. Isıl konfor, kullanıcıların ne çok sıcak ne de çok soğuk hissetmediği bir durumdur ve hava sıcaklığı, nem, hava hareketi ve yalıtım gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.

Bu bölümde, yüksek sıcaklıkların neden olduğu rahatsızlıkları hafifletmek ve binaların aşırı koşullarda yaşanabilir olmasını sağlamak için gerekli olan çeşitli pasif soğutma stratejilerini tanıtılmıştır. Gölgeleme, ısı kazancının azaltılması ve verimli havalandırma gibi teknikler tartışılmış ve özellikle sıcak ve kuru iklimler için uyarlanmış çözümler üzerinde durulmuştur. Ayrıca, avlular ve mashrabiya gibi geleneksel mimari elemanların, mekanik sistemlere dayanmadan iç mekân konforunu iyileştirmek için nasıl yenilikçi ve enerji verimli yöntemler sunduğu keşfedilmiştir.

Bu bölümdeki iklim bilgisi ile sonraki bölümdeki ısı konforu korumaya yönelik pratik çözümler arasında bağlantı kurarak, sıcak ve kuru iklimlerin çevresel zorluklarına etkili bir şekilde yanıt veren binaların nasıl tasarlanacağına dair kapsamlı bir anlayış sunulmuştur.

3. ISIL KONFOR VE PASİF SOĞUTMA TEKNİĞİ

3.1. Isıl Konfor

Isıl konfor olarak nitelendirilebilecek zihinsel durumun subjektif değerlendirmesi, bireyin çevresel sıcaklık koşullarından memnun olduğunu gösterir (ASHRAE Standardı 55). HVAC tasarımıındaki uzmanlar, bina sakinlerinin memnuniyetini sağlamak için bu gerekliliklere uyulmasına önem verir. Isıl konforu ve dengeyi elde etmenin anahtarı, çevresel ortamla yeterli ısı değişimine izin veren koşulları yaratmaktır. Bu değişim; hava sıcaklığı, göreceli nem, hava akışı ve bir kişinin giydiği kıyafetin sağladığı yalıtım değeri gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir (Butera, 1998).

Hava sıcaklığı, radyasyon, hava akışı ve nem, insanları etkileyen en önemli iklim faktörleri arasındadır ve bu iklim faktörlerinin etkileri, insanlar ile yaşadıkları iklim arasındaki ilişkiyi yansıtan bazı fizyolojik değişiklikleri değerlendirirken hemen fark edilir (Butera, 1998).

Hava sıcaklığı, ısıl konfora ulaşmada en önemli faktördür. Çünkü eğer hava sıcaklığı vücut sıcaklığından yüksekse, metabolizmadan kaynaklanan vücut içindeki ısı, vücuttan ayrılamaz ve bu durum vücut sıcaklığının artmasına, terin oluşmasına ve terin buharlaşma için vücuttan gerekli olan ısıyı emmesine neden olarak vücuda serinlik hissi verir. Buna karşılık, çevresel sıcaklık aşırı düşük olduğunda vücut, kan damarlarını daraltarak kolların ve bacakların buz gibi soğuk olmasına neden olur (Bessoudo, 2008).

Nem, hava nemi doygunluğuna buharlaşma kapasitesini etkiler. Bu, daha düşük buharlaşma kapasitesi ve yüksek nemin daha az buharlaşmaya ve tam tersine daha sıcak ve soğuk yerlerde daha fazla buharlaşmaya neden olacağı anlamına gelir. Gerekli yüzdeyi aşan göreceli nem belirtilerinden biri kuru cilttir ve düşük ortalama sıcaklıklara sahip bölgelerde, sıcaklığın olduğundan daha düşük olduğu izlenimini bırakabilir (Tanabe vd., 1994).

Hava akışı, insan vücudunu soğutmaya katkıda bulunur; sıcaklığı düşürmez, ancak vücudu, ısı kaybetmesini sağlayarak (konveksiyon) ve buharlaşmada da yardımcı olarak serinletir; hava hızı ne kadar yüksekse, konfor seviyesi o kadar yüksek olur; ancak hava sıcaklığı artarsa, tersi geçerlidir (Tanabe vd., 1994).

Isı kaybı ve dolayısıyla ısıl denge, bir kişinin giysisinin ısı yalıtım değerinden etkilendiği için ısıl konfor üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Çok katmanlı yalıtımlı giysiler,

vücudu sıcak tutma potansiyeline sahiptir. Giysi kalınlığı ne kadar fazla ise yalıtım kapasitesi de o kadar iyidir. (Littler, 1984).

Hava kanalları ve fanların kullanımı, havalandırılan alanda mikroklimanın korunmasına yardımcı olur. “Mikro-iklim” terimi, hem ortam sıcaklığını hem de hava kalitesini kapsar. Bu nedenle, doğal havalandırma sistemleri tasarlanırken, yeterli hava kalitesi ve konforlu bir ısıl ortam sağlama hedeflerini aynı anda ele almak önemlidir. Bu yöntemi kullanırken, yalnızca iç ortamla değil, aynı zamanda insan vücuduyla da ısıl denge sağlamak esastır (Narguess, 2009).

Ortalama radyant sıcaklık, hava sıcaklığı, havadaki su buharı basıncı ve hava hızı, vücudun ısıl dengesini etkileyen dört dış faktör; giyimin ısıl yalıtımı, metabolik hız ve fiziksel aktivite ise üç bireysel faktördür (Littler, 1984). İnsan ısı denklemi; ısı üretiminin metabolik oranı ve ısının solunum, buharlaşma, radyasyon, vücut yüzeyinden iletim ve konveksiyon yoluyla atmosfere kaybı hakkında bilgi gerektirir (Narguess, 2009).

Mimari tasarımda kullanıcıların ısıl konforunu sağlamak, çeşitli nedenlerle esastır:

1. Sıcaklığın kullanıcı memnuniyeti üzerindeki etkisi büyük ve kullanışlıdır.
2. Bir topluluk tarafından istenilen iç mekân sıcaklıkları ile binanın enerji tüketimi arasında bir korelasyon vardır.
3. İnsanlar konutlarında mutsuz olduklarında, rahatlamalarını sağlamak için genellikle gereğinden fazla enerji tüketen yöntemlere başvururlar ve bazı durumlarda daha önce var olan, yapısal olarak verimli, düşük enerjili bir sistemi ortadan kaldırabilirler (Crichton vd., 2009).

Kabul edilebilir bir iç ortam sıcaklığı sağlamak için gereken havalandırma miktarı, konforlu bir ısıl atmosferi soğutmak ve sürdürmek için gereken havalandırma yoğunluğundan daha azdır (Heiselberg, 2002). Bir konutun doğal havalandırma sistemi tarafından oluşturulan hava dolaşımı, iç mekân havasını sağlıklı bir seviyede tutmak için gereklidir. Tablo 1; yeterli oksijen sağlamak, metabolik CO₂'yi ve kokuları seyreltmek için kapalı bir ortamda gereken minimum havalandırma oranını göstermektedir. Bir binanın ihtiyaç duyduğu havalandırma miktarı, belirli bir anda kullanacak insan sayısından büyük ölçüde etkilenir. Bu nedenle havalandırma, insanların yaşam alışkanlıkları ve rutinlerine göre değişmelidir.

Tablo 1. İç mekân hava kalitesini tatmin edici seviyede tutmak için gereken hava miktarı (Narguess, 2009)

Kaynak (source)	Havalandırmanın Amacı (Purpose of Ventilation)	Önerilen Minimum Değer (l/sn/kişi) (Minimum recommended value (1/s/p))
CIBSE (1986)	Solunum için oksijen (oxygen for breathing)	0.3
HSE Rehber Notu EH22 (1988) (HSE Guidance Note EH22 (1988))	Solunum için oksijen (oxygen for breathing)	0.5
CIBSE (1986:B2-3)	Metabolik CO ₂ 'nin seyreltilmesi (Dilution of metabolic CO ₂)	5
HSE Rehber Notu EH22 (1988) (HSE Guidance Note EH22 (1988))	Metabolik CO ₂ 'nin seyreltilmesi (Dilution of metabolic CO ₂)	2
CIBSE (1986:B2-3)	Koku seyreltilmesi (Dilution of odour)	8
HSE Rehber Notu EH22 (1988) (HSE Guidance Note EH22 (1988))	Koku seyreltilmesi (Dilution of odour)	9

Sıcak bölgelerde hava hızı, konutlardaki ısı konforu en çok etkileyen altı faktörden biri olup, konfor üzerindeki etkisi en önemli olandır. İlk olarak, cilt yüzeyinde konvektif ısı iletimini artırarak hava akımını artırmak, ısı tepkiyi hızlı bir şekilde iyileştirir. Ayrıca, yüksek nem seviyelerine sahip bölgelerde nemli cilde bağlı rahatsızlık miktarını en aza indirme önemlidir (Givoni, 1994; Szokolay, 2004). Bu süreçler arasındaki iş birliği, serinletici bir etki sağlar ve insanların ısı konfor algısını artırır. Bir odadaki insanların bedenlerinin etrafında yüksek hava hızlarının sürdürülmesi, gerekli buharlaşmayı sağlamak için önerilir (Givoni, 1998). Dış ortam havasının iç mekân havasından daha sıcak olmasına rağmen, binanın içinde oluşan ve yükselen hava akımının yine de faydalı ve kabul edilebilir olacağı akılda tutulmalıdır. Bu durum, sıcak ve nemli bölgelerde geçerlidir (Givoni, 1994).

Sıcak iklimlerde modern bina tasarımına ve yapımına ağır bir yük getiren yüksek sıcaklıklar, kaliteli yaşam ortamını sağlamak için dünya genelinde pasif enerji stratejileri yaratma eğilimindedir. Bu stratejiler, küresel trendi takip etmek amacıyla geliştirilmektedir. Ürdün'deki konutların çoğunun pasif tasarım prensiplerini benimsememesi, Ürdünlüleri konutlarının ısıtma ve soğutma sistemlerine aşırı derecede bağımlı kılmakta ve bu da maliyetli olabilmektedir. Ülkenin istikrarsız ekonomisi, öngörülemez enerji arzı ve enerji üretimine bağlı geniş sera etkisi gibi nedenlerden dolayı bu durum sorun oluşturmaktadır.

Pasif tasarım, konut yapılarında enerji tüketimini en aza indirgeyerek iç mekân konforunu artırmak için sıkça kullanılır. Pasif tasarım, iklime göre spesifik tasarım kavramlarını kullanarak konutu serin tutmak, binaya ısı girmesini engellemek ve doğal aydınlatmaya güvenmektedir. Pasif tasarım prensiplerini benimsemenin birçok avantajı vardır, bunlar arasında aylık faturaları azaltma ve binaları aktif veya mekanik sistemlerin minimum kullanımıyla konforlu sıcaklıklarda tutma yeteneği bulunmaktadır. Pasif tasarım; enerji israfının sıklıkla zirve saatlerde gerçekleştiği ve genellikle enerji israfına neden olan aktif sistemlerin kullanımından kaynaklandığı dönemlerde enerji israfını azaltmaya da yardımcı olabilir (Givoni, 1994).

3.2. Binalarda Pasif Soğutma Teknikleri

Pasif bir tasarımın amacı, doğal olarak oluşan soğutma ve ısıtma sistemlerini kullanarak bir binada ısı konfor elde etmektir (Santamouris vd., 2013). Pasif soğutma, enerjinin bir yerden diğerine hareketi olarak tanımlanır ve çevresel ortamdan daha düşük bir sıcaklık elde etmek için gerçekleştirilir (Geetha vd., 2012). Bir binanın soğutma ihtiyaçları, pasif soğutmanın yardımıyla yönetilebilir ve azaltılabilir, bu da tüm gerekli kriterleri ve çözümleri kapsayabilir (Geetha vd., 2012). Pasif soğutma, bir yapının içine giren dış ortam ısı miktarını sınırlamak veya azaltmak prensibine dayanır. Pasif soğutma prensibi iki şey gerektirir: (1) İç mekandaki havadan daha serin bir harici ısı alıcısına kolay erişim, (2) Binadan ısı alıcısına etkili ısı iletimi (Kamal, 2012).

Enerji kullanımını ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için pasif soğutma, yeşil bina tasarımı için önemli bir seçenektir (Geetha vd., 2012). Pasif soğutma, zaten ihmal edilebilir enerji kullanımıyla yüksek seviyede ısı konfor ve iç hava kalitesi sunma konusunda kanıtlanmıştır (Santamouris vd., 2013). Şekil 5, binalarda pasif soğutma için genellikle kabul edilen çerçeveleri göstermektedir. Bunlar arasında güneş ve ısı kontrolü, ısı değişiminin azaltılması ve ısı uzaklaştırılması bulunmaktadır (Santamouris vd., 2013).



Şekil 5. Farklı pasif soğutma yöntemlerinin sınıflandırılması (Song vd., 2021)

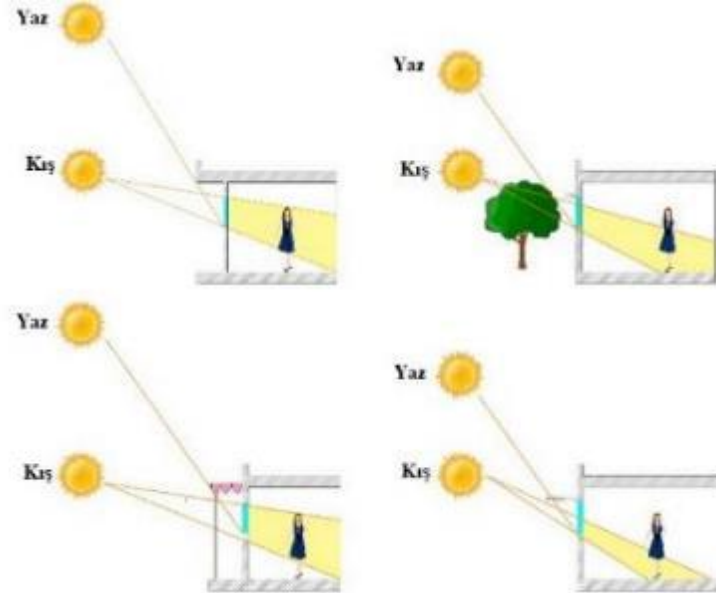
Güneş ve ısı kontrol stratejileri; peyzaj düzenlemesi, boyanmış veya gölgeli pencereler ve binayı gölgeleme gibi yöntemlerle bir binaya giren ısı miktarını azaltmayı hedefler. Bu

çalışma kapsamında binalarda kullanılabilecek pasif soğutma teknikleri sekiz başlıkta ele alınmıştır:

1. Gölgeleme:

Gölgeleme, bir binaya doğrudan güneş ışığının girmesini engellemeyi hedefleyen en temel pasif soğutma stratejilerinden biridir. Saçaklar, panjurlar ve düşey kanatlar gibi dış gölgeleme elemanları, özellikle pencereler ve açıklıklar üzerinde güneş ışığına maruz kalmayı kontrol etmek için yaygın olarak kullanılır. Bu elemanlar, güneşin hareketine göre tasarlandığında özellikle etkilidir ve günün en sıcak saatlerinde maksimum gölge sağlar. Yeşil çatılar, stratejik olarak dikilmiş ağaçlar, sarmaşıklar gibi bitki örtüsü de ısıya karşı doğal bir bariyer oluşturarak çevredeki mikro iklimi iyileştirmede önemli bir rol oynar.

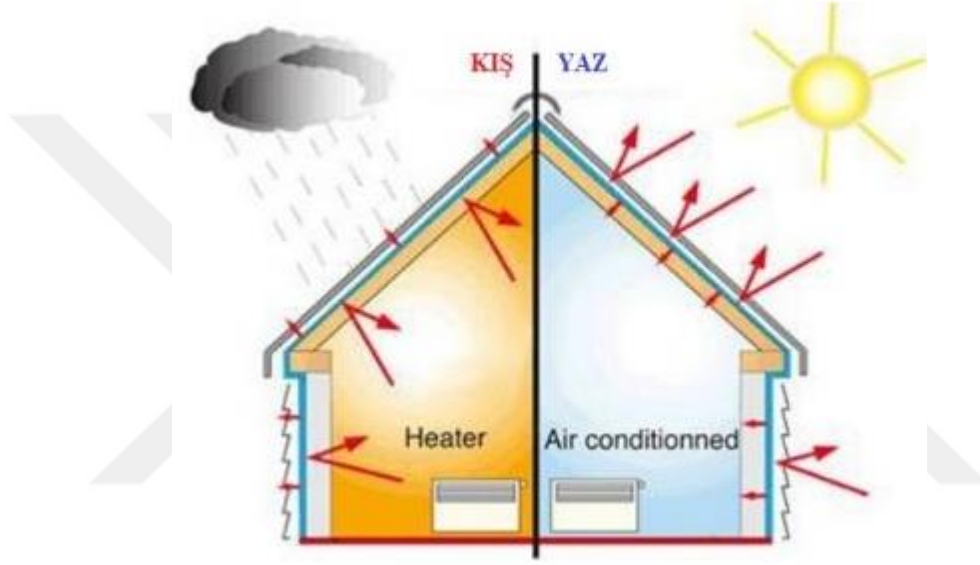
Sıcak iklimlerde gölgeleme, güneş ısısını en aza indirerek soğutma yüklerini önemli ölçüde azaltabilir. Uygun şekilde tasarlanmış gölgeleme sistemleri, yaz güneşini engellerken kış güneşinin içeri girmesine izin verir. Örneğin, yatay saçaklar güney cephesindeki pencerelerde iyi çalışırken, düşey kanatlar doğu ve batı yönelimleri için idealdir. Gölgelemenin tasarıma dahil edilmesi; yalnızca ısıl konforu artırmakla kalmaz, aynı zamanda enerji verimliliğini de artırarak sürdürülebilir ve estetik açıdan hoş bir çevre oluşturur (Şekil 6) (Zarandi, 2009).



Şekil 6. Kış ve yaz mevsimleri için farklı uygulamalara sahip örnek gölgelemeler (Manzano-Agugliaro vd., 2015)

2. Isı Yalıtımı

Isı yalıtımı, binanın iç ve dış bölümleri arasındaki ısı transferini sınırlandırarak iç mekan sıcaklığını sabit tutar; duvarlarda, çatılarda ve zeminlerde rijit köpük paneller, cam yünü veya mineral yün gibi yalıtım malzemelerinin kullanımıyla gerçekleştirilir. Bu katman, gün boyunca ısıнын bina kabuğundan geçmesini önler ve serin dönemlerde sıcaklığı korur. Yalıtım, özellikle aşırı sıcaklık değişikliklerinin yaşandığı bölgelerde önemlidir ve yıl boyunca iç mekanların konforlu kalmasını sağlar (Şekil 7).



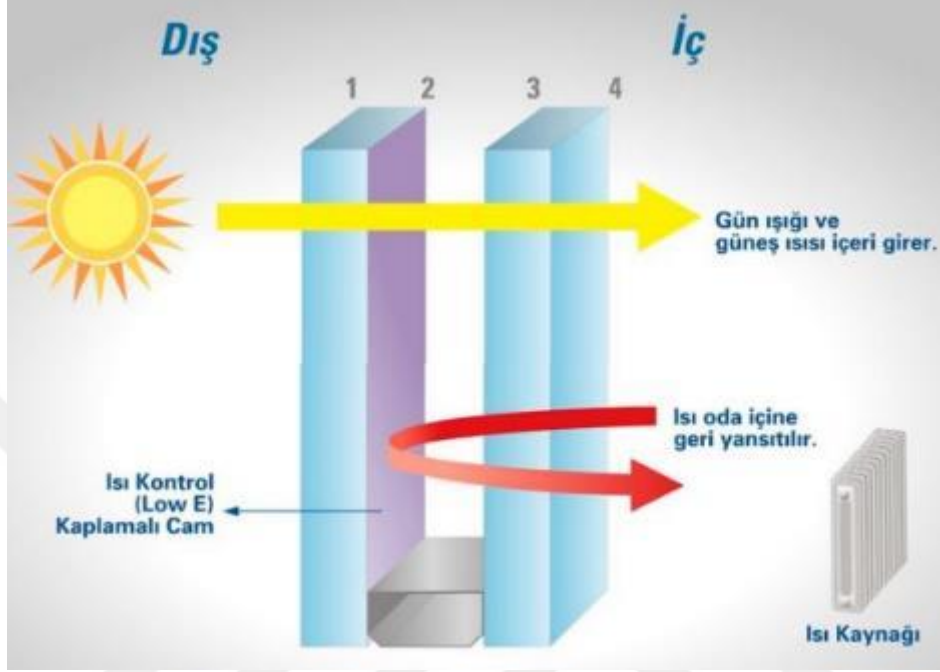
Şekil 7. Isı yalıtımının kış ve yaz mevsimindeki uygulamaları (URL-1, 2025)

İyi yalıtılmış binalar, mekanik soğutma sistemlerine olan bağımlılığı azaltarak enerji tasarrufu sağlar. Çatılar, özellikle doğrudan güneş ışığına maruz kalan birincil yüzey oldukları için sıcak iklimlerde kritik öneme sahiptir. Yansıtıcı veya radyant bariyerler eklemek, ısı emilimini azaltarak yalıtımın etkinliğini artırabilir. Gölgeleme ve doğal havalandırma gibi diğer pasif soğutma teknikleriyle birleştirildiğinde, ısı yalıtımı son derece enerji verimli bir bina tasarımı yaratır (Mavromatidis, 2011).

3. Camlama Teknikleri

Pencereler, binalarda ısıнын en fazla kazanıldığı alanlardan biri olduğu için, camlama teknikleri pasif soğutma için önemlidir. Çift veya üçlü camlama, pencerelerden ısı transferini azaltarak cam katmanlarının arasına hava veya inert gaz kullanmayı içerir. Düşük emisyonlu (Low-E) cam, kızılötesi ısıyı yansıtıp görünür ışığın geçmesine izin vererek performansı

daha da artırır. Bu gelişmiş camlama çözümleri, soğutma gereksinimlerini en aza indirirken iç mekân konforunu da sağlar (Song vd., 2021) (Şekil 8).



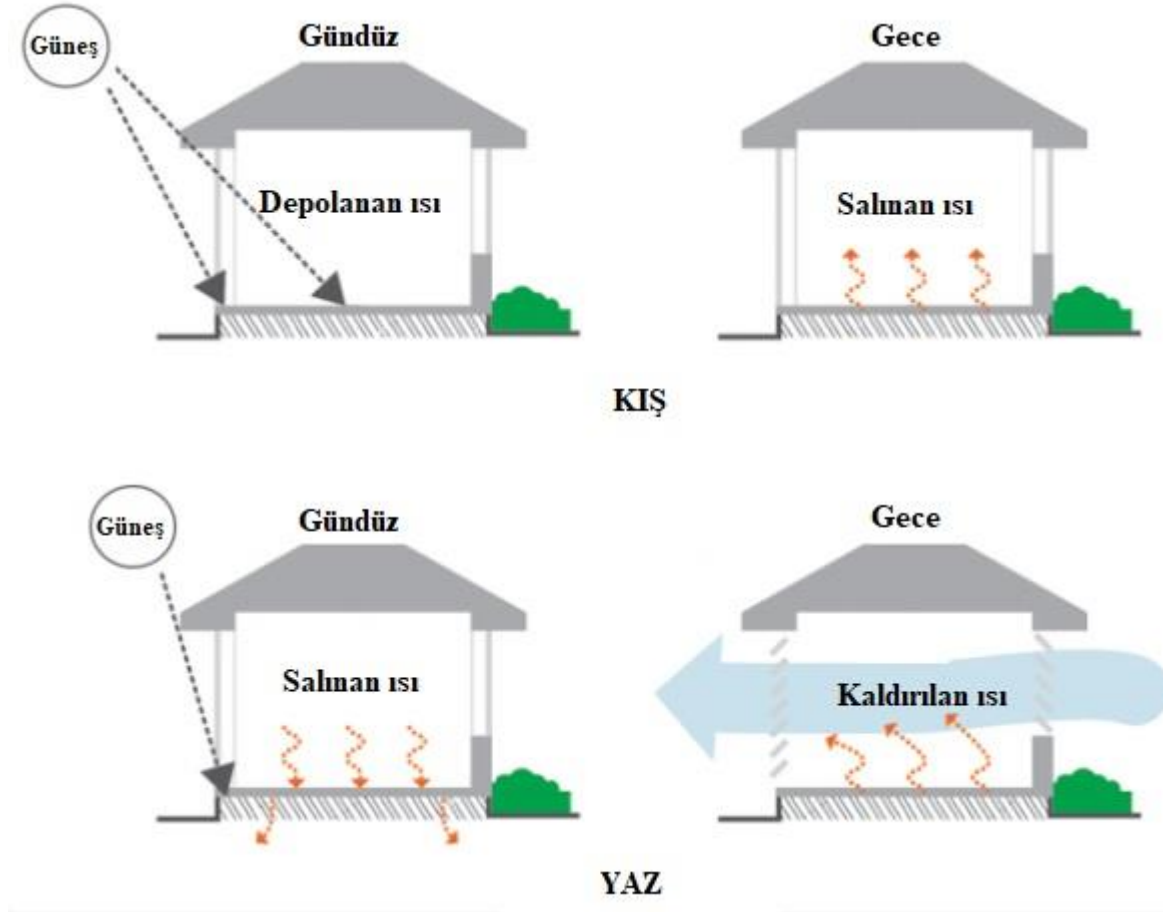
Şekil 8. Isı kontrol (Low-E) kaplamalı yalıtım camı (URL-2, 2025)

Isıl faydalarının yanı sıra camlama teknikleri, akustik yalıtımı iyileştirir ve yoğuşmayı azaltır. Etkinliklerini en üst düzeye çıkarmak için pencereler dikkatli bir şekilde yönlendirilip boyutlandırılmalı, tasarımlarını tamamlayacak gölgeleme elemanları kullanılmalıdır. Örneğin, sıcak iklimlerde kuzey cephesindeki pencereler güneş maruziyetini en aza indirirken, güney cephesindeki pencereler gün ışığını optimize etmek için kullanılabilir. Camlama ve diğer pasif soğutma yöntemlerinin birleşimi, konforlu ve enerji verimli bir iç mekân ortamı sağlar (Givoni, 1998).

4. Isıl Kütle

Isıl kütle, ısıyı emip depolayabilen ve serbest bırakabilen malzemeleri ifade eder ve bu sayede iç mekân sıcaklıklarını doğal olarak düzenlemeye yardımcı olur. Beton, taş ve kerpiç gibi yaygın ısıl kütle malzemeleri, yüksek ısı kapasitesine ve ısıl iletkenliğe sahiptir. Gün boyunca bu malzemeler fazla ısıyı emerek iç mekanların aşırı ısınmasını önler. Gece sıcaklıkların düştüğü zaman, depolanan ısı yavaşça serbest bırakılarak sabit bir iç mekân iklimi sağlanır.

Isıl kütlenin etkinliği, gündüz ve gece sıcaklık farklarının belirgin olduğu iklimlerde artırılır. Performansı optimize etmek için ısı kütlenin gece havalandırmasıyla birleştirilmesi serin havanın depolanan ısıyı uzaklaştırmasını sağlar. Bu strateji, özellikle mekanik soğutma sistemlerine olan ihtiyacın azaldığı kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde faydalıdır. Isıl kütlenin duvarlara, zeminlere ve tavanlara entegre edilmesi, daha sürdürülebilir ve enerji verimli bir bina tasarımı sağlar (Şekil 9) (Santamouris, 2006).



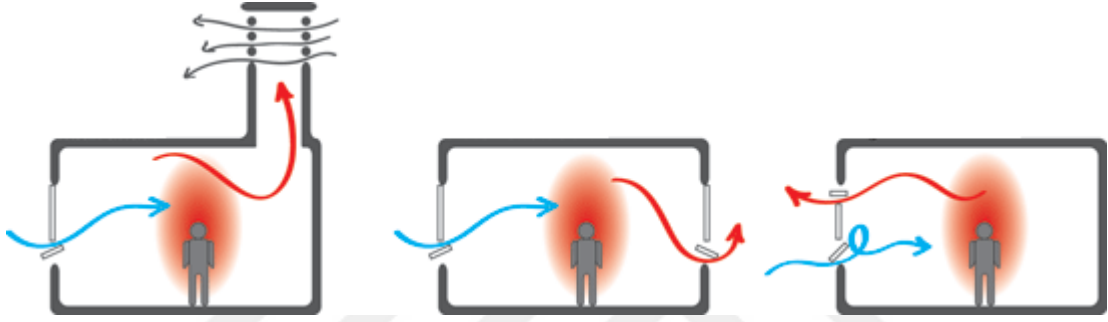
Şekil 9. Isıl kütlenin önemi (URL-3, 2025)

5. Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma, iç mekanlardaki sıcak havanın dışarıdaki daha serin hava ile değiştirilerek serinlik sağlanmasına yardımcı olur. Karşılıklı havalandırma ile bir odanın karşılıklı taraflarına açıklıklar yerleştirilip doğrudan bir hava akışı yolu oluşturulur ve ısı verimli bir şekilde uzaklaştırılır. Baca etkisi havalandırması, sıcak havanın yükselme

prensibini kullanarak, daha serin havanın alt açıklıklardan içeri girmesini ve sıcak havanın üst açıklıklardan (örneğin, üst pencere veya bacalardan) dışarı çıkmasını sağlar.

Sıcak iklimlerde, doğal havalandırma maliyet etkin ve çevre dostu bir soğutma çözümüdür. Ayarlanabilir panjurlar veya ekranlarla tasarlanmış açıklıklar, kullanıcıların hava akışını konfor ihtiyaçlarına göre kontrol etmesine olanak tanır. Doğal havalandırmanın etkinliği bina yönelimi, pencere yerleşimi ve yerel rüzgar desenlerine bağlıdır. Gölgeleme ve ısıl kütle ile birleştirildiğinde, pasif soğutma performansını önemli ölçüde artırabilir. (Şekil 10) (Fathy, 1986).

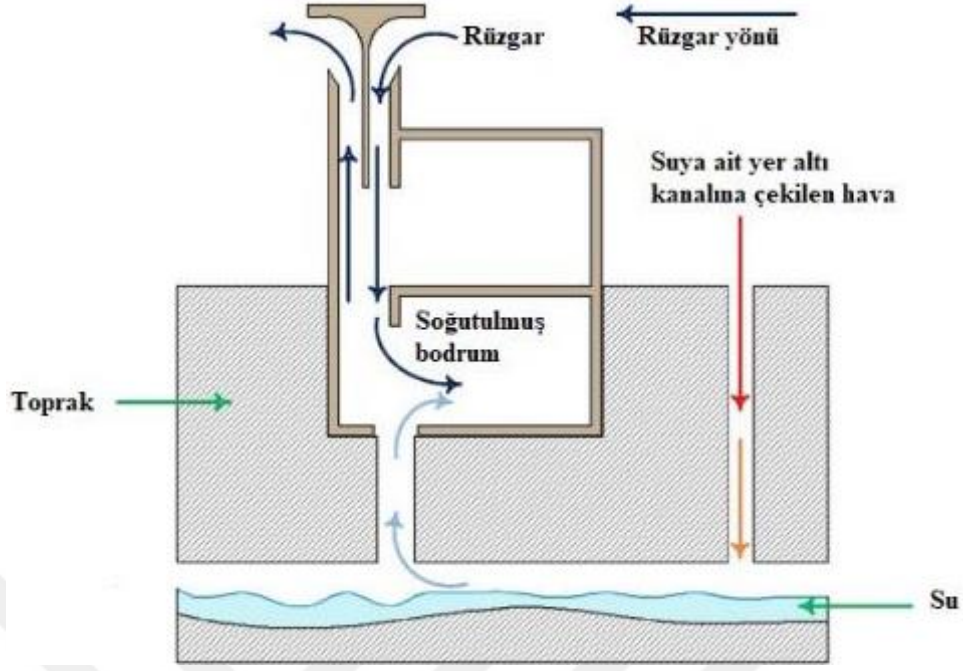


Şekil 10. Doğal havalandırma (URL-4, 2025)

6. Buharlaştırmalı Soğutma

Buharlaştırmalı soğutma, suyun buharlaşırken ısıyı emmesi ve çevresindeki havayı soğutması prensibine dayanır. Bu yöntem, düşük nemin buharlaşma oranlarını artırdığı sıcak ve kuru iklimlerde özellikle etkilidir. Avlularda yer alan çeşmeler, ıslak yüzeyler veya gözenekli kil kaplar gibi unsurlar, yerel soğutma sağlayarak bina etrafında konforlu bir mikro iklim yaratır.

Soğuk çatılar veya yeşil duvarlar gibi modern buharlaştırmalı soğutma sistemleri, bu doğal süreci bina tasarımına entegre eder. Bu sistemler yalnızca sıcaklıkları düşürmekle kalmaz, aynı zamanda hava kalitesini ve nem seviyelerini de iyileştirir. Ancak, buharlaştırmalı soğutma, yüksek nem seviyelerinin buharlaşma oranlarını azalttığı nemli iklimlerde daha az etkilidir. Bu yöntemin stratejik bir şekilde entegre edilmesiyle, kurak bölgelerdeki binalar önemli enerji tasarrufu ve ısıl konfor elde edebilir (Şekil 11) (Rojas, 2012).



Şekil 11. Buharlaştırılmalı soğutma (Jomehzadeh vd., 2017)

7. Radyatif Soğutma

Radyatif soğutma, bir binanın yüzeyindeki ısının daha serin olan gece vakti gökyüzüne salınmasını içerir. Bu yöntem, açık gökyüzü ve belirgin gündüz-gece sıcaklık farklarına sahip bölgelerde en etkilidir. Yansıtıcı malzemeler veya kaplamalardan yapılan soğuk çatılar, gündüz ısı emilimini en aza indirerek ve gece ısı yayılımını en üst düzeye çıkararak radyatif soğutmayı artırır.

Radyatif soğutma tekniği, kentsel ısı adası etkilerini azaltmada ve soğutma enerjisi talebini düşürmede özellikle faydalıdır. Çatı tasarımlarına yansıtıcı boyalar, karolar veya membranlar eklenmesi soğutma potansiyellerini önemli ölçüde artırabilir. Radyatif soğutma, diğer pasif stratejilerle, örneğin gölgeleme ve yalıtımla birleştirildiğinde ısıl konfora yönelik bütünsel bir yaklaşım oluşturur (Berger, 2018).

8. Toprak Soğutma

Toprak soğutma, iç mekân iklimlerini düzenlemek için yerin sabit sıcaklığını kullanır. Yarı gömülü yapılar veya toprakla çevrili duvarlar, sıcak dönemlerde iç mekân sıcaklıklarını korumak için yerin ısıl eylemsizliğinden yararlanır. Yeraltı kanalları aracılığıyla hava ileten toprak borular, yerin sabit sıcaklığını kullanarak soğutma sağlamak için bir diğer yöntemdir.

Bu yaklaşım, özellikle sıcak iklimlerde etkili olup, binanın mekanik soğutma sistemlerine olan bağımlılığını azaltır. Toprakla çevrili yapıların yalıtımı ve sızdırmazlığı

sağlanarak, nemin içeri girmesi engellenebilir ve ısı performans artırılabilir. Toprak soğutma, yalnızca enerji verimliliğini iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda binaları doğal peyzaja uyumlu bir şekilde entegre eder, bu da onu sürdürülebilir ve görsel olarak çekici bir çözüm haline getirir (Şekil 12) (Ahmed, 2010).



Şekil 12. Toprak soğutma (Kamal, 2012)

Isı dağılımı teknikleri, binaların fazla ısınısını toprak, hava ve su gibi daha düşük sıcaklık içeren alıcılara dağıtarak ortadan kaldırmak için de kullanılır. Binaların pasif soğutmasında kullanılabilecek ısı alıcılarına örnekler, aşağıda verilmiştir:

- Dış hava (açıklıklar aracılığıyla hava akışı ile ısı transferi),
- Su (buharlaşma yoluyla ısı transferi),
- Toprak (toprağa ısı transferi),
- Gece gökyüzü (gece boyunca uzun dalga boylu dalgalar aracılığıyla ısı transferi)

(Song vd., 2021) (Şekil 13).



Şekil 13. Farklı türde ısı alıcıları (Kamal, 2012)

3.2.1. Güneş ve Isı Kontrolü

Bu teknik; bina iç mekanlarını güneş ısısından korumak için mimari tasarım stratejilerini keşfetmekte, güneş kontrolü ve mikroiklim karakteristiklerini kullanmaktadır. Bina kabuğunun yalıtımı, güneş gölgelendirmesi ve bina yüzeyinin özellikleri (rengi ve dokusu), güneş yönetiminde anahtar faktörler olarak görülmekte; dış su yüzeyi, peyzaj düzeni ve bitki özellikleri mikroiklim kontrol kategorisine dahil edilmektedir.

Bir binanın iç mekanındaki ısı konfor koşullarını değiştirmenin ilk adımı, ısı kazanımını önlemektir. Bu, ısı kazanımlarını minimize etmek için gerekli tüm adımların atılmasını içerir. Bir bina, mahallenin mikroiklimine ve atmosferine uyacak şekilde değiştirilmelidir. Bir binanın iç ısı kazanımının sınırlanması, pasif soğutma tekniklerinin etkinliği için önemlidir (Venkiteswaran & Alkaff, 2017). Bitki örtüsü, güzel dış mekân alanları oluşturabilir, bir binaya yakın mikroiklimi iyileştirebilir ve soğutma talebini azaltabilir. Isı kazanımı temel önleminin güneş kontrolü olduğu söylenebilir. Doğrudan, yansıyan ve difüz güneş radyasyonu, binaların dış yüzeylerini etkiler ve saydam malzemeler aracılığıyla içeri girer. Güneş radyasyonu, yüzeyin yönlendirmesine ve düzlem seviyesinden uzaklığına bağlı olarak değişir. Güneş radyasyonunun bir iç mekâna girmesi; artan iç hava sıcaklıkları, ısı ve ışık açısından konfor eksikliği, kırık nesneler ve mobilyalar gibi sorunlara neden olabilir. Bu nedenle güneş radyasyonunu sınırlama ihtiyacı temel önem taşır (Al-Obaidi vd., 2014).

Güneş radyasyonunu azaltmak için bina şekli, bina kabuğunun güneş koruması, dış açıklıkların gölgelenmesi, ısı yalıtım ve yüzey özellikleri gibi bir dizi tasarım stratejisi kullanılabilir. Örneğin, dış yüzeyin rengi, alınan güneş radyasyonu miktarını belirler (açık renkler daha az güneş ısısı emmesiyle ilişkilidir) (Venkiteswaran vd., 2017). Bir binanın içindeki aşırı sıcak koşulları önlemenin ana stratejilerinden biri, güneş radyasyonunun yapının içine girmesini engellemektir. Pencerelemlerin gölgesi önemlidir; güneşten koruma (gölgeleme) elemanları veya maruz yüzeyin güneş optik özelliklerini kontrol etmek için yapılabilir (Geetha & Velraj, 2012).

3.2.2. Isı Değişiminin Azaltılması

Isı kazanımları, güneş kontrolünün etkili bir şekilde yapılması yoluyla sınırlı bir şekilde sıcaklık dengesini ve yeterli ışığı sağlamak için düzenlenmelidir. Tüm bunlar bina kabuğunun tasarıma yönelik ve fonksiyonel gereksinimlerini karşılamalıdır. Ayrıca, iç

mekân alanlarının nasıl kullanılacağına bağlı olarak hedef sıcaklıkları ayarlayarak rahat bir ısı yükünün korunmasını mümkün kılan bir tasarım süreci olmalıdır (Al-Obaidi vd., 2014). Isı kazancı modülasyonu, aynı zamanda ısı değişim azaltma olarak da adlandırılır ve bir dizi farklı parametreyi ayarlayarak ısı kazancını düzenlemek için gece havalandırması ve ısıl kütle kullanır. Bu hedefe ulaşmanın iki yolu vardır: 1. Yüksek ısıl kütleli yapı malzemelerinin veya bina yapısında yüksek ısı depolama kapasitesine sahip malzemelerin kullanımı: Beton blok, tuğla ve genellikle taş duvar gibi yüksek ısıl kütleli malzemeler, soğuk ve ısıyı depolayan bir işlev görerek oldukça yavaş bir şekilde ısınır ve soğur. 2. Isıl kütle kullanılmadan, iç ve dış sıcaklıklara dayalı olarak ısı iletimini sınırlamak için bir yapı yüzeyinin dışında yaygın olarak kullanılan yalıtım yoluyla azaltma. Bu, yalıtımın soğutma ve ısıtma için enerji maliyetlerini düşürmede önemli bir rol oynadığı anlamına gelir. Bir binanın ısıtma ve soğutma maliyeti, ısı kaçış hızını yavaşlatmak için yalıtım kullanılarak azaltılabilir (Aktacir vd., 2010). Bir yüzeyin U değerindeki bir azalma, yalıtımın binanın ısıl performansı üzerindeki etkisi nedeniyle % 36-61'e kadar mümkündür (Walker & Pava, 2015).

3.2.3. Isı Uzaklaştırılması

Bu pasif soğutma tekniği, iç ısıyı ortadan kaldırmak için ısı yayılımını kullanır. Al-Obaidi vd. (2014), ısı alıcılarının doğal soğutma veya havalandırma sırasında hava sızıntısı yoluyla binaların iç mekanlarından ısıyı azaltabileceğini iddia etmektedir.

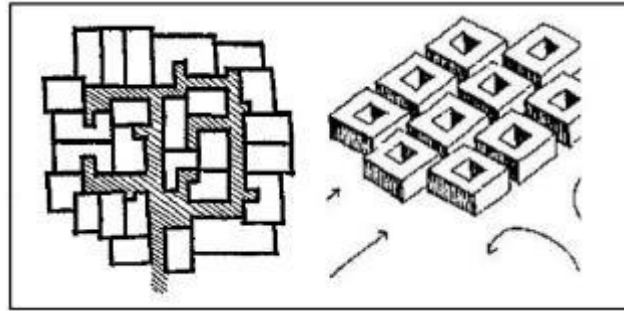
Çoğu zaman, ısı kazanımlarını önlemeye ve azaltmaya yönelik çabalar, istikrarlı iç sıcaklıkları sürdürme konusunda başarısız olur. Isıyı ısı alıcılarına çıkarmak, daha gelişmiş bir soğutma sistemine dahil edilir (Al-Sanea & Zedan, 2011). Mimari düzen, doğal soğutma yönteminin bir binanın soğutma yeteneğini etkilediği önemli bir unsurdur. Doğal soğutma, iç mekanlardan fazla ısıyı uzaklaştırmak için doğal ısı alıcıları, yani doğal havalandırma, toprak soğutma, buharlaştırıcı soğutma ve ışıma soğutma gibi doğal ısı alıcıları kullanma anlamına gelir. Ayrıca, maliyetsiz doğal soğutma beklentisiyle faz değiştiren malzeme (PCM) tabanlı bir sistem kullanımını içerir (Al-Obaidi vd., 2014).

Doğal havalandırma; gece havalandırması ve karışık mod havalandırma gibi, genellikle doğal yolları kullanarak binaları soğutmak için havalandırmayı kullanan yaklaşımların örneklerindendir. Bina dışarıdan gelen taze, serin hava ile doğal olarak soğutulur. Farklı havalandırma teknikleri- çapraz havalandırma, tek taraflı havalandırma,

zemin altı dağıtım havalandırması ve baca havalandırması- hava akış yoluna bağlıdır (Zarandi, 2013). Doğal havalandırmanın soğutma yeteneği bazen uygun ısıl konfor seviyesine ulaşamaz ve bu durum genellikle dış hava sıcaklığına bağlı olabilir. Bu nedenle doğal havalandırma, genellikle kentsel ısı adalarında bulunan, dış sıcaklıkların kırsal alanlardan daha yüksek olduğu yapıların iç mekân ısı artışlarına ayak uyduramaz. Bu nedenle, bir binayı doğal olarak havalandırmanın en önemli unsurlarından biri, havanın iç hacimden hareket edebilmesine göre tasarlamaktır. Doğal havalandırma, dışarıdan alınan hava sıcaklıklarının kırsal bölgelerden daha yüksek olduğu kentsel ısı adalarında bulunan konut dışı binalardaki içe doğru ısı kazanımlarını engelleyemez (Dehghan vd., 2013).

3.3. Sıcak ve Kuru İklimler İçin Pasif Soğutma Teknikleri

Sıcak kuru iklimlere sahip bölgelerde yaşayan insanlar, yaşamı dış mekânda sürdürmeye uyum sağlamışlardır. Sıcak bir yaz gününde iç hava sıcaklığı birkaç nedenle yükselebilir. Bunlar arasında binaya pencerelerden giren güneş ısı, güneş ısını depolamak için tasarlanmış bir binada ısının yapı kabuğunda birikmesi, bir binadan diğerine ısı transferi sayılabilir. Geleneksel mimarinin tasarımcıları, iç hava kalitesini artırmak için pasif doğal yöntemlere güvenmişlerdir. Örneğin, konutlar genellikle birbirine yakın veya ortak duvarlarla birleştirilmiş daha büyük toplu binaların bir parçası olarak inşa edilmiştir (Şekil 14). Binaların ve yapı gruplarının toplam güneş ısı kazanımında küçük bir potansiyeli vardır. Sıcak bölgelerde geleneksel mimarinin ortak bir özelliği, güneşin ışıklarını yansıtan ve iç mekanları daha serin tutan kubbelerin kullanımıdır. Sıcak kuru iklim bölgelerinde konumlanan geleneksel binalar, sakinlerine yeterli havalandırılmış ortam ve konforlu ısıl yaşam koşulları sunmak için bir dizi mimari özellik kullanmıştır. Mashrabiya'lar ve rüzgâr kuleleri/yakalayıcılar, bu özelliklere iki örnek olarak verilebilir.

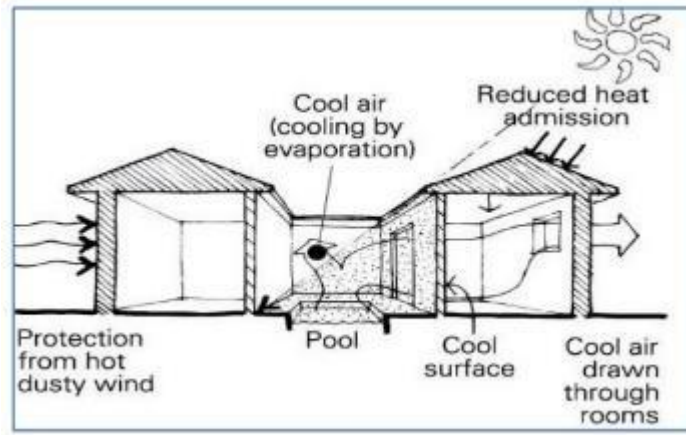


Şekil 14. Kuru ve sıcak iklimlerdeki kentsel alanlarda binalar (URL-5, 2025)

3.3.1. Avlu

Avlu, tüm tropikal yapılar için ortak olan birçok pasif mimari özellikten biridir. Yapıyı oluşturan tamamen kapalı bir iç ve kısmen kapalı bir dış duvar bulunur (Yakubu, 2019). Sıcak ve kuru bir iklimde avlunun şekli; bir binanın alacağı gölge miktarı ile soğutma ve ısıtma maliyetlerini azaltmak için kullanılabilecek güneş enerjisi miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Form faktörü (W/L), avlunun düzenini belirlemek için kullanılmıştır. Avlunun şekli, avlunun genişliğini (W) uzunluğuyla (L) karşılaştırarak belirlenir (Maniolu vd., 2015). Birçok çalışma, özellikle daha sıcak bölgelerde bulunan avlulu binaların soğutma maliyetlerini azaltmada üstün olduğunu göstermiştir. Güneş radyasyonu tarafından etkilenen yüzey alanını en aza indirmek için kompakt avlu tipleri bu ortamda inşa edilmiştir. Avlunun düzeni, binanın ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını etkilemektedir. Çeşitli avlu düzenleri olduğu için bunların sırasıyla soğutma ve ısıtma yükleri değerlendirilmelidir (Maniolu vd., 2015).

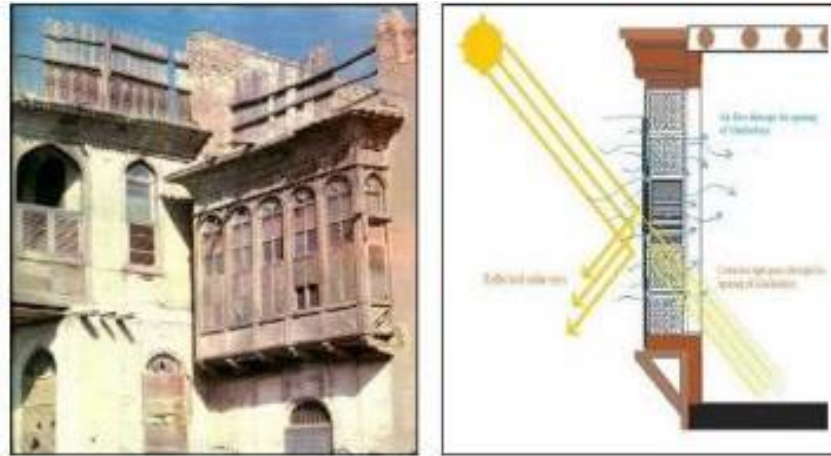
Muhaisen ve Gadi, gölgelendirme verimlilikleri için beşgen, altıgen, yedigen ve sekizgen şekle sahip çokgen avluları incelemişlerdir. Bu derinlemesine deneysel çalışma, bir avlunun oranlarının ve tasarımının gölgelendirme verimliliğini önemli ölçüde nasıl etkilediğini göstermektedir (Şekil 15) (Muhaisen vd., 2006). Araştırmanın bir sonraki bölümünde Muhaisen, dikdörtgen avluların farklı oranlarının gölgelendirme ve maruz kalma açısından sıcak kuru, sıcak nemli ve soğuk iklimde binanın iç kabuğunu nasıl etkilediğine bakmaktadır. Güneşin zenit açısının doğrudan ilişkilendirildiği türde gölgelerin oluşturulduğu bulunmuştur. Genellikle üç katlı avlular sıcak ve nemli iklimlerde daha iyi performans gösterir, iki katlı avlular sıcak ve kuru iklimlerde, tek katlı avlular ise soğuk iklimlerde tercih edilir (Muhaisen, 2006). Öte yandan, avlulu konutlar, daima daha sert iklim bölgelerinde tercih edilmiştir. Avluya sahip olmak, özellikle sıcak iklim bölgelerinde yer alan binalarda; havalandırma, yalıtım, ışık, sakinlik ve güvenlik gibi birçok avantaj sunması nedeniyle neredeyse her zaman tercih edilir (Yakubu, 2019).



Şekil 15. Havanın avluya giriş örneği (Yakubu, 2019)

3.3.2. Mashrabiya

Arapça’da “içki” anlamına gelen kelime olan “mashrabiya” bu nedenle genellikle insanların bir araya gelip içki içerken dinlenmeleri için kullanılan bir mekandır. Mashrabiya, Arap mimarisinde tipik bir üst kat penceresidir ve pencere, ahşap kafes örgü ile çevrili bir yapıdan oluşur (Şekil 16; Şekil 17). Geleneksel olarak, kafes örgüye yakın bir yere konan su küplerindeki suyun buharlaşması, örgüdeki açıklıklardan geçen havayı soğutmaktadır. (Fathy, 1986). Geleneksel Bağdat konutlarında da genellikle mashrabiya’nın bulunduğu görülmektedir.



Şekil 16. Geleneksel konutlarda bulunan mashrabiya (Algburi, 2018)

Mashrabiya, beş farklı görevi yerine getiren yaygın bir mimari öğedir. Tek veya birden fazla özelliğe vurgu yaparak belirli işlevlerin geliştirilmesini gerektiren birçok kritere sahiptir. Bu işlevler;

- 1- Havanın akışını düzenleme,
- 2- Giren ışığın miktarını düzenleme,
- 3- Havaya nem katkısı,
- 4- Kişisel gizliliği garanti etme,
- 5- Havanın sıcaklığını düşürme,

olarak sıralanabilir (Fathy, 1986). Bu nedenle, mashrabiya'nın bu kadar çok işlevi yerine getirmesi beklenir. Mashrabiya'nın, suyu soğutma amacıyla geleneksel bir araç ve hem mahremiyet hem de gölgeleme sağlayan bir mimari özellik olarak Mısır'da 14. yüzyıldan önce kullanıldığına inanılmaktadır. Modern dönem mimarlarından Hassan Fathy'nin "Natural Energy and Vernacular Architecture" adlı kitabında, çeşitli Mashrabiya modellerinin farklı gereksinimleri veya amaçları karşılamak için nasıl geliştirildiği açıklanmaktadır (Fathy, 1986).



Şekil 17. Tarihi bir Mısır konutundaki klasik bir Mashrabiya (Ficarelli, 2008)

Sonuç olarak 3. Bölümde, ısı konfor ve pasif soğutma tekniklerinin temel kavramları kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve bu stratejilerin sıcak ve kuru iklimlerde iç mekân konforunu korumadaki önemine odaklanılmıştır. Çalışma, ısı konforu etkileyen hava sıcaklığı, nem, hava hareketi ve yalıtım gibi çeşitli faktörleri incelemiş ve bu faktörlerin, insan sağlığını destekleyen koşulları oluşturmak için nasıl etkileşimde bulunduklarını ortaya koymuştur. Binalar bağlamında; güneş kontrolü, ısı kazancı azaltma ve doğal havalandırma gibi pasif soğutma teknikleri tartışılmış, bu tekniklerin mekanik soğutma sistemlerine olan bağımlılığı azaltmadaki etkinliği ve enerji verimliliğini teşvik etmedeki rolleri vurgulanmıştır. Özellikle sıcak ve kuru iklimler için, avlular ve mashrabiya gibi geleneksel mimari öğelerin, dış enerji kaynaklarına bağımlılık olmadan iç mekân konforunu optimize etmek için nasıl uzun süre kullanıldığı incelenmiştir.

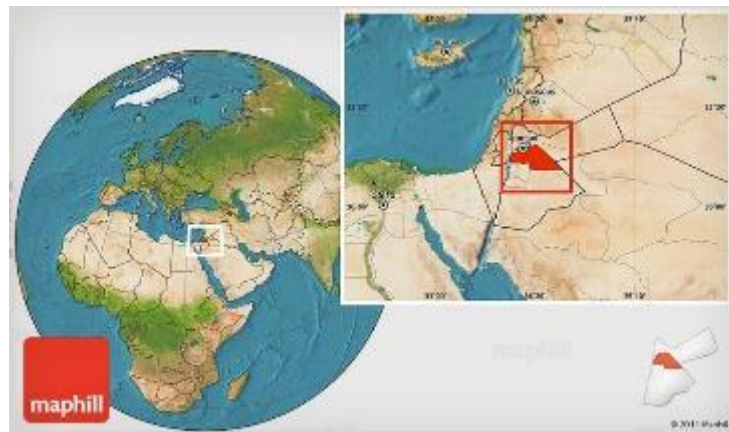
Bu bölüm, pasif soğutma yöntemlerinin pratik uygulamasını anlamak için sağlam bir temel oluşturmuş ve bunların aşırı sıcaklıkların getirdiği zorluklara nasıl uyarlanabileceğini göstermiştir. Bölüm 4'e geçişle birlikte odak noktası, özellikle Amman'da, Ürdün'deki geleneksel mimarinin bu iklimsel zorluklara nasıl yanıt verdiğini anlamaktır. Bu bölüm, bölgedeki ısı konforu sağlamak için tarihsel olarak kullanılan tasarım ilkelerini ve yapı tekniklerini keşfederek bu öğelerin çağdaş mimari tasarımlara nasıl entegre edilebileceği hakkında değerli bilgiler sunmaktadır.

4. Bölüm, Ürdün'ün geleneksel mimari uygulamalarına ve özellikle Amman gibi kentsel alanlarda şekillenen yapılaşmayı etkileyen tarihsel ve kültürel faktörlere dair ayrıntılı bir analiz sunmaktadır. Yapılan çalışmada Ürdün konutlarında kullanılan belirli tasarım öğeleri, pasif soğutma için avlu kullanımı, gölgeleme elemanları ve yerel malzemeler gibi stratejiler incelenmiş ve bu stratejilerin zaman içinde nasıl evrildiği ortaya konulmuştur. Bu, araştırmanın bir sonraki aşamasının temelini atmış ve geleneksel tekniklerin modern sürdürülebilir mimarideki uygulamaları araştırılmıştır. Bu süreç hem ısı konforu hem de enerji verimliliği sağlamak amacıyla günümüz iklim koşullarında uygulanabilirliğini değerlendirme amacıyla şekillendirilmiştir.

4. ÜRDÜN VE AMMAN MİMARİSİ

Ürdün, tarih boyunca farklı medeniyetlerin etkisiyle şekillenmiş zengin bir mimari mirasa sahiptir. Özellikle başkent Amman, geleneksel mimari unsurları, göçlerin yarattığı dönüşümler ve modern kentleşme süreçleriyle dikkat çekmektedir. Bu bölümde, Ürdün'ün geleneksel mimarisinin temel özellikleri, Amman'daki mimari gelişim süreçleri ve günümüz mimarisinde geleneksel tekniklerin nasıl kullanıldığı incelenmiş, Ürdün'ün geleneksel mimarisi ele alınarak, geleneksel tasarım unsurları ve konut tipolojileri değerlendirilmiştir. Sonrasında Amman'ın mimari gelişimi tarihsel bağlamda ele alınarak, 1878 öncesi geleneksel Amman mimarisi, çeşitli göç dalgalarının etkisiyle yaşanan değişimler ve günümüz mimarisinde geleneksel unsurların devamlılığı tartışılmıştır. Çalışma alanı olarak belirlenen Jabal Amman Mahallesi'nin mimari yapısı analiz edilerek, seçilen örneklerin incelenmesiyle Amman'ın mimari kimliği üzerine kapsamlı bir değerlendirme sunulmuştur

Ürdün Haşimi Krallığı, Asya kıtasının kuzeybatısında, özellikle Arap Yarımadası'nın kuzeyinde kayalık çöl bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 18). Krallığın alanı yaklaşık olarak 89,342 m²'dir. 31 derece kuzey ve 36 derece doğu koordinatlarında bulunan Ürdün, güney ve güneydoğuda Suudi Arabistan, batıda İsrail ve Batı Şeria, kuzeyde Suriye, kuzeydoğuda ise Irak ile komşudur. Ürdün'ün güneybatı tarafında Kızıldeniz'e olan sınırının uzunluğu yaklaşık 26 kilometredir (URL-6, 2025).

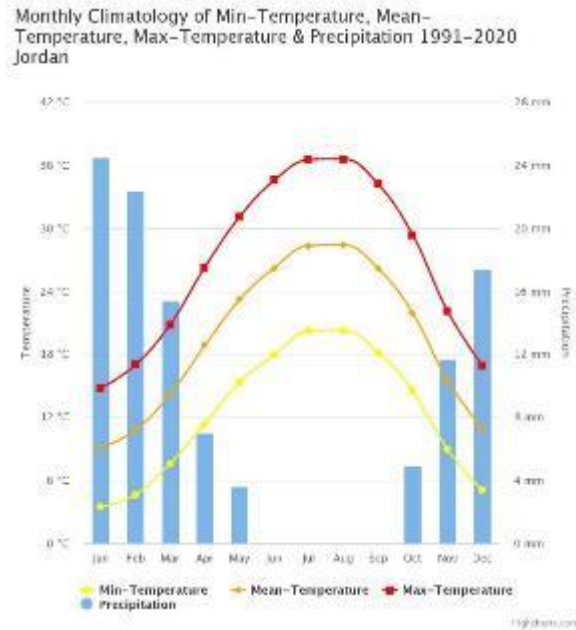


Şekil 18. Ürdün'ün konumu (URL-7, 2025)

Ürdün'deki arazi büyük ölçüde değişkendir. En önemli dağları, kuzeybatıdaki Ajloun ve güneydeki Şara Dağlarıdır. En yüksek zirve, 1854 metredeki Umm al-Dami Dağı'nda bulunur. Bu dağ, Aqaba Valiliği sınırları içinde, Wadi Rum'da yer alır ve dünyadaki en alçak nokta olan Ölü Deniz'in, deniz seviyesinin 408 metre altında yer alır (URL-8, 2025).

Ürdün'deki iklim; uzun, sıcak, kuru yaz zamanları ve kısa, serin kış zamanları ile tanımlanabilen sıcak ve kuru bir özelliğe sahiptir. Ürdün'ün konumu, Arabistan çöl bölgelerinin subtropikal kuruluşu ve Doğu Akdeniz bölgesinin subtropikal neminin arasında şekillenir (URL-9, 2025).

Farklı bölgelerdeki ortalama yıllık sıcaklıklar 13 ila 38 derece arasında değişir ve çöl bölgelerinde yazın 40 °C' lere ulaşabilir. Ülkedeki en yüksek maksimum sıcaklık 2002 yılında 50 derece olarak kaydedilmiştir, bu da ortalamanın 12 derece üzerindedir (URL-10, 2025). Kış mevsimi Ürdün'de çok soğuk geçer ve yağış genellikle Kasım'dan Nisan'a kadar sürer. Bölgenin rakımına göre; yıllık yağış miktarları kuzey bölgelerinde 50 mm ile 579 mm arasında değişirken, kuzeybatı bölgelerinde 250 mm ile 450 mm arasında değişir ve bu oran güney ve vadi merkezinde 100 mm'den az olur. Suriye çölünün bir parçasını temsil eden doğu bölgeleri, Arap çölünün bir parçasını temsil eden güneydoğu bölgeleri ve yarı çöl iklimi yaşayan kuzeybatı bölgesi ve bazı kısımları yeşil örtüye sahiptir (Şekil 19) (URL-11, 2025).



Şekil 19. 1991-2020 Ürdün aylık iklim bilgileri: Minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve yağış miktarı (URL-12, 2025)

Amman, Ürdün Haşimi Krallığı'nın başkentidir ve ülkenin kuzeybatısında yer alır. Şehir; 31 derece kuzey enleminde, 35 derece doğu boylamında, deniz seviyesinden 800 metre yüksekte konumlanmıştır ve ortalama sıcaklık kış aylarında 8,5 °C ile yaz aylarında yaklaşık 27 °C arasında değişir.

Amman'da yaz mevsimi sıcak ve güneşlidir, yaklaşık dört ay sürer, yılın en sıcak ayları Temmuz ve Ağustos'tur. Bu aylarda sıcaklık 35 °C'nin üzerine çıkar. Amman'da bugüne kadar kaydedilen maksimum 2000 ve 2010 yıllarında ölçülmüştür. Ortalama 11 °C olan sıcaklık, 43,5 °C'ye kadar yükselmiştir (URL-10, 2025). Kış mevsimi ise yaklaşık üç ay sürer ve ortalama sıcaklık 15,56 °C'den düşüktür. Amman'da yılın en soğuk ayı Ocak'tır, bu ayda sıcaklık 0 °C'nin altına düşer. Kentte kaydedilen minimum sıcaklık 1973'te -7,5 0 °C olmuştur. Bu değer, ortalamanın 12,5 °C altındadır (URL-10, 2025).

Kış mevsimlerinde, soğuk hava kütleleri kuzeyden gelebilir ve genellikle kentin batısında yaklaşık 1.000 metre yükseklikteki hafif yüksek rakımlı bölgelerde kar yağışına neden olabilir, gece sıcaklıkları sıfırın altına düşebilir (Şekil 20) (URL-10, 2025).

Amman - Average temperatures (1991-2020)						
Month	Min (°C)	Max (°C)	Mean (°C)	Min (°F)	Max (°F)	Mean (°F)
January	4.3	12.8	8.6	40	55	47.4
February	5	14.2	9.6	41	58	49.3
March	7.6	18.1	12.8	46	65	55.1
April	11	23.3	17.1	52	74	62.9
May	15.3	28.2	21.8	60	83	71.2
June	18.5	31.2	24.8	65	88	76.7
July	20.8	32.8	26.8	69	91	80.2
August	20.6	32.9	26.7	69	91	80.1
September	18.6	31.1	24.8	65	88	76.7
October	15.4	27.4	21.4	60	81	70.5
November	9.9	20.4	15.2	50	69	59.3
December	5.9	14.8	10.4	43	59	50.6
Year	12.8	24	18.35	55	75.2	65

Şekil 20. Amman'da ortalama sıcaklıklar (1991-2020) (URL-13, 2025)

Amman'da yıllık yağış miktarı 245 mm olup, en yüksek miktar Ocak ve Şubat aylarında 60/65 mm civarındadır (Şekil 21) (URL-11, 2025).

Amman - Average precipitation			
Month	Millimeters	Inches	Days
January	60	2.4	11
February	65	2.6	11
March	35	1.4	8
April	7	0.3	4
May	3	0.1	2
June	0	0	0
July	0	0	0
August	0	0	0
September	0	0	0
October	7	0.3	2
November	25	1	5
December	45	1.8	8
Year	245	9.6	51

Şekil 21. Amman’da ortalama yağış miktarı (URL-11, 2025)

Amman’da günlük ortalama güneş ışığı saatleri Şekil 22’de verilmiştir.

Amman - Sunshine hours		
Month	Average	Total
January	6	180
February	6.5	180
March	7.5	225
April	9	265
May	10.5	330
June	12.5	370
July	12.5	390
August	12	365
September	10.5	310
October	9	275
November	7.5	225
December	6	180
Year	9	3300

Şekil 22. Amman’da güneş ışığı saatleri (URL-14, 2025)

Günümüz ileri kültürleri, temel ihtiyaçlarını karşılamak ve konforlu yaşam tarzlarını sürdürebilmek için dünya üzerindeki sınırlı kaynakları giderek daha fazla talep etmektedir. Mevcut küresel iklim değişikliği ve bununla birlikte karbon salınımlarından kaynaklanan çevresel kirlilik dikkate alındığında, petrol kaynaklı enerji kullanımı özellikle önem kazanmaktadır. Yüksek sıcaklıklar içeren iklim bölgelerindeki yapıları soğutmak için mimarlar, mühendisler ve bilim insanları, bina enerji tüketimini azaltmanın yollarını aramaktadır. Bazı akademisyenler, sıcak iklim bölgelerinde yer alan binalarında soğutma enerjisi tüketimini azaltmanın temel bir stratejisi olarak pasif soğutma tekniklerini

önermektedir. Çatı, duvar ve pencerelerden emilen güneş ısısı iç ortama aktarıldığında bu durum, iç ortamı rahatsız edecek derecede sıcak yapar. Soğutma üniteleri iç ortam ısını azaltsa da klima kullanmak aylık yüksek faturaların yükünü getirir. Ayrıca, geleneksel klima cihazları, ozon tüketimine ve iklim değişikliğine neden olduğu belirtilen klor bazlı soğutucuları kullanır.

Günümüzde hâkim olan bir pasif bina konfigürasyonu olarak pasif soğutma, enerji yükünü azaltmak için mekanik sistemlere alternatif olarak iç mekân sıcaklığını rahat bir şekilde koruyabilmektedir. Yerel yapılandırmalar; konutların tasarım bileşenlerinin çevresel baskılar ve iklim riskleri üzerindeki etkisini ve binaların Amman'ın sıcak, kuru ikliminde nasıl olumlu bir şekilde yanıt verdiğini düşünmenin bir başlangıç noktası olarak kullanılabilir. Ancak, Amman'da uzmanlar, planlayıcılar, yükleniciler ve kullanıcılar arasında iç ortam ısı konforunu iyileştirmek için bilgi eksikliği vardır ve iklim planı konusunu dikkate almadıkları belirlenmiştir. Amman'ın mevcut mimari stili, binaları tasarlarırken çevresel güvenliğini öncelikli olarak görmeyen mimarlar tarafından yapılan önerilerin sonucudur. Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı, iklimin çeşitli bina bileşenleri üzerinde nasıl etki ettiğini analiz etmek ve kullanıcıların sıcaklık düzenlemesi için beklentilerini aşan rahat iç mekân ortamları oluşturabilecek pasif soğutma stratejilerini belirlemektir.

Sonuç olarak; iklim değişikliğinden kaynaklanan beklenmedik sıcaklık artışı, yapıların artan iç ortam ısı yükleri ve uygun olmayan bina yapımı, binaların soğutma enerji talebini büyük ölçüde artırmaktadır. Bunun için klima dışındaki yöntemler kullanılmalıdır.

Binaların; enerji tasarrufu, kirlilikten arındırma ve maliyet etkin çözümler içeren pasif soğutma yöntemlerini benimsemesi, son yıllarda giderek zorlaşan bir görev haline gelmiştir. Bu yöntemler, bir binanın tasarımına entegre edilen fikirleri içerir ve aktif soğutma ihtiyacını azaltırken; güneşten, rüzgârdan veya topraktan yararlanarak pasif soğutmanın potansiyelini artırır. Bu sayede, iç mekanların yaz aylarında bile çok sıcak olmasını engellemek mümkündür. Binaların tasarım aşamasında pasif soğutma çözümleri kullanılırken, en önemli aşamaların başarılması gerekmektedir.

4.1. Ürdün'de Geleneksel Mimari

Toplulukların kendilerini her zaman konumlandıkları geleneksel ve organik şekil, yerel mimarlık olarak adlandırılır. Bu, gerekli değişiklikleri içeren sürekli bir süreçtir ve her

zaman, hem toplum hem de doğal çevre tarafından belirlenen sınırlarla bir uyum sağlama gerektirir. Tanımından da açıkça anlaşılacağı gibi form, öncelikle yerel halkın gereksinimlerinden, iklim ve konum tarafından dayatılan kısıtlamalardan kaynaklanmaktadır. Dünyanın dört bir yanındaki yerel mimarlık örneklerine bakıldığında, iklim, topografya ve binalar arasında bir bağlantı olduğu görülmektedir.

Ürdün'deki geleneksel mimari, bölgedeki konutların gelişim sürecinde birkaç aşamada ortaya çıkmış olan mimariyi ifade eder. Bu bölgedeki mimari ve yapım, binlerce yıl boyunca yerel iklim ve toplumun taleplerini karşılamak için deneme yanılma süreciyle evrim geçirmiştir (Khammash, 1986).

“Yerel Mimari” olarak adlandırılan, daha çok halkın geleneksel mimarisinin bir bölümüdür. Yerel, belirli bir süredir var olan ve o dönemin kültürünü temsil eden bir yapı stilini ifade eder. Çevreye, toplumsal düzene, ekonomik sisteme ve malzemeye özgürce erişimi vardır. Bu nedenle yerel, tarih boyunca yapım tekniklerinde daha etkili yöntemlere sahip olma eğilimindedir (Khammash, 1986; Alsubeh, 2013).

Genellikle 19. yüzyıl, Ürdün'de geleneksel mimarinin uygulandığı başlangıç dönemi olarak kabul edilir. Bu, Ürdün'deki tarımsal başarının başladığı bir döneme denk gelmektedir. Osmanlı hükümeti, Balkanlardan gelen tarım ürünlerinde bir düşüş gördükten sonra, Levant'ta tarım üretimini teşvik etmek için bazı adımlar atmıştır. Bu nedenle, o dönemde birçok köy, geleneksel konutlar ile birlikte ortaya çıkmıştır (Al-Nammari, 2003).

Ürdün'deki geleneksel yapıların içerisinde kullanılan pasif teknolojilerin elemanları; yaz mevsiminde güneş ışınlarını, kış mevsiminde de ısı kaybını azaltmak için sıkı bir form, kalın konstrüksiyonlu çatılar ve duvarlar, yüksek tavanlar, küçük pencereler ve avlu tasarımını içerir. Tüm bu unsurlar, daha enerji verimli bir konut oluşturmak için bir araya gelir. Yerel yapıların ısıl konfor sağlamak için geçmişte test edilmiş stratejileri arasında binanın yönlendirilmesinden, yapı malzemelerine, gece havalandırılmasından, gölgelendirme cihazlarına ve açık tasarıma kadar birçok unsur bulunur.

Son yüzyıl boyunca bina stilleri; geleneksel köylü kulübelerini andıranlardan hem yerel hem de küresel trendlerden ilham alanlara ve en son teknik ve malzemeleri kullananlara kadar değişmiştir. Birinci gelişim dalgası, artan mimari karmaşıklık ve daha kentsel bir his getirmiştir. Bu zaman diliminden sonra, gelişim hızlanmış, karmaşıklık artmış ve yeni kaynaklar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu zaman dilimi, patlama yılları olarak da bilinir. Amman'ın başkent ilan edilmesinden sonra (1946), Avrupa fikirleri ve uygulamaları ülkeyi sarmaya başlamıştır. Uluslararası düzeyde modern mimarlık akımı 1930'larda ortaya

çıkıldığından, iklime dayalı tasarımın geleneksel stratejileri ve bileşenleri bir kenara bırakılmıştır (RSS, 1990).

2004-2006 yılları arasında inşaat, Ürdün’de on kat artmış, yıllık üretim neredeyse yedi milyon m² olmuştur (RSS, 2006). Diğer Arap ülkelerine kıyasla, Ürdün’ün nispeten az doğal kaynağına sahip olduğu görülmektedir. Bugün, dünya enerji arzının büyük çoğunluğunu yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır. Yıllık ortalama güneş ışınımı, yatay bir yüzeydeki ortalama yalıtım yoğunluğu olan 5 ile 7 kWh/m² arasındadır (JNGC, 1984). Ürdün’de, kullanılan enerjinin yaklaşık %22’si konut binalarında tüketilmektedir (RSS, 2007). Bu sektörde ısıtma enerjisinin yıllık maliyeti 1.059 Ürdün Dinarı (JD), ancak, tipik 150 m²’lik bir konutun soğutma maliyeti yıllık 526 Ürdün Dinarı (JD)’dır (RSS, 2007). Ürdün bina teknolojisinde iklim koşulları ve ısıtma tasarımı düşünülmediği için, konut binalarında birçok sorun ve sakinlerinin konfor düzeyinin düşük olması gibi problemler ortaya çıkmaktadır. İklim koşullarının ve ısıtma tasarımının ihmal edilmesi ayrıca enerji kullanımının artmasına neden olmaktadır. Ürdün’deki çoğu yeni yapı, yerel iklimle uyumlu olmayan bir tasarıma sahiptir. Modern yapılar, ısıtma ve soğutma için daha fazla enerji gerektirir.

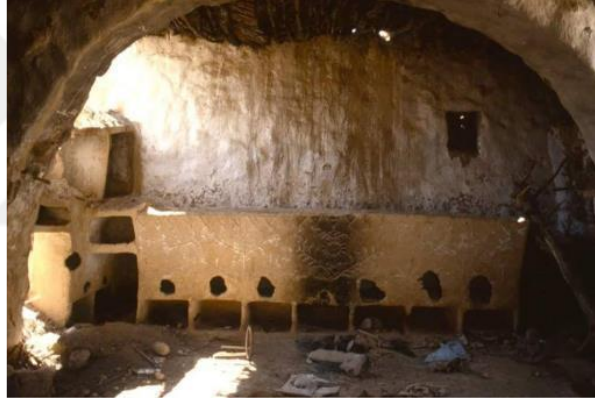
Mimari tasarımda çevresel tasarımın gerekliliği, enerji kullanımını azaltma ve oturanların ısıtma konforunu maksimum seviyeye çıkarma ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, yerel mimari, biyoklimatik çevresel tasarımın hizmetinde kullanılabilir. Bu nedenle, Ürdün’ün dört bir yanında, çevre sağlığı açısından sağlıklı yapılar olarak kabul edilen yerel binaları görmek mümkündür. Geleneksel yapı yöntemleri on yıllar boyunca ihmal edilmiş olmasına rağmen, iklim duyarlı tasarım ve biyoklimatik mimarlık günümüzde mimarlık dünyasının ön saflarında yer almaktadır (Alzoubi & Alshboul, 2010).

Geleneksel mimarlık tasarım elemanları: İklimsel özelliklere, mevcut yapı malzemelerine ve bölgesel kültürel normlara bağlı olarak, geleneksel binalar bir dizi farklı görünüm alır. Bu nedenle, her bölgenin benzersiz kendi tasarım bileşenleri vardır. Ürdün’deki geleneksel kırsal konutların önemli bir özelliği, Housh adı verilen avludur. İki farklı Housh türü bulunur, birincisi konutun önünde bulunur ve günlük faaliyetler için ve araç gereçlerin depolanması için kullanılır. Diğer form, tüm konut için bir buluşma noktası olarak hizmet eden bir ara mekandır. Aynı aileden gelen üyeler genellikle aynı konutlarda yaşadıkları için, onlara soyadlarıyla hitap etmek yaygındır (Khammash, 1986).

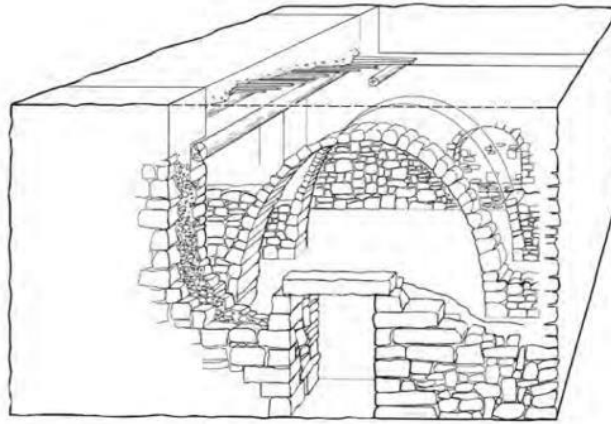
Tipik bir kırsal konutun en önemli özelliklerinden biri, gündüz ve gece boyunca hem yatak odası hem de oturma alanı olarak hizmet eden yüksek bir mekâna sahip olmasıdır ve

bu mekân Al-Mastabeh olarak adlandırılmaktadır (Shawash, 2003; Khammash, 1986). Sakinleri tarımsal faaliyetlerle meşgul olduklarından, Al-Rawyeh ve Al-Qwara, tahıl depolamak amacıyla kullanılan mekanlardır. Köyün büyük geleneksel binalarında görülebilen Al-Rawyeh mekânı (Şekil 23), tahıl depolama alanı olarak hizmet vermiş ve yapısal taş ve çamur ile inşa edilmiştir. Tahıl üst seviyelere yerleştirilmiş ve sakinler, alt seviyedeki bir kapaktan ona erişebilmiştir (Alsubeh, 2013).

Al-Qwarah mekânı da kırsal konutlar için bir tahıl deposu işlevindedir. Çatıdaki dolgu taşlarının arasına yerleştirilmiştir ancak Al-Rawyeh'e oranla daha yüksektir. (Khammash, 1986). Hem kırsal hem de kentsel alanlarda popüler olan başka bir tasarım ögesi de Al-Qantarah'dır. Kerpiç çatı, yapısal bir bileşen olan Al-Qantarah tarafından desteklenmektedir (Şekil 24). Al-Qantarah'ın büyük bir bölümü taştan inşa edilmiştir (Khammash, 1986; McQuitty, 2007).



Şekil 23. Al-Rawyeh (Labin& Aldeek, 2017)



Şekil 24. Al-Qantarah (taş kemer) (Labin& Aldeek, 2017)

Bahsedilen pek çok tasarım ögesi, kırsal konutlarda ancak avlu ve mashrabeiyah gibi bazıları kentsel konutlarda da kullanılmıştır. Avlunun sosyal işlevi çok önemlidir ve binanın merkezi olmasıyla birlikte çevresel amaçlar da taşımaktadır. “Mashrabeiyah” terimi, bir ahşap ızgara perdeyle kaplı yüksek bir açıklığın konumunu ifade eder. Ayrıca; alt bölgeleri ve geçenleri gözetleyerek gizlilik, aydınlatma ve havalandırma gibi çeşitli amaçlara hizmet eder. Bu nedenle, tasarım özellikleri iki gruba ayrılabilir: Kırsal konutlar için uygun olanlar ve kentsel konutlar için uygun olanlar (Tablo 2).

Tablo 2. Tasarım sınıflandırma öğeleri (Labin & Aldeek, 2017)

Tasarım Ögesi	Açıklama	Fonksiyon	Alan	Konut Tipi
Housh	Konutun önünde yer alan avlu	Günlük aktiviteler ve aletleri depolama	Köy	Kırsal konut
Al-Qantarah	Kerpiç çatıya destek olan taş kemer	Yapısal eleman	Köy Kent	Kırsal konut Kentsel konut
Al-Mastabeh	Housh seviyesinden yüksek bir platform	Gece uyuma ve gündüz yaşam alanı	Köy	Kırsal konut
Al-Rawyeh	İki taş kemer arasında yer alan alan. Al-Rawyeh'in üstü, yastıkların yerleştirilmesi için kullanılır.	Tahılları depolama	Köy	Kırsal konut
Al-Qwarah	Al-Rawyeh'den daha yüksek, kilden yapılmış, taş kemerler arasındaki duvara yerleştirilmiştir.	Tahılları depolama	Köy	Kırsal konut
Al-Mashrabeiyah	Ahşap bir kafesle kaplı yüksek seviyeli açıklık	Mahremiyet, aydınlatma ve havalandırma	Kent	Kentsel konut
Fena (Avlu)	Üç veya dört duvarla çevrili açık alan	Günlük aktiviteler ve çevresel hedeflere ulaşma	Kent	Kentsel konut

Ürdün'ün Geleneksel Konut Binaları Sınıflandırması: Geleneksel mimari, zaman ve mekân boyutlarıyla ilişkilendirilen mimari kalıplarla ilgilidir. Bu nedenle, Ürdün'deki geleneksel konutların çeşitli türleri zamanına göre farklılık göstermektedir (Tablo 3) (Shawash, 2003):

1. Kırsal konutlar: Bu kategoriye giren konut yapıları, 1866'dan önce ortaya çıkanlardır. Yalnızca bir katı vardır ve Falahi Konutu olarak bilinirdi. Ön avlu, tüm günlük

aktiviteler için önemli bir toplanma alanı olarak hizmet veriyordu. Taş kemerler (Qantarah), tahta tavanı destekleyen, çamur ve samanla kaplanan yapı sisteminin temelini oluşturuyordu. Giriş hariç olmak üzere bu form, çoğu açıklığı içermiyordu. Konumu gereği bu yapı, yerel malzemeler ile inşa edilmiş duvarların ve kemer taşlarının yapımında yer alan düzensiz taşlardan inşa ediliyordu (Rjoub, 2016).

Bu türden gelişen bir diğer yapı türü, Platform Konutu olarak da bilinen Al-Mastabeh Konutu'dur, iki katlıdır ve ana girişe alt kattan bağlanır. Alt kat ayrıca temel işlevleri barındırır. Gündüzleri yaşam alanı, gece yatak odasına dönüştürülebilecek bir yükseltilmiş platformda yer almaktadır. Bu platform, yer seviyesinin 20 ila 70 cm üzerinde olabilir.

Zaman içerisinde farklı tipte Falahi Konutu ortaya çıkmıştır. Odaların sayısı, sahibinin sosyal ve ekonomik durumunu yansıtır. Bu tasarım, ihtiyaca göre büyüme, aile ve mevcut kaynakların gereksinimlerini karşılama yeteneği sağlar. Diğer bir konut tipi, güneyden kuzeye uzanan, girişleri doğuya veya güneydoğuya bakan ve etrafı tamamen çevrili bir avlu içinde teraslarla birbirine bağlanan, çoklu bağlantılı odalardan oluşan lineer konutlardır ve avlulu konutlar, avlunun etrafındaki odaların ortasına yerleştirilmiştir (Rjoub, 2012).

2. Kent konutları: Bu kategoriye giren konut yapıları, 1866 ile 1890 yılları arasında ortaya çıkmıştır. Kent yaşamının tüm olanaklarını içermekte olup, zemin kat ticarete, ikinci kat ise insanların yaşamlarını sürdürdükleri gerçek konutlarına ayrılmıştır. Daha yüksek olan çatıya erişim için dış merdiven mevcuttur (Aljawder, 2014). Bu binaların zemin katında uygulanan avlu sistemi, kış mevsiminin sert soğuklarına ve yaz mevsiminin bunaltıcı sıcaklarına karşı koruyucu etki oluşturur. Ayrıca, dışarıya dönük açıklıklar olmadığı için sakinlere mahremiyet sağlar, çünkü odalar iç avluya doğru yönlendirilmiştir. Dış cephede yüksek seviyede mashrabieyah kullanılmıştır. Üzeri ahşap "çerçeve ekran" ile kaplanmıştır. Bu nedenle, konutun içindeki kadınlar dışarıyı gözetleme şansına sahiptir ancak dışarıdan görülmezler (Almurahhe, 2008; Aljawder, 2014).

Ürdün'de, özellikle As-Salt ve Jerash'ta avlulu konut stiline ortaya çıktığı görülmüştür. Suriye ve Filistin mimarisinin etkisi olan bu stil, yapı malzemelerini de etkilemiştir. Komşu ülkelerden, özellikle Filistin'deki Nablus'tan, taş ustalarının akını nedeniyle düzenli forma sahip taş, Ürdün'deki başlıca yapı malzemesi haline gelmiştir. Bu türün yapısında çapraz kemer sistemi kullanılmıştır.

3. 1918-1935 yılları arasında inşa edilen konutlar, doğu ve batı stillerinin ve yeni inşaat yöntemlerinin sentezini yansıtıyordu. Betonun kullanımı ve güçlendirilmiş betonun ana yapı

malzemesi olması nedeniyle, bu stilin çatısı düz hale gelmiştir (Williamson, 1998; Alsubeh, 2013).

4.1936-1950 yılları arasında, uluslararası ve modern olarak tanımlanabilecek yeni bir konut stili ortaya çıkmıştır. Dış kaplaması ne olursa olsun (taş, cam veya çelik olabilir) yapı betondan inşa edilmiştir (Labin, & Aldeek, 2017).

5. Çerkes Konutu: Çerkesler uzun bir ahşap işçiliği mirasına sahiptir, bu da inşa ettikleri konut türünde yansımaktadır. Konutlar yapısal destek sistemi olarak dikme ve kirişten oluşan ahşap iskelet sistemi kullanılarak inşa edilmiştir. Odanın ortasında kirişleri destekleyen kare bir ahşap dikme bulunmaktadır. Dış duvarların yapımında iki kat kerpiç tuğla kullanılmıştır. Çerkes konutunun ana bileşeni olan veranda, yapım tekniklerinin ve ahşap işçiliğinin becerilerini sergiler, ayrıca konutun ana girişini belirler. Çerkes konutunun tipik örnekleri, dış sofalı konut olarak adlandırılan mimari stilin bir parçasıdır, burada veranda dış sofalı konutun önünde bulunur ve tüm odalar doğrudan buraya açılır, ikinci kat inşa edildiğinde, cephenin tamamını kaplayan bir balkona dönüşür (Shawash, 2003).

Çerkes konutu, dönemsel değişim sürecinden geçmiş ve değişiklikler, çevredeki mimariden etkilenmiştir. Sonraki zamanlarda, Çerkesler konutlarını taş kullanarak inşa etmeye başlamışlar, ilk başta gerekli adımları komşularından öğrenmişlerdir. Ayrıca, Arap konutları, özellikle ahşap ve dış sofa kullanımı konusunda Çerkes konutlarından esinlenmiştir (Williamson, 1998; Shawash, 2003).

Tablo 3. Ürdün'deki konut sınıflandırması (Labin, & Aldeek, 2017)

Tür	Tür	Dönem	Köken	Yapısal Sistem	Yapı Malzemesi	Yapımcılar
Fallahi konutu	Al-Qanater konut tipi	1866'dan önce	Köy	Kemer	Kireçtaşı	Yerli
	Al-Mastabeh konut tipi	1866'dan önce	Köy	Kemer	Kireçtaşı	Yerli
Kentsel konutlar	Avlulu konut	1866-1890	Kent	Tonoz sistem	Kireçtaşı	Suriyeli & Filistinli
	Dış sofalı konut	1866-1890	Kent	Ahşap kirişler, kerpiç duvarlar	Ahşap ve kerpiç	Çerkesler
	İç sofalı konut	1890-1918	Kent	Taşıyıcı duvarlar üzerinde demir kirişler	Beton	Lübnanlı

4.2. Amman Mimarisi

Amman, tarih boyunca farklı kültürlerin ve medeniyetlerin etkisi altında şekillenmiş, dinamik mimari yapıya sahip bir kenttir. Coğrafi konumu, iklim koşulları ve sosyal yapısı, kentin mimari kimliğini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Antik Roma, Osmanlı ve Modern Dönem izlerini taşıyan Amman, geleneksel mimari ile çağdaş yapı anlayışının iç içe geçtiği bir kent olarak dikkat çekmektedir.

Amman'ın mimari gelişimi; tarihsel süreç içinde çeşitli göç dalgaları, ekonomik değişimler ve kentleşme hareketleriyle şekillenmiştir. Geleneksel taş yapılar, dar sokaklar ve avlulu konutlardan oluşan eski mahalleler; modern yüksek katlı binalar ve geniş caddelerle bir arada varlığını sürdürmektedir. Bununla birlikte, kentin hızlı kentleşme süreci ve nüfus artışı, mimari yapıda önemli değişimlere yol açmış, özellikle geleneksel mimari anlayıştan uzaklaşarak daha çağdaş ve işlevsel çözümlerin öne çıkmasına neden olmuştur.

Bu bölümde, Amman'ın genel mimari bağlamı ele alınarak, kentin mimari karakteristikleri, tarihi ve kültürel mirası ile birlikte modernleşme sürecinde yaşadığı dönüşümler incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, Amman'ın mimari evrimine dair detaylı bir analiz sunmak değil; bunun yerine, tartışılan temaları anlama çerçevesi oluşturmak için bu gelişimin kısa bir özetini oluşturmaktır. Jarrar (2013), doktora tezinde 1920'lerden 1990'lara kadar olan dönemin Amman'ın mimari ortamına temel bir genel bakışını sağlamıştır. Bu incelemenin sonuçları aşağıda özetlenmektedir. 1940'lardan önce, Amman'ın üç baskın konut tipolojisi vardır: Rewaq (sütunlu galeri) Konutu, Al-Fina'a (avlu) Konutu ve Avrupa etkisi olan Orta Salon Konutu. Bu etki öncelikle Lübnan'da benimsenmiş ve daha sonra Suriye ve Ürdün'e yayılmıştı (Şekil 25).



Şekil 25. Amman'ın eski konutları (Dahabreh, 2020)

Modernist bir estetik; hükümet, eğitim ve eğlence gibi amaçlar için yeni yapıların Amman'ın sınırlarında genişlemesiyle başlamıştır (Daher, 2008 a). Profesyonel olarak eğitilmiş pekçok mimarın ülke dışından dönmesiyle birlikte, gelişmekte olan bir metropol ve değişen sosyo-ekonomik koşulların getirdiği radikal yaşam tarzı değişiklikleri, Amman'da modernist etkinin hâkim olduğu bir çağı başlatmıştır. 1960'lara gelindiğinde Amman, özellikle konaklama, kamu binaları ve akademik kurumların tasarımında uluslararası mimari stili benimsemiştir (Şekil 26) (Dahabreh, 2020).



Şekil 26. Ürdün Üniversitesi Hastanesi (solda) ve Intercontinental Amman (sağda) (Dahabreh, 2020)

1960'ların ortasından 1970'lerin ortasına kadar, karakter ve stili olan yerli modern mimari ortaya çıkmıştır (Şekil 27). Modernist etki, tuğla ve taş gibi yerel yapı tarihini birleştirerek “yerli modernlik” olarak adlandırılabilir bir durumu ortaya çıkarmıştır (Daher, 2008 a) (Şekil 28). 1970'lerden 1980'lerin ortasına kadar olan dönemde artan petrol fiyatlarından dolayı ekonomide bir patlama yaşanmış, bu patlama, inşaat sektörü de dahil olmak üzere toplumun hemen her alanını etkilemiştir. Ürdün dahil olmak üzere Ortadoğu ülkeleri, dünya çapında ve bölgedeki mimarlar tarafından denetlenen yeni bir inşa sürecine ve gelişim aşamasına girmiştir. Geçmişe özlem duyan bir İslami canlanma türü, zenginlik ve finansal gücü sergileyen eklektik tasarımların çeşitliliği, Amman'ın yapı çevresinde baskın olmuştur (Şekil 29). Bu eğilimler, hem geleneksel hem de modern olan, bir kafa karışıklığı durumunu temsil etmekteydi. 1980'lerin ortalarına gelindiğinde, sahneye yerel Ürdün kültürel değerlerini bulma ve yeniden yorumlama konusunda çaba gösteren yeni nesil mimarlar ortaya çıkmıştır. Böylece bölgesel bir mimari tür oluşmuş ve bu tür, mimari uygulayıcılar ile akademik kurumlardaki eğitimciler arasında popülerlik kazanmaya

başlamıştır. Yerel halk ve turistik girişimlerin çeşitli projeleri, yerel mimariye olan ilginin ortaya çıkmasını takip etmiştir (Dahabreh, 2020).



Şekil 27. 1960'ların ve 1970'lerin başındaki modern binalar (Dahabreh, 2020)



Şekil 28. 1970'lerin eklektik mimarisi (Dahabreh, 2020)



Şekil 29. Amman yapı türü örneği (İslami canlanma) (Dahabreh, 2020)

1990'ların sonu ve 2000'lerin ilk yarısı, küreselleşme ve hızlı jeopolitik dönüşümlerin bir sonucu olarak hızlı sosyal ve kültürel değişim dönemi olarak nitelendirilmiştir. Küresel serbest piyasa değerlerinin yükselişi, küreselleşme sürecini güçlendirmeye yardımcı olmuştur. Tüketim kültürünün yayılmasına dijital medyanın, sermayenin ve ürünlerin sınırsız hareketliliğinin de katkısı olmuş, bunlar da çağdaş yaşamda idealize edilmiş evrensel bir niteliği teşvik etmiştir (Ricoeur, 2007). Bu modern vizyon, bireysel nesnelerden geniş kentsel bölgelere kadar tüm ürünleri ve malları kapsamaktaydı. Ülkeleri, Körfez'deki çatışma ve 11 Eylül olaylarından kaynaklanan hızlı jeopolitik değişimler doğrudan etkilemişti; Körfez'den dönen Ürdünlü göçmenler ve Amman'da yoğunlaşan Iraklı mülteciler, yaşam tarzlarını ve sermayelerini beraberinde getirmişlerdir (Jarrar, 2013). Bunun sonucunda büyük ölçekli konut talebi artmış, bu da konut sayısının artmasına (Şekil 30) ve lüks villaların inşasına yol açmıştır. Bu durumun yerel yapı çevresine etkisi derin olmuştur (Dahabreh, 2020).



Şekil 30. Amman kent konut örnekleri (Dahabreh, 2020)

Amman kenti, küresel piyasada rekabet edebilmek ve yatırım çekebilmek için pürüzsüz, modern bir estetikle yeni kentsel gelişmeler yapmaya zorlanmıştır (Şekil 31). Binaların tümü aynı küresel stile sahip olacak şekilde tasarlandığı için, bunlar sadece turistler için cazibe merkezlerine veya “serbest yüzen simgelere” dönüşmüştür (Al Asad, 2008). Diğer yandan, resmi manipülasyon ve çağdaş mimarlık teorisinin bilincini kullanarak genç, çalışan mimarlar arasında yeni bir “evrensel” mimarlık ortaya çıkmaya başlamıştır (Dahabreh, 2020) (Şekil 32).



Şekil 31. Kentlerin küreselleşmesinin bir örneği olan Amman’daki Abdali semti (Dahabreh, 2020)



Şekil 32. Minimalist mimarlar tarafından tasarlanmış bir konut (Dahabreh, 2020)

Şekil 30 ve 31’den de görülebileceği gibi, Ürdün’ün kültürel peyzajı, önemli sosyo-ekonomik dönüşümler sonucunda önemli ölçüde değişmiştir. Bu nedenle, kentin mimarisi yeni sosyal ve kültürel normları yansıtacak şekilde evrim geçirmiştir. Bugün Amman, müstakil konutlardan çok katlı ofis komplekslerine ve büyük ölçekli konutlara kadar geniş bir yelpazede yapıya ev sahipliği yapmaktadır. Tüm bu yapılar, geniş bir mimari stili ve düşünceyi temsil etmektedir.

Son yıllarda Ürdün’deki yapılaşmış çevre; hızlı kentselleşme, teknolojik ilerlemeler ve dijital medyanın yaygın kullanımı sonucunda daha fazla çeşitlilik kazanmıştır, bu da ülkenin mimarisini, kültürel ve bölgesel kimliğinden yoksun bırakmış ve miras morfolojisi ile daha yeni mimari gelişmeleri arasında bir kopukluk yaratmıştır (Rababeh, 2010).

Amman’ın mimari dönüşümü, özellikle 19. yüzyılın sonlarında başlayan çeşitli göç dalgaları ile derin bir şekilde sosyo-ekonomik ve kültürel değişimlerle iç içe geçmiştir. Bir zamanlar yerel iklim ve çevresiyle uyumlu geleneksel yapı stillerini büyük ölçüde yansıtan kent, zamanla dışsal hareketlerin ve değişen sosyo-politik manzaraların getirdiği etkilere uyum sağlamaya başlamıştır. Amman’ın yapılaşmış çevresindeki bu evrim, daha geniş bir küresel modernleşme eğilimini ve hızlı gelişen bir kentin zengin tarihi mirasını çağdaş kentleşme talepleriyle dengelemeye çalışırken karşılaştığı benzersiz zorlukları yansıtmaktadır.

19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında, özellikle Kafkasya, Ürdün'ün kırsal çevresi, Filistin ve Suriye gibi bölgelerden gelen göç hareketleri, Amman'ın fiziksel ve kültürel manzarasını yeniden şekillendirmeye başlamıştır. Bu göç dalgalarının her biri, kentin mimari stillerine ve şehir planlaması stratejilerindeki çeşitliliğe katkıda bulunmuştur. Amman'ın nüfusu arttıkça, yeni konut türleri, altyapı ve kamusal alanlar için ihtiyaç da artmış, bu da geleneksel ve modern mimari formların karışımına yol açmıştır. Bu bölümde, bu farklı etkilerin (tarihsel, kültürel ve ekonomik) zaman içinde nasıl etkileşime girerek kentin ayırt edici mimari kimliğini oluşturduğuna dair bir inceleme yapılmıştır.

1878 öncesi geleneksel Amman mimarisi incelendiğinde, kentin estetiğine entegre olmuş ve zamanla önemli özellikleri haline gelen yerel taş kullanımı, avlular ve sıcak kuru iklime uyarlanmış bölgesel yapım tekniklerinin vurgulanması önemlidir. Yapılan çalışmada 1878 sonrasında göç hareketlerinin başlamasıyla, bu erken dönemdeki yapıların nasıl evrilmeye başladığına, dışsal etkilerin yeni yapı malzemelerini, yapım yöntemlerini ve stil tercihlerini nasıl şekillendirdiğine odaklanılmıştır. Bu göç hareketlerinin etkileri, geleneksel bir kent dokusundan daha modernleşmiş bir kent manzarasına geçişi anlamada özellikle önemlidir.

Bu bölümün sonunda, Amman'ın mimari yolculuğuna dair kapsamlı bir anlayış sağlamak hedeflenmiştir. Bu yolculuk, hem yerel geleneklerden hem de göç ve modernleşme yoluyla gelen çeşitli etkiler ile şekillenmiştir.

4.2.1. Geleneksel Amman Mimarisi (1878 Öncesi)

Amman sadece bir siyasi merkez değil; aynı zamanda bölgenin otantikliğini ve tarihi bağlarını da temsil etmekte, bu da birçok tarihi dönemi, medeniyeti ve başarıyı kapsamaktadır. Amman'ın tarihi bölümü birçok açıdan ele alınmış ve araştırmacılar bu konuyu geniş kapsamda tartışmışlardır. Ancak, bölgeyi veya Ürdün'ü etkileyen politik koşullar ve faktörlerin, kentin modern tarihini oluşturmada en büyük etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır (Aldabbas vd., 2016).

M.Ö. 7500 civarında başlayan İlk Taş Çağı medeniyetleri, Amman'ın doğu bölgesinde yer alan Ain Ghazal köyünde inşa edilmiştir. Bronz Çağı (M.Ö. 1300-300) sırasında Amman bölgesinde yapıлып kullanılan çömlek tekerleği ayırt edicidir. Demir Çağı (M.Ö. 1200-332) sırasında bölgede silah ve ev eşyalarının imalatında demir kullanımında evrim yaşanmıştır. Kral Ammon'un Kraliyet Sarayı, başkent Amman'da kurulmuştur. Kral Ammon'un

heykelleri de dahil olmak üzere Amman'ın Akropolü'nde hala Ammon'un sarayının izleri bulunmaktadır. Bu dönemde Amman'ı karakterize eden taş kule savunmalarının örnekleri olan Al-Malfouf ve Khalda ikiz kuleleri de bugüne kadar ayakta durmaktadır ve bölgedeki askeri ve ekonomik faaliyetleri göstermektedir. Arkeolojiye göre Amman, M.Ö. yedinci yüzyılın ortalarında Asurlular gelmeden önce, Uzak Doğu'yu Akdeniz'e ve Atina'ya bağlayan bir köprü olarak hizmet etmiştir. Asur devleti, yedinci yüzyılın sonuna doğru Babillilerin yönetimi altına girmiştir. Asur devleti'nin M.Ö. 540-332 yılları arasında Persler tarafından yok edilmesi, Ürdün ve Filistin'e özerklik getirmiş ve bu da nispeten sakinlik ve barış sağlamıştır. Büyük İskender zaferlerinden sonra, M.Ö. 332 ile M.S. 63 arasında Yunanlar Amman'a göç etmiş ve hızla kültürlerini kurarak Yunan mimari etkileriyle birçok kentin inşasına ilham vermişlerdir (Saleh, 1980; Aldabbas vd., 2016).

Roma İmparatorluğu tarafından fethedilen Decapolis şehri Amman, Roma Amfiteyatroları, Nymphaeum ve Kolonnat Caddesi de dahil olmak üzere kentin simgelerini oluşturmuştur. Yazid İbn Abi Sufyan (637 M.S.), Amman'ı kurtararak, Amman'ı da içeren Balqa bölgesinin Gassanid devletinin yönetimine son vermiştir.

Bu dönem boyunca, Emeviler Amman'ı idari başkentleri olarak kabul edip Akropol'de büyük bir saray inşa etmişlerdir. Daha sonra, yönetim olarak Abbasiler hüküm sürdüğünde, tekrar politik bir merkez olarak tanınmıştır. Amman, Fatımi Halifeliği döneminde Kuvvetler Meclisi Merkezi'ne dönüştürülmüştür. Haçlı Seferleri'nin gelmesiyle, dış etmenlerin etkisi, onların geç dönem yönetimini etkilemeye başlamıştır. Selahaddin, 1184 yılında Karak'a giderken Amman'ı ziyaret etmiş ve Eyyübilerin yanına katılarak bu süreci tamamlamıştır. Kent, Memlük döneminde (1258-1516) istikrarı deneyimlemiş ve Hac mevsimlerinde gelişmiştir. 1878'de, Başbakan Kemal Paşa, Amman'ın Sublime Porte'yi devlet olarak kullanılmasını önermiştir. Ancak, Osmanlı döneminde (1832-1923), Amman'ın tarihindeki Osmanlı halkı için faydalar, Amman'dan geçen Hicaz Demiryolu'nun inşasında görülebilmektedir (Aldabbas vd., 2016).

4.2.2. Göçlerin Amman Mimarisine Etkisi (1878 Sonrası)

Amman'ın mimarisi, on yıllar boyunca evrilmiş ve tarihsel, kültürel, ekonomik ve çevresel faktörlerin benzersiz bir kesişimiyle şekillenmiştir. Ürdün'ün başkenti olarak Amman, geçmiş ve modern dönemlerin etkilerini harmanlayarak medeniyetlerin bir kavşağı olarak hizmet vermiştir. Bu etkiler, kentin hem geleneksel hem de modern stillerini yansıtan

mimari kimliğine silinmez bir damga vurmuştur. Yerel malzemelerin, iklim koşullarının ve kültürel mirasın etkileşimi, Amman'ın yapı çevresinin özünü tanımlayarak bölgede benzersiz bir kentsel peyzaj yaratmıştır.

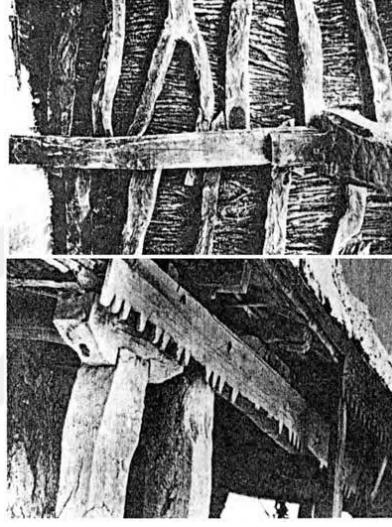
Tanzimat dönemine kadar Amman'da kalıcı yerleşimler bulunmamış, bunun yerine Amman, çoğunlukla Saltıllılar tarafından kullanılan verimli bir tarım ovası olarak hizmet etmiştir. Ancak Tanzimat'ın kurulmasıyla birlikte, Ürdün valileri pastoral göçebeleri kontrol altına almak ve tarımı teşvik etmek gibi bir yerleşim politikasının ana hedefine yönelmiştir. Ekim alanları, Çerkez ve Çeçen mülteci toplulukları gibi yerleşim gruplarına tahsis edilmiştir. Çerkezlerin gelişinden önce Amman'ın iki ayrı ekosistemi bulunmaktaydı: İlk olarak, Bedouinler'in hayvan yütürücülüğü, çeşitli sürülerle ve basit bahçecilikle meşgul oldukları bir geçişsel pastoral sistem; ikinci olarak ise Saltıllılar ve çevre bölgelerden gelen insanların tarımla uğraştıkları, Amman'ın verimli ovalarını kullandıkları bir tarımsal sistem. 19. yüzyılda Balka'nın göçebelikten yerleşik tarıma ve kentlileşmeye geçişi, bu dönemdeki toplumsal değişimin tanımlayıcı bir özelliği olmuştur (Shawash, 2011).

Hızlı kentleşme ve nüfus artışı, özellikle göç dalgaları ve bölgesel çatışmalar nedeniyle Amman'ın mimari karakterinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır. 20. yüzyılın ortalarındaki Filistinli mültecilerin akınından modern şehirleşme gelişimlerine kadar kent, büyüyen nüfusuna uyum sağlamak için kendini adapte etmiştir. Bu adaptasyon, kentsel tasarımda yerel mimari, modernist etkiler ve pragmatik tasarım çözümlerinin bir karışımıyla sonuçlanmıştır ve zamanla kentin karşılaştığı sosyal, ekonomik ve çevresel zorluklara yanıt vermeyi amaçlamıştır.

Çerkesler (1878-1900): Çerkez kültürü, Transürdün (Ürdün'ün eski adı)'e benzersiz bir unsur getirmiştir. Çerkezler, Bedeviler ile benzer bir sosyal yapıya sahip olmalarına rağmen Araplarla aynı değildiler. Kafkasya'dan tarım, zanaat teknikleri ve halk mimarisi konusunda uzmanlık getirmişlerdi. Kent olarak Amman'a dönüştüğünde bile, kültürel olarak ayrı bir grup olarak bir arada yaşamaya devam etmişlerdir. Çerkez konutu, Kafkasya'dan Transürdün'e taşınan yaşam tarzlarını temsil etmektedir ve bu nedenle bölgeye yerleşen Çeçenlerinkilere ve Türkmenlerinkilere benzemektedir. Kökenleri, Amman'dan tamamen farklıdır. Bu alışılmadık tasarım, halkını çevresine alıp korurken yeni çevrelerine uyum sağladıkları için kısmen haklı gösterilebilir (Shawash, 2011).

Tipik bir kırsal konutun yapımında kullanılan ahşap miktarı ve büyüklüğü sınırlıydı. Geniş kirişler, büyük kemerlerle değiştirilmişti. Ancak, Circassian konutunda, tüm tavan oldukça nadir olan dev meşe ağacından kirişler tarafından destekleniyordu. Güneşte

kurutulmuş toprak, tuğla duvarları inşa etmek için kullanılmıştı. Tuğlalar, saman ve koyu kırmızı toprak karışımından yapılmış, taşınması ve yığılması kolay olan standart bir boyutta inşa edilmiştir. Bu tuğlanın kullanımı, duvar kalınlığının daha homojen, iç ve dış mekanlardaki pencere açıklıklarının ve diğer unsurların hem estetik hem de daha önemli olarak su geçirmezlik amacıyla daha tutarlı olmasına yardımcı olmuştur (Şekil 33,34). Duvarlar oldukça hızlı ve kolay bir şekilde inşa edilmiş ve ardından hem estetik hem de daha önemli olarak su geçirmezlik amacıyla sıvanmıştır (Khammash, 1986).



Şekil 33. Sweileh'deki bir Çeçen konutuna eklenmiş bir ahşap sundurma ve içeriden görülen çatıdaki dikme ve kiriş yapısı (Khammash, 1986)

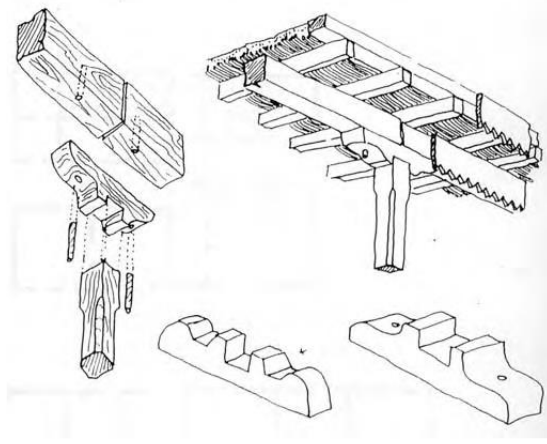
Fellahların aksine, taş ustası olan Çerkesler konutlarında ahşabı güzel bir şekilde kullanmayı biliyorlardı. Çerkesler, Ürdün'den daha yeşil topraklardan geldikleri için ahşap işçiliği sanatına derinlemesine kök salmış bir kültür getirmişlerdir. Geleneksel bir Çerkes konutunun çatı dikmelerinin ve lentolarının yapımında büyük keresteler kullanılır. Odalar, en doğrultusunda uzanan veya odanın odak noktası olarak hizmet veren kare kesitli ahşap kolona yaslanan iyi işlenmiş kirişlere sahiptir. Genellikle kolonun üstü, iki kirişi birleştiren süslü ahşap bir eklemle kaplanır; kirişlerin kolonun üzerinden kaymasını önlemek ve yanıl denge sağlamak için belirli deliklere 3 cm çapında ahşap çubuklar çakılır (Shawash, 2011). (Şekil 33 ve 35).



Şekil 34. İki katmanlı kerpiç tuğladan yapılmış duvar, Muhacirler Mahallesi (Shawash, 2011)

Konutların verandaları, Çerkeslerin yapı tekniklerinin ve marangozluk yeteneklerinin çarpıcı bir örneğini sunar, çünkü veranda, bu konutlarda kullanılan kendine özgü yapı stiline yanıt olarak gelişen bir mimari unsur olarak öne çıkar. Çerkes mahallesinin genel stili ve her bireysel konutun, karakteri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu konutların çoğu kuzeye bakan verandalara sahiptir, bu da orijinal sakinlerinin muhtemelen daha serin bir bölgeden geldiklerini ve konutlarına giren güneş ışığını en aza indirmek istediklerini göstermektedir.

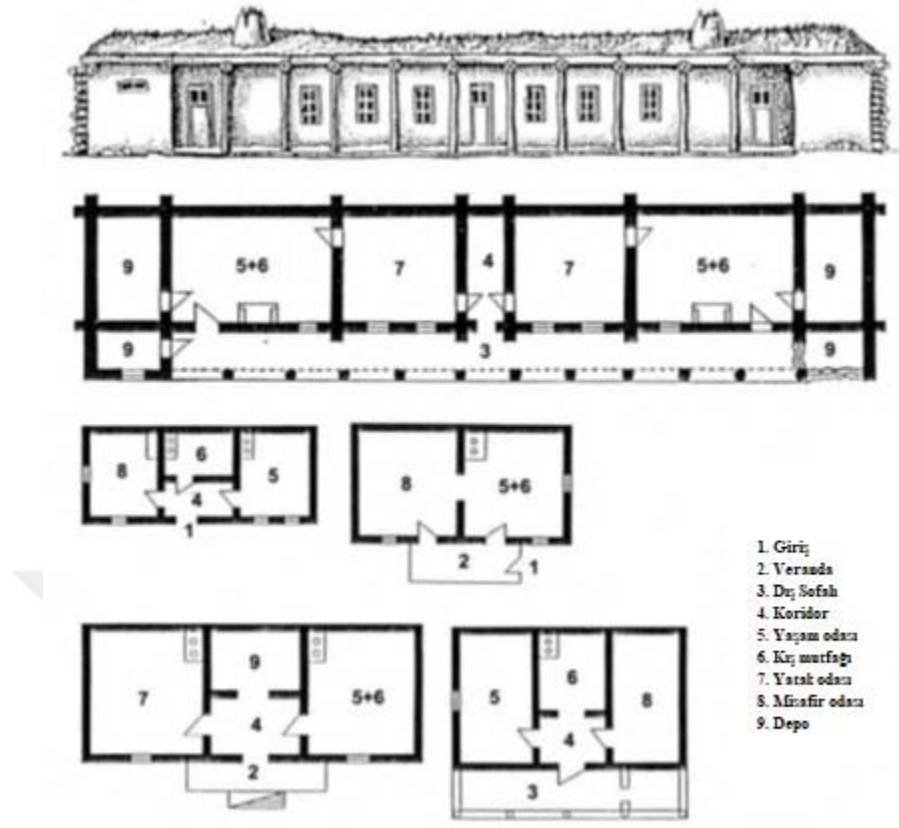
Çerkesler, ocak ve baca kavramını diğer kültürlerle tanıtmışlar, alışkanlık ve gereklilik kadar, onları konutlarında kullanmaya başlamışlardır. Konutlarda iç duvarın ortasında, dış duvarın ortasında veya köşeye sıkıştırılmış (üçgen baca) bir şekilde şömineler bulunabilirdi (Khammash, 1986).



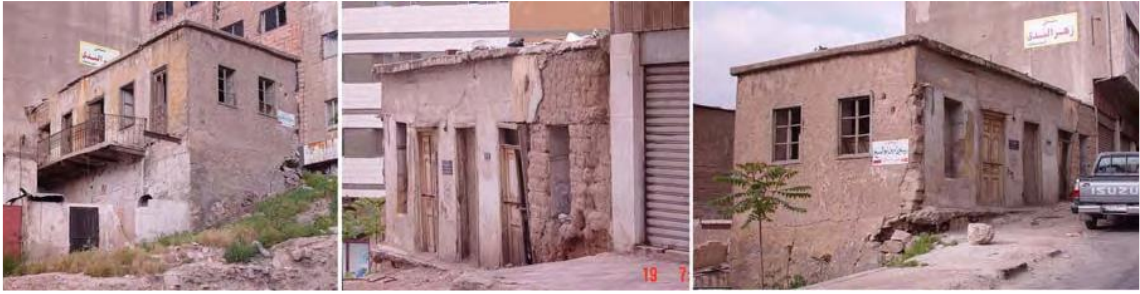
Şekil 35. Bir Çerkes konutundaki ahşap işçiliği (Khammash, 1986)

Çerkesler, mimari tasarımda mekân işlevi uzmanlığının öncüleriydi. Konutları, dış sofalı konut stiline tipik örnekleriydi; dış sofa, bir veranda şeklini alıyor ve tüm odalar, birbirlerine doğrudan erişime sahip olmanın yanı sıra (Şekil 36) verandaya açılıyordu. Veranda, güneşten korunma sağlayan ve çevredeki mahallenin manzarasını sunan ana yaşam alanıydı (Shawash, 2011).

Çerkes konutlarına zamanla ikinci kat eklenmiş ve veranda, genellikle dışarıdaki bir merdiven setiyle erişilen, binanın cephesinin uzunluğu boyunca uzanan bir balkona dönüşmüştür. Avlu tarafında uzun bir balkon bulanan konutların kalıntıları Şekil 37'deki ilk resimde görülebilir. Kerpiçten inşa edilen konutun çatısı betondan yapılmıştır (Shawash, 2011).



Şekil 36. Kafkasya'daki tipik Çerkes konutlarının planları (Elias, 1995, Shawash, 2011)



Şekil 37. Jabal al-Qal'a'da bulunan ve Çerkes ailesi Khurma'ya ait olan konutun kalıntıları (Shawash, 2011)



Şekil 38. Amman, Jabal al-Qal'a yamacında Çerkesler tarafından otutilan konutlar (1920'ler) (Shawash, 2011; Bakig, 1983)



Şekil 39. Jabal Amman'ın zirvesindeki uzun balkonlu Çerkes konutları (1930'lar). Kiremit çatılar, erken dönemde Amman'daki zenginliği gösterir; bu nedenle, daha yüksek katlı konutların zengin Çerkeslere ait olduğu varsayılmaktadır (Shawash, 2011; Bakig, 1983)

Orijinal Çerkes konutunun çatısı genellikle samandan yapılmıştı. Bu örtü Amman'da zaman zaman eğimli çatı ve kiremit örtü ile değiştirilirdi, bu dönemde kiremit örtü, bir statü sembolüydü (Şekil 38, 39). Osmanlı askeri veya yönetiminde çalışan zengin Çerkesler, geleneksel Çerkes konutunu daha lüks, üç gözlü tip lehine terk etmişti.

Çerkes konutu, çevresinin etkisinden muaf değildi. Daha sonra, Arapların yardımıyla Çerkesler, taş malzeme kullanarak inşaat yapmaya adapte olmuşlardı. Ahşap, Arap konutlarında yapısal bir yük taşıma bileşeni olan lento biçiminde yaygın şekilde

kullanılmıştır ve dış sofalı konut konsepti, günümüzde düşük gelirli Arap topluluklarında modern beton konutlarda hala yaşamaktadır (Shawash, 2011).

Yakındaki köylerden göç edenler (1900-1921): Amman; iş, ticaret ve tarım için Ürdün'ün diğer kentlerinden ve köylerinden kente göç eden birçok ailenin yanı sıra, yakın veya uzak yerlerden göçler ile birlikte göçmenlerin çekim merkezi haline gelmiştir. Bu, Amman'da doğal, sosyal, siyasi ve ekonomik faktörler de dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenecek yapıların inşa edildiği anlamına gelmekteydi. Bu nedenle Amman, kendine özgü özelliklerinin gelişimine katkıda bulunan birçok değişiklik yaşamıştır. Krallığın kuruluşundan önce 19. yüzyılın sonu ve çevresindeki dağların temeli arasında bulunan alanlarda, kentin çekirdeğinde ve yakındaki dağlarda bulunan çok sayıda arazi, 19. yüzyılın sonunda Çerkeslerin mülkiyetindeydi. 1903'te Amman'a ulaşan Hejaz Demiryolu; Salt, Madaba ve Kerak gibi yakınlardaki köylerden ve bazı komşu ülkelerden göçmenlerin yerleşmesine yol açmıştır. Bu, ticareti başlatan bir kent merkezi kurulmasına yol açmış ve sonuç olarak, modern Amman toplumunun özellikleri ortaya çıkmıştır (Rifai, 1996).

Amman Nymphaeum'un inşası, ticari trafiğin ve işe giden insanların sayısının artması, Amman'a yakın bir demiryolu istasyonunun varlığı tarafından etkilenmiştir. Amman'ın kent çekirdeği, 1921'de Prens Abdullah bin Al-Hussein Bin Ali'nin oraya varışıyla büyümüş ve farklı yapı kalıplarına sahip yüksek yerleşimli kasabalar çevresinde de gelişmiştir. Amman, yeni ortaya çıkan emirliğin başkenti haline gelmiş; Rifai, bu dönemi dağ tırmanma dönemi olarak adlandırmıştır. Çünkü yeni mimari model, genel merdivenler olarak işlev gören, dağlara doğru uzanan uzun, dar merdivenli bir yaya sistemine sahiptir. Doğal taş bu dönemde en popüler yapı malzemesi haline gelmiştir. Bunlar aslında üst sınıf için tasarlanmış olmasına rağmen, bu yapıların çoğu küçük ve basittir, bu nedenle farklı eğimler içeren araziye başarıyla ve duyarlı bir şekilde adapte olmuştur. (Rifai& Kanaan, 1987).

El-Salt kenti, stratejik konumu nedeniyle tarım yerleşimlerinin ve kentsel merkezlerin gelişimini teşvik etmiştir. Kentin su kaynakları ve verimli tarım arazileri de büyüme ve nüfus artışına katkıda bulunmuştur. (Kraliyet Bilimsel Topluluğu, 1990).

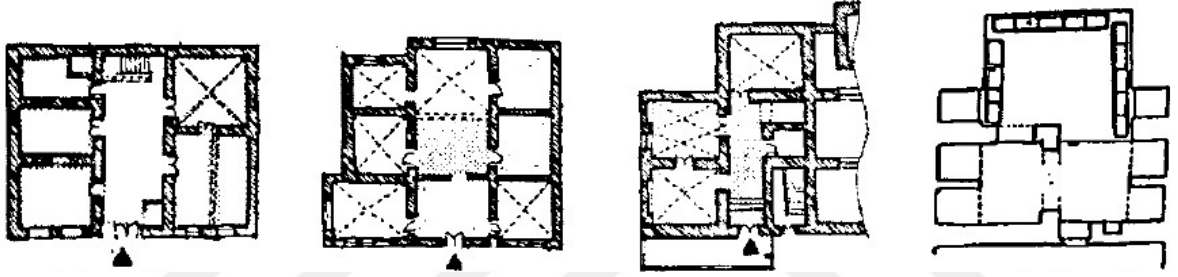
Genel olarak, El-Salt'ta ortaya çıkan bina tipleri, iç mekandaki düzene, genel tasarımına etki eden iklim değişkenlerine, yapı malzemelerine ve birçok sosyal duruma bağlıdır. Salt şehrinde Kraliyet Derneği tarafından yapılan araştırmalara göre, kentin geleneksel konutları iç düzenlerine ve genel tasarımına bağlı olarak aşağıdaki temel tiplere ayrılabilir (Şekil 40):

Kırsal konut: Bu stil, bölgenin yerel mimarisinde (Suriye, Lübnan ve Filistin) hakimdir ve teraslı kemerler fikri burada kurgulanmıştır.

İç koridorlu konut: Bu tasarım, diğer alanlar için bir dağıtıcı olarak hizmet eden iç koridoru içerir. Koridor, konutun ortasında veya yanında olabilir ve ayrıca bir oda şeklini alabilir.

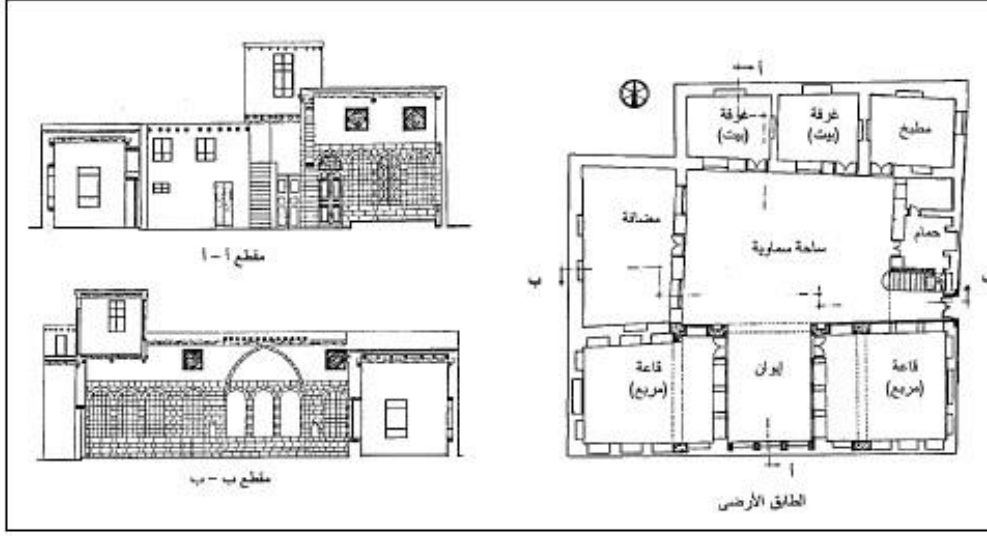
Açık avlulu konut: Bu özel stile sahip birkaç tasarım yapılmış ve odaların nasıl düzenlendiğine bağlı olarak tasarımlar değişmiştir. Bazen merkezi olan avlu, bazen de yan tarafta yer almıştır. Bazı konut stillerinde birden fazla iç avlu görülmektedir.

Üç çeşmeli konut: Bu tasarım, aynı zamanda Suriye ve Lübnan'da da yaygınlaşan merkezi eksenli simgelemektedir.



Şekil 40. Geleneksel Salt konutlarının stilleri (Aldabbas vd., 2016)

Suriyeliler (1925-1926): 19. yüzyılın sonlarına doğru ve 20. yüzyılın başlarında, önemli tüccarlar ve iş sahiplerini içeren üç ayrı aile, Şam ve diğer Suriye şehirlerinden ticaret ve el sanatları işletmek üzere Amman'a gelmiştir. 1925/1926'da Fransız sömürgeciliğine karşı çıkan Suriye Devrimi nedeniyle, Jabal al Druze'den birçok isyancı, aileleriyle birlikte Amman'a sığınmış ve adlarının verildiği bir mahalleye yerleşmişlerdir. Hay al Druze; Hay Almasarua ve Haouz Jabal Amman arasında yer almaktadır. Altabba'a, Abu Qura, Al Kilani, Al Saruji ve Al Saudi ailesi gibi diğer aileler, kısa bir süre sonra Amman'daki komşu mahallelere taşınmışlardır. (Jabal Alashrafiyeh'de bulunan ve bir zamanlar Hay Aldruze olarak adlandırılan Hay Um Tabna gibi) (Aldabbas vd., 2016) (Şekil 41).



Şekil 41. Suriye geleneksel konutu (Aldabbas vd., 2016)

Suriye konutları, genellikle iç avlunun etrafında bir veya daha fazla tarafta birden fazla odanın yayıldığı kapalı iç mekâna sahiptir, bu da konuta birlik ve benzerlik hissi verir. Kullanılan yapı malzemeleri açısından, kentler arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin; taşlar Halep'te kullanılmışken, çamur ve ahşap genellikle veya tamamen Şam'daki konutların inşasında kullanılmıştır (Tuma, 1993). Sinjab (1965), Suriye'nin çeşitli bölgelerine yayılmış üç tür konutu şu şekilde ayırmıştır:

1. Liwan konutları
2. İç sofalı konutlar
3. İlk iki türün melezi olan konutlar

Bu sınıflandırma, Daghman (1999) ile aynıdır; özellikle Şam ve Halep'te, Suriye mimarisinde geleneksel konutlar, geçiş konutları ve modern konutlar olmak üzere üç ana mimari dönemi tanımlamıştır:

Geleneksel konutlar: 19. yüzyılın ortalarında açık avlu düzenlemelerinin konut yapımında kullanılmaya başlandığı dönemde inşa edilen konutlarda, zemin katta Liwan, salonlar ve çatı katlarına çıkan taş veya ahşap merdivenler bulunurdu.

Geçiş konutları: 19. yüzyılın ortalarından Osmanlı döneminin sonuna kadar geçen süreçte, gelişmiş mahalleler bölgenin kentleşme talebine yanıt vermek üzere tasarlanmıştır. Düzen, geleneksel konutların düzenine benzemektedir. Tuğla, kerpiç ve ahşap, geleneksel olarak kullanılan yapı malzemeleri arasındaydı. Bu aşama tamamlandığında, açık avludan bağımsız konutlar inşa edilmişti; birinci kat, hizmetleri barındırırken aynı zamanda bir

resepsiyon salonu ve oturma alanı işlevi görüyordu, ikinci katta ise yatak odaları bulunmaktaydı. Yapımda, bölgedeki yapı malzemeleri kullanılmıştır. Bu aşamanın sonunda, iç avluya dayanan geleneksel konut planının, merkezi bir mekân sistemine (sofa) dönüştüğü, daha çok sokağa, iç avluya bakan açıklıklar, sokağa bakan balkonlar ve cumba gibi mimari özelliklerin kullanıldığı görülmektedir.

Modern konutlar: Bu aşamada binaların yapısal ve mimari bileşenleri, çağdaş yapı malzemeleri (beton, çelik vb.) kullanılarak ve Fransız yapım sistemine uygun olarak inşa edilmiştir. Planlama ve mimari öğeler, farklılık göstermekteydi.

Filistinliler (1948 ve sonrası): Amman'a Prens Abdullah Bin Al Hussein'in gelmesiyle yerel yönetim dönemi sona ermiştir. Emirliğin kurulduğu zamanlarda, Amman çoğunlukla büyük bir köy olarak tarımla uğraşan ve geçen kervanlarla tekstil, çay ve şeker gibi basit imalat mallarını takas eden, on binlerce insanın yaşadığı bir yerdi. Amman'ın Emirlik'in başkenti olarak seçilmesiyle, kent idari, siyasi ve ekonomik bir merkez olarak rolünü genişletmiş, Suriye ve Filistin gibi komşu ülkelerden yeni sakinleri cezbetmiştir.

Yerel toplum, mimari stil özelliklerinin gelişimini şekillendiren politik faktörlerden etkilenmiştir. Filistinlilerin 1948 ve 1967'deki sürgünler ve 1973-1976 olayları sonrasındaki göçlerinin Amman üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır; sonuçta kentin nüfusu beklenmedik bir şekilde artmış ve altyapısı her yönden büyük bir baskı altına girmiştir.

Filistin ile Ürdün arasında güçlü bir coğrafi bağlantı vardır ve her iki ülkenin halkı birçok geleneksel örf ve adeti paylaşır. Bu nedenle, Filistin'de ortaya çıkan etkili mimari stillerin incelenmesi önemlidir, çünkü 1948 ve 1968 yılları arasında Filistinli ailelerin kitlesel göçleri ve yeniden yerleşimleri, özellikle Amman'ın inşa edilmiş çevresinin gelişimine etki etmiş olabilir. Filistin geleneksel mimarisinde birkaç farklı stil bulunmasına rağmen, Dalman (1964), Filistin konutlarının çeşitli stillerini şu şekilde kategorize etmiştir:

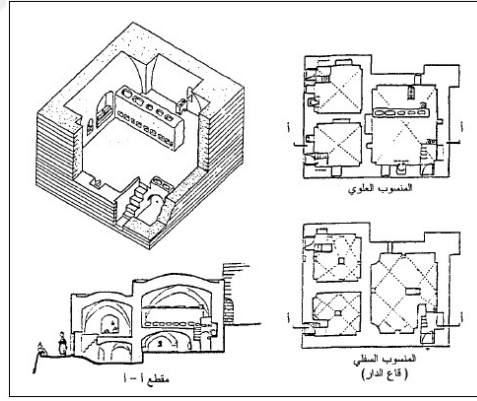
1. İç sütunları olmayan konutlar,
2. Bir koridora sahip konutlar,
3. Üst katta bir kileri olan konutlar (Bu, Filistin kent merkezinin standart bina düzeniydi.)

Dalman (1964)'ın sınıflandırması, Fuchs (1996) tarafından yapılan sınıflandırma ile uyumludur; o, Filistin geleneksel konutlarını şu şekilde gruplandırmıştır:

Tek mekanlı kırsal konut: Günlük aktivitelerin, yemek pişirme ve depolamanın yanı sıra yatak odalarının ana mekân olarak kullanıldığı konutlardır. Bu alan genellikle bir

dikdörtgen veya kare biçimindedir. Yapım yöntemlerinde, iç düzenlemelerde ve süsleme stillerinde küçük farklılıklar bulunur, ancak bu stilin Suriye, Ürdün, Filistin ve Lübnan'da yaygınlaştığı bilinmektedir. Tahta kütükler, duvarlara oturan ahşap çatıları oluşturmak için kullanılır ve ardından iç kemerler ile desteklenir. Bu konutların çoğu sadece bir katlıydı; dar, alçak bir giriş yoluyla konutlara ulaşılıyordu ve pencereleri az sayıdaydı.

Kentsel konut: Kudüs, Nablus, Hebron ve Ramallah'ta, tek bir konut alanı ve açık bir avlu, köyde bulunanlar ile benzer şekilde, kentsel kültürel karaktere dahil edilmiştir. Bir koridor avluya, ortada bir havuza ve her tarafı ağaçlarla çevrili olan ağaçlara açılır. Avluyu çevreleyen odalar, duvarlarla desteklenen, taşıyıcı taş malzemelerden inşa edilmiş kubbe biçiminde çatılarla örtülmüştür ve bu çatılar Filistin kentlerine karakteristik bir görünüm kazandırır. Bu konutlarda iç avluya bakan bir veya iki küçük pencere bulunur. Bu, iç mekânın tek doğal ışık ve hava kaynağıdır. Düşük kotlarda yer alan mekanlar, dükkân veya depo olarak; üst kotlar, uyku ve diğer işlevlerde kullanılmıştır. Parapet, çatıyı bahçe ve yaşam alanı olarak kullandıkları zaman konut sahiplerinin mahremiyetini korumak amacıyla yükseltilmiştir (Şekil 42) (Aldabbas vd., 2016).



Şekil 42. Filistin'de geleneksel konut (Aldabbas vd., 2016)

Transürdün kırsal konutu, Filistin'deki benzeri ile aynı tasarım fikirlerini takip etmiştir. Ancak, büyüme için aynı fırsatlar verilmediği için daha az detaya sahipti. Osmanlı yönetimi ve öncesinde, Transürdünlülerin ciddi bir güvenlik ağı yoktu ve bu rejim Bilad al-çevresine yayılmadığı sürece yerleşik hayata geçmeleri kesinlikle teşvik edilmemişti. Şam'ın çiftçileri, "sahip olduğunuz ne kadar azsa, kaybedeceğiniz de o kadar azdır" ilkesi ile kalıcı olarak yerleşmelerinden vazgeçirilmiştir. Kırsal konutların gelişimini yavaşlatan başka bir önemli etken de kaynakların kıtlığıdır. Transürdün'ün büyük bir bölümü, verimli

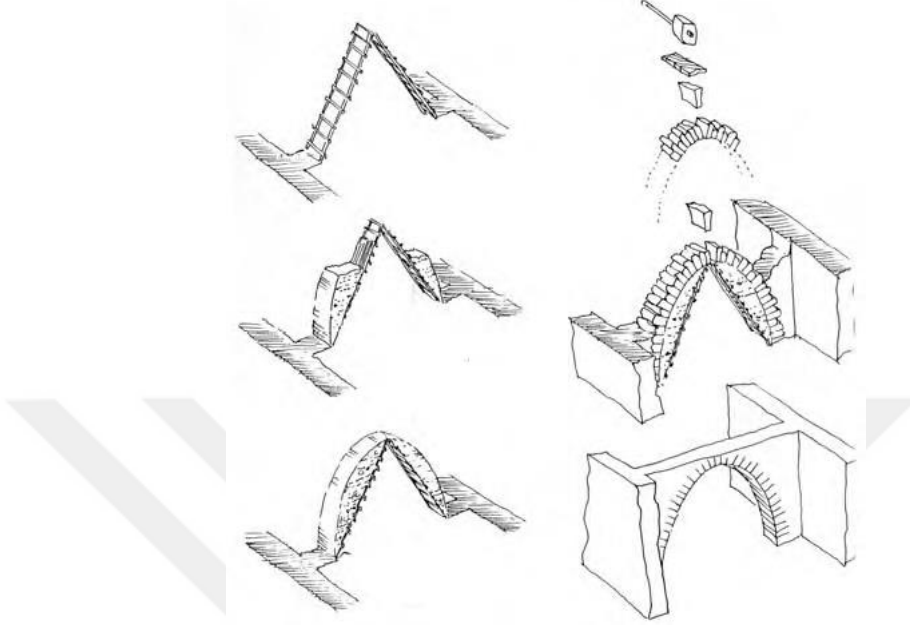
Filistin topraklarına kıyasla çöldür. Bu değişkenlerin etkisiyle, kubbe ve çapraz kubbeler oluşturabilen yetenekli taş ustalarının sayısı azalmıştır. Bu beceriler, Filistin ve Hauran'dan mimarları ve yapı ustalarını getirebilecek zengin haneler dışında herkesten gizli tutulmuştur. Transürdün kırsal konutu genellikle tekrarlanan kemerlerin bir tasarımını içermekteydi. (Şekil 43) (Shawash, 2011).



Şekil 43. Fuheis kasabesindeki kırsal bir konutun arka ve ön görünümü (Shawash, 2011)

Yapıya çerçeve sağlamak için mükemmel derecede paralel ve hizalanmış kemerlerin bir dizisi kullanılmıştır. Kemerin genişliği 11 m'ye kadar çıkabiliyordu ve duvarlar tipik olarak yaklaşık 1 m kalınlığındaydı, ancak kemerler arasındaki mesafe, her bir çift kemer arasındaki boşluğu geçmek için kullanılan ahşap türüne bağlı olarak, sadece 60 cm'den neredeyse 2 m'ye kadar geniş bir şekilde değişiyordu. Konutun kare veya dikdörtgen dış duvarları önce inşa edilmiş, ardından yuvarlak veya kemerli iç duvarlar destek olarak eklenmiştir. Kemerlerin inşası, uzmanlık gerektiren karmaşık bir işti. Kemer, üçgen biçimli ahşap iskelenin üstüne inşa edilmiş; bu iskele, halatlar aracılığıyla yere sabitlenmiş ve yapı tabanındaki iki adet merdiven benzeri parçaya bağlanmıştı. Üçgenin eğimli yanlarına taş ve kil yığılarak bir eğri oluşturulmuştur. Bu eğri, doğal bir eğrinin ideal şekline daha yakın olan parabolik bir şekildi ve dolayısıyla sıkıştırmayı daha iyi yönetebiliyordu. Kemer taşları, yüzey boyunca düzgün ve düz kenarlı olarak dikkatlice kesilmiş ve basınç yüklerini en büyük yüzlerine eşit bir şekilde dağıtmak için yerleştirilmişlerdi. Son parça en önemlisiydi. Diğer taşlara benzer görünümde olan bu taş "galag" adı verilmişti ve İngilizcede "kilit" anlamına gelmekteydi. Baş taşı sağlam bir şekilde yerine çakıldıktan ve düz bir tahta parçasıyla kırılmadan korunduktan sonra, artık kendi kendine desteklenen tam kemer, iskelenin üzerinden geçirilmiştir (Şekil 44). Amman'ın Jabal al-Qal'a mahallesinde birkaç

sağlam yapı, kentin “kemerli” konut geçmişine tanıklık etmektedir. Şekil 45, bu tür yapıların hala devam ettiği yakınlardaki yerleşim yerlerinden biridir (Shawash, 2011).



Şekil 44. Kırsal bir konutun kemerlerinin inşası (Khammash, 1986)



Şekil 45. Jabal al-Qal'a çevresindeki kemer kalıntıları (Shawash, 2011)

Amman'daki kırsal konutların çoğu sağlam taşıyıcı duvarlarla inşa edilmişti; bu duvarlar, ahşap kirişler veya bir “I” kirişi ile desteklenmiş, ardından bir kat saman ve çamur, son olarak da çamur, asfalt malzeme veya çimento ile kaplanmıştı. Bu kaplama yıllık olarak değiştirilmiş ve sonunda Amman'ın çatılarında yaygın bir görünüm haline gelmiştir

(Şekil 46). Yapılar, 1927 depreminden sonra yoksulların yaşadığı konutlar olarak büyük zarar görmüştür.



Şekil 46. Amman kırsal konutundaki çatı katmanları (Shawash, 2011)

Transürdün'deki kırsal konutların her birinde depolama, çiftçinin günlük yaşamının ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilirdi. Ticaret henüz Transürdün'ün tüm bölgelerine ulaşmadığı için, ailenin bir sonraki yıla kadar dayanabilecek kadar çok yiyecek biriktirebilmesi gerekiyordu. Dolaplar, standart bir öge olmasına rağmen, görünüşleri ve yapımı kuzeyden güneye değişiyordu. Kuzeyde bunlar, genellikle bir ayırıcı olarak hizmet eden bir kamış iskeletin üzerine çamur sıvanmış bir dolaptı ve Filistin'deki dolaplara benziyordu. Güney bölgelerinde kuru iklimden dolayı kamış daha az bulunuyordu, bu nedenle taşınabilir konteynerler geliştirilmişti. Muhtemelen kent, artan ticaret nedeniyle ekonomik olarak genişlemiştir ancak Amman'daki kırsal konutların depolama konteynerlerinin bulunmadığı düşünülse de (insanlar saklayacakları kadar çok eşyaya sahip olmadığı için), bu duruma dair kesin kanıt yoktur. Duvara monte edilmiş matwa (dolaplar), plastik kutulardan daha dayanıklı oldukları için hala oradadır ve bu nedenle tarihi artefaktlar olarak kabul edilmişler, diğer girişlerle aynı anda inşa edilmişlerdir. Kemerli taş kirişi olan “matwa”, taş levha kirişi olan “matwa” ve ahşap kirişi olan “matwa” örnekleri bulunmaktadır (Şekil 47) (Shawash, 2011).



Şekil 47. Matwa tipleri: 1. Kemerli taş kirişi olan matwa, Jabal al-Qal'a Mahallesi 2. Üzeri hala sıva ile kaplı olan, biri kemerli taş kirişli diğeri düz olan iki matwa, Jabal al-Qal'a Mahallesi 3. Tek taş kirişli matwa, Mohajireen Mahallesi, 4. Ahşap kirişli matwa, Mohajireen Mahallesi (Shawash, 2011)



Şekil 48. Kiriş türleri ve taşın yapı inşasında nasıl kullanıldığı: 1. Mavi tonlu I kirişli Tobzeh taş cepheli, eski Amman mimarisinin karakteristik bir ögesi oluşturan bir bina, nispeten düzgün bir taş cepheli, Mohajireen Mahallesi, 2. Mohajireen Mahallesi'nde düzensiz taş sıraları ve taş kemer kirişleri, 3. Mohajireen Mahallesi'nde beton kirişlerle moloz duvar inşası, 4. Taş sıvalı, düzensiz taş cephe ve ahşap kirişler, Jabal al-Nadif (Shawash, 2011)

Bu tür konutların duvar yapısı iki katmanlı taşlardan oluşuyordu ve taşların pürüzsüzlüğü konut sahibinin zenginliğine bağlıydı (Şekil 48). Dış katman genellikle çevreden elde edilen kaba taşlarla oluşturulan, eklemelerde harçla birleştirilmiş taşların yer aldığı bir yapıya sahipti. Genel bir kural olarak sıralar düzensiz ve düzgün değildi, çünkü yapı, kaba taşlara dayanıyordu.

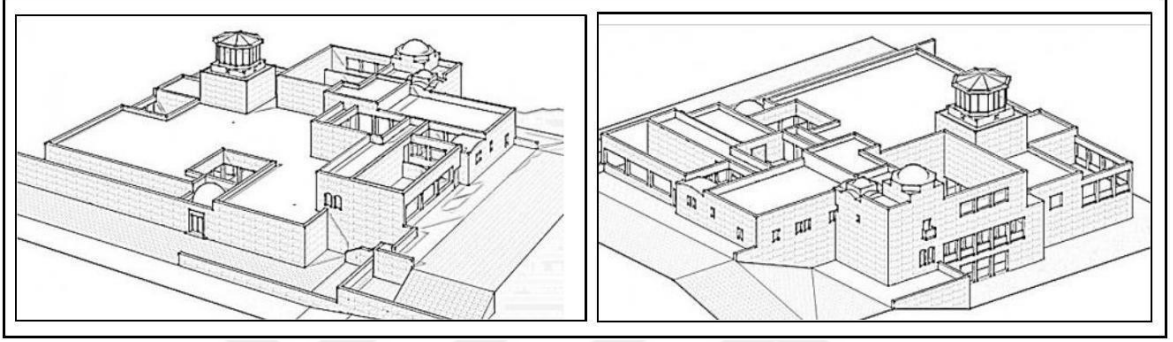
Kırsal alanlardaki müstakil konutlar, sık sık komşu mülklerle birleşerek daha büyük, birbirine bağlı binaların kümelerini oluşturuyordu. Aynı zamanda, bu komplekslere aynı aileye ait ek hanelerin eklenmesi için sık sık yeni bölümler ekleniyordu. Daha fazla konfor sağlama ihtiyacını karşılamak için yeni üniteler de eklenmekteydi. Bir ailenin ekonomik ve sosyal durumu iyileştiğinde, konutlarını iki odaya genişletmeye karar verebilirlerdi. Bir oda erkekler için bir misafir odası (madafa) olarak hizmet ederken, diğer oda kadınlar için özel bir alan olarak işlev görüyordu. Avlunun dış duvarı boyunca, bir mutfak, ahır veya hatta depo alanı olarak hizmet edecek ek odalar inşa edilebilirdi. Bu yöntemden kaynaklanan bağımlı odaların kümelenmesi ile çok amaçlı tek mekânlı kırsal konut, basit görünümünden önemli ölçüde uzaklaşmıştır (Fuchs, 1998 b). Amman'ın çevresindeki kırsala genişlemesiyle de birlikte kırsal konut, başlangıçtaki rolünü ve karakteristik görünümünü kaybetmiş, sonuç olarak daha çeşitli amaçlar için uyum sağlamaya başlamıştır. Bu mimari, özellikle parlatılmış değildi, ancak Amman'ın köyden kente dönüşümünü sembolize etmesi açısından önemliydi (Shawash, 2011).

4.2.3. Günümüz Amman Mimarisinde Kullanılan Geleneksel Teknikler

Mimarlar, çevrelerini de göz önünde bulundurarak modern yapılar inşa etme konusunda ciddi bir problemle karşı karşıyadır. Rasem Badran, modern Arap mimarisinde ve alanın kuramsal tartışmasında önemli bir figür olarak tanınmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında Ürdün'de Rasem Badran tarafından tasarlanan konutlar incelenmiştir. Amaç, değişen zamanlara ışık tutarak geleneksel konutun temel ilkelerinin yeniden bir araya getirildiği ve modernize edildiği bir model oluşturmaktır.

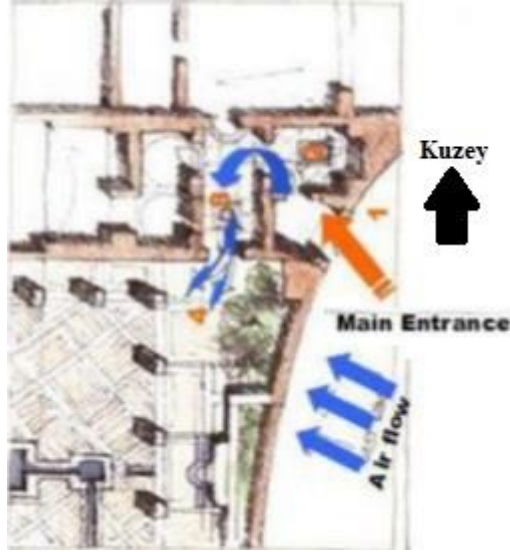
1. Al-Talhouni Konutu, Amman, Ürdün: Al-Talhouni konutu, geleneksel kilden inşa edilmiş bir konut ile etkileşime giren bir Amman konutudur. Mimarı Hasan Fathi, Talhouni ailesi için bir konut tasarlamış, tasarımı önemli bir etki yaratmış, ancak tamamlanamadan ölmüştür. Badran, anılarını kullanarak, Arap ve İslam mimarisini taklit eden, ailelerinin fikirlerini ve hedeflerini yansıtan bir tasarım oluşturmuştur. (Matrouk & Goussous, 2011).

Konut tasarımı, “Doğunun karmaşık kültür katmanlamasının ilk kanıtı” olan kaydırılmış bir ızgara modülünü sergilemekte, aynı zamanda yerel taşın kullanıldığı 19. yüzyıl Ürdün kırsal mimari terminolojisini kullanmaktadır. (Steele & Badran, 2005). Sonuç olarak, Al-Talhouniler’in konut tasarımı sembolik bir anlam taşır ve geleneksel köklere sahip taş ve kil arasındaki etkileşimi yansıtan bir Amman konutu isteğini karşılar (Şekil 49) (Matrouk & Goussous, 2011).



Şekil 49. Al-Talhouni konutu (Steele & Badran, 2005)

Al-Talhouni konutu çeşitli kamusal ve özel alanlar için ayrı olarak hizmet eden çoklu avlular içeriyordu. Bu avlular, daha yüksek bir izolasyon seviyesi sağlamanın yanı sıra konutun mahremiyetine katkıda bulunarak çeşitli deneyimler sunuyordu. Bunlar, yeşil bitki örtüsü ile kaplıydı ve ağaçların yerleşimi; güneş ışınlarının engellenmesi, gölge sağlayan bölümler, oturma alanları ve çatı bahçeleri için kullanılabilecek kapalı alanlar oluşturmak açısından stratejikti. Her avlu, boşluklardan sağlanan doğal havalandırmaya ve aydınlatmaya katkıda bulunmaktaydı. Her avlunun yönü, en büyük olası hava akışına izin vermek için dikkatli bir şekilde ayarlanmış ve kesitsel özellikler buna uygun olarak değiştirilmiştir (Şekil 50) (Steele & Badran, 2005).



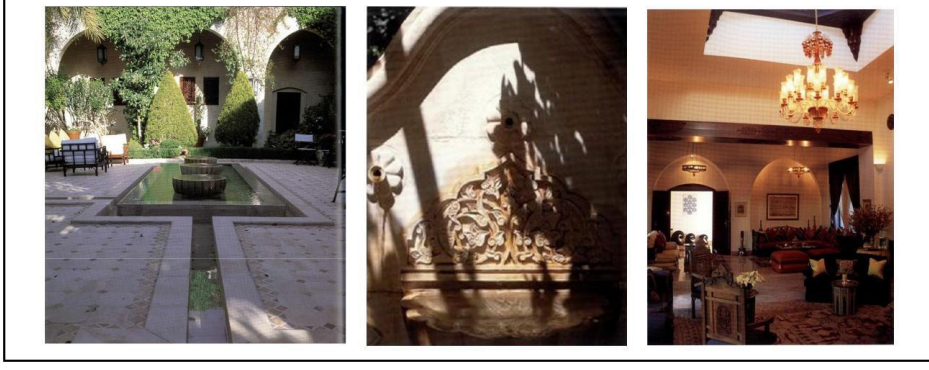
Şekil 50. Dış mekân kaplamaları ve avlular tarafından hava akışının iyileştirilmesi (Steele & Badran, 2005)

Rasem Badran'ın babası Jamal Badran'ın oluşturduğu su fışkiyeleri, çevrelerini güzelleştirmenin yanı sıra ortamı serinleterek çift amaçlı hizmet sunar (Şekil 51 ve 52).



Şekil 51. Doğanın güzelliği ve su fışkiyeleri (Steele & Badran, 2005)

Al-Talhouni konutlarının mimarisi; kemerler, İslami süslemeler, iç kubbeler ve mashrabiya gibi benzersiz özelliklerin kullanımıyla ayırt edilir (Matrouk & Goussous, 2011).

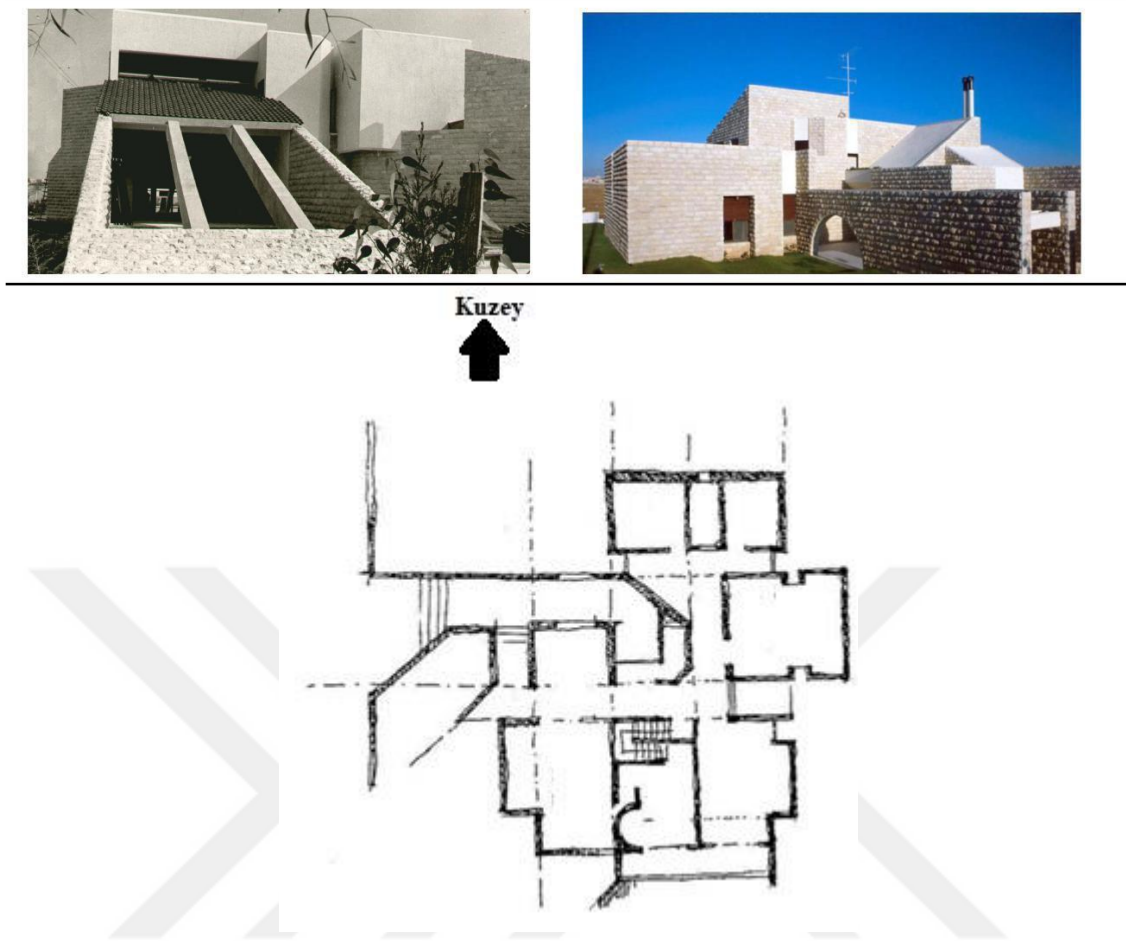


Şekil 52. Al-Talhouni konutundaki geleneksel unsurlar (Steele & Badran, 2005)

Kullanılan Pasif Soğutma Teknikleri: Avlular, geleneksel Ürdün mimarisinin temel bir özelliği olarak doğal soğutma sistemleri işlevi görür. Bu avluların stratejik konumda yerleştirilmesi ve ağaçlandırılması, güneş ısını en aza indirirken hava dolaşımını teşvik eder. Bu, tezin gölgeleme ve havalandırma stratejilerinin iç mekân sıcaklıklarını azaltmadaki önemini vurgulayan bulgularıyla paralellik göstermektedir. Avluların hava akışını en üst düzeye çıkaracak şekilde yönlendirilmesi, modern simülasyonların pencere yönlendirmelerini optimize etme hedefiyle örtüşmektedir.

- 1- Yerel taş ve geleneksel Ürdün köy mimarisi referanslarının kullanımı, yerel malzemelerin ısıl performansa olan etkisini gösterir. Taş, yüksek ısıl kütleye sahiptir ve bu da iç mekân sıcaklıklarını düzenlemeye yardımcı olur. Bu strateji, tezin pasif soğutma yöntemlerinin önemine vurgu yapmaktadır.
- 2- Fıskiyeler, estetik ve soğutma işlevlerini bir arada sunarak buharlaşmalı soğutma yoluyla ısıl konforu artırır. Bu teknik, tezin pasif tasarımın mekanik soğutmaya olan bağımlılığı azaltabileceği yönündeki argümanını tamamlamaktadır.

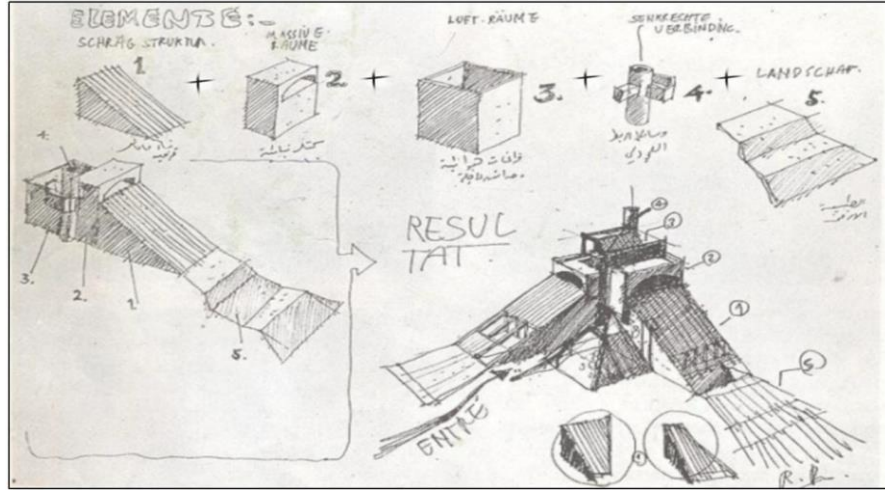
2. Villa Handal, Amman: Handal konutunun genel formu, bir tepe üstündeki varlığını yansıtabilecek şekilde hayal edilmiştir. İç mekânın açıklığı, dış mekanla iç mekânı birleştiren ve aynı zamanda yurtdışında kullanılan diyagonal şekillerin tümü, modern bir çadır hayatına işaret ediyor gibi görünmektedir. Bu proje, orijinal hayatın rehabilitasyon edilmiş görüntülerini yansıtıyormuş gibi görünmektedir (Williamson, 1998) (Şekil 53).



Şekil 53. Handal konutu (Steele & Badran, 2005)

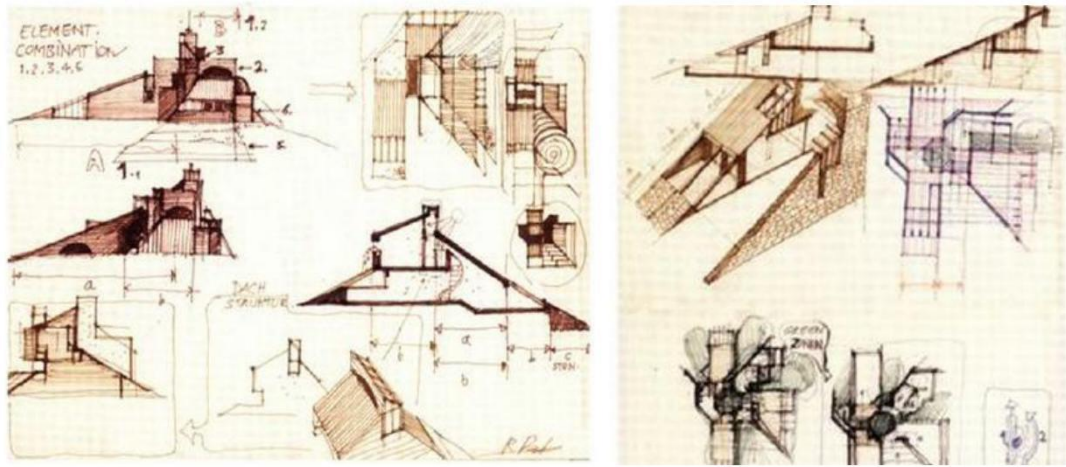
Handal konutu, yerel hava koşulları göz önünde bulundurularak inşa edilmiştir. Konutların açık alanları kuzeye yönlendirilerek güneşten korunmuş, duvarları serinletici rüzgarların içeriye girmesine izin vermek için stratejik bir şekilde konumlandırılmıştır. Giriş, gizliliğin korunması için birincil bir omurga, dolaşımın ana eksenini olarak uygulanmıştır. Özel alanlarda bireysel mahremiyetin kültürel ihtiyaçları, yaşam odaları ve yatak odaları gibi “eski Arap ilkesi” ne bağlı olarak yeniden canlandırılmıştır (Williamson, 1998).

Handal konutunun tasarımı, iklimle ilgili düşüncelerden önemli ölçüde etkilenmiştir. Güneş ışınlarının girişini sınırlamak ve doğrudan serinletici rüzgarlara yol açmak için hem katı hem de boş alanlar zekice oluşturulmuştur (Williamson, 1998). Yayılan peyzaj, yapının yerden çıkıyor gibi görünmesini sağlamış, yapının altında büyüyen bitkilere faydalı yağmurların sağlanması için eğimli bir yüzey kullanılmıştır (Steele & Badran, 2005) (Şekil 54 ve 55).



Şekil 54. Handal konutu tasarım öğeleri (Steele & Badran, 2005)

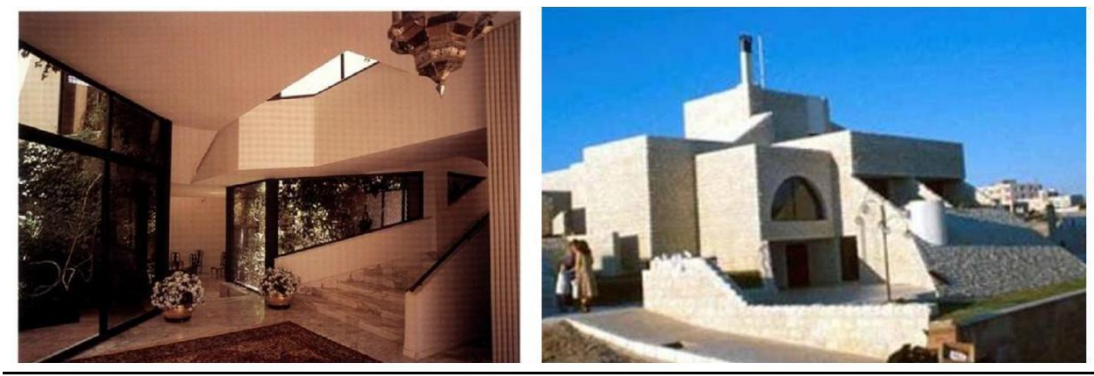
Avlular, barınaklı dış mekân yaşam alanlarını garanti altına almak için konumlandırılmıştır. Ayrıca, çeşitli konut bileşenleri arasında bağlantı sağlamak için yapılan eklemeler hem kapalı hem de açık alanlarda sürekli deneyimler oluşturmaktadır (Williamson, 1998).



Şekil 55. Handal konutunun iç mekanlarındaki açıklıklar (Steele & Badran, 2005)

İç mekanlardaki açıklıklar, Şekil 54'te görüldüğü gibi karmaşık beton yapı kullanılarak elde edilmiştir (Williamson, 1998). Bu yapıya teknolojiyi ifade etmek için kullanıldığı, dinamik ve güncel olduğu izlenimi verilmiştir. Badran, yerel malzemeleri ve modernleştirilmiş geleneksel formları kullanarak geleneksel ve modern birleştirmiştir. Konut formunu oluşturan bileşen grubu, hem yükselmiş hem de toprağa kök salmış hissini

vermiş, bu şekilde, Badran'ın tasarımı, geçmişle bağlantıyı sürdürürken moderniteyi kucaklamış (Williamson, 1998), yerel çevrenin ve kültürel mirasın, belirli bir binanın genel tasarımını nasıl etkilediği konusundaki önemi de vurgulanmıştır (Steele & Badran, 2005) (Şekil 56).

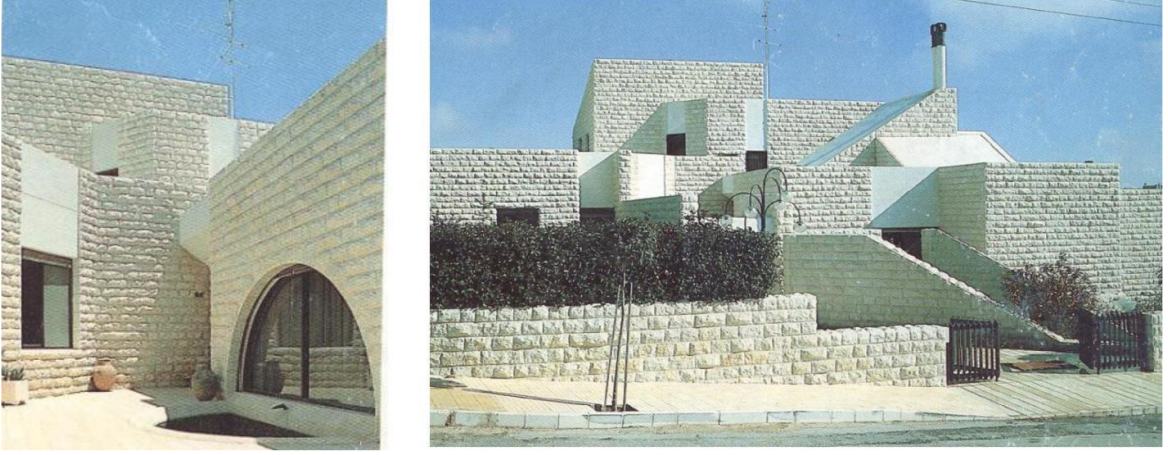


Şekil 56. Yerel malzemelerin, bina içinde ve dışında, karmaşık beton çerçevesini tamamlayacak şekilde kullanımı (Steele & Badran, 2005).

Kırsal konutlar, ana dolaşım omurgasının etrafında odaların bir kümesini oluşturarak köy yolu boyunca dağılmıştır. Rustik taş konutların büyük kemerleri, bu binalarda kullanılan yapısal kemerleri anımsatır. Odaların basit düzeni ve şekli, kırsal toplulukların karmaşık olmayan yaşam tarzını yansıtır. Şekil 57'de ve 58'de, köy yaşamının eski şirin mimarisini akla getiren küp blokların çeşitli kitleleri gösterilmektedir (Williamson, 1998).



Şekil 57. Villa Handal'ın çeşitli kitlelerinin, geleneksel bir köyün görünümünü çağrıştırması (Steele & Badran, 2005)



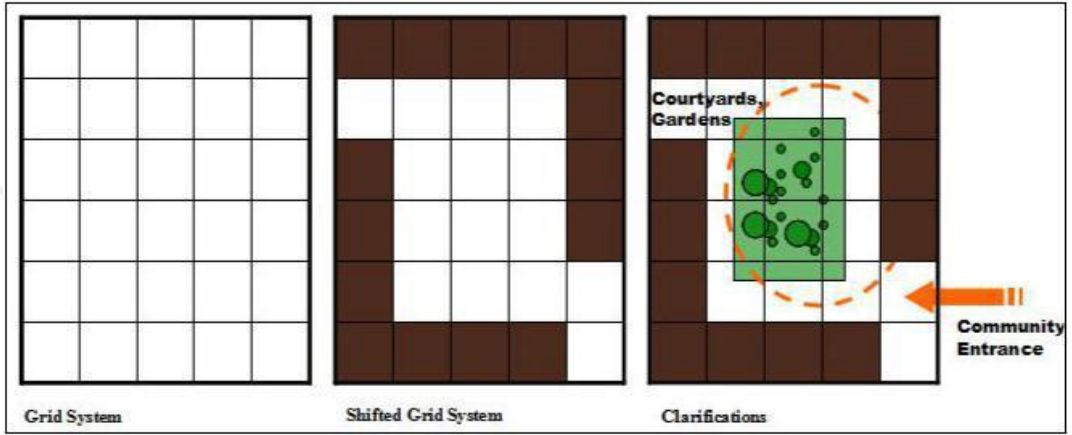
Şekil 58. Tasarım öğeleri ve yerel taşın kullanımı (Steele & Badran, 2005)

Kullanılan Pasif Soğutma Teknikleri: Handal Konutu, güneş ışınlarının girişini sınırlamak ve serinletici rüzgârları yönlendirmek için akıllıca tasarlanmış dolu ve boş alanlar içerir. Bu yaklaşım, tezin pencere gölgelemesi, pencere-duvar oranı ve havalandırma stratejilerinin iç mekân ısıl konforu üzerindeki etkisine odaklanmasıyla uyumludur.

Açık alanların kuzeye yönlendirilmesi ve duvarların serinletici rüzgârları yakalamak için stratejik olarak yerleştirilmesi, düşünceli yönlendirme ile pasif soğutmanın nasıl artırılabilirliğini gösterir. Bu, tezin kuzey-güney yönelimlerinin ısı kazancını en aza indirmedeki etkinliğine dair bulgularıyla örtüşür.

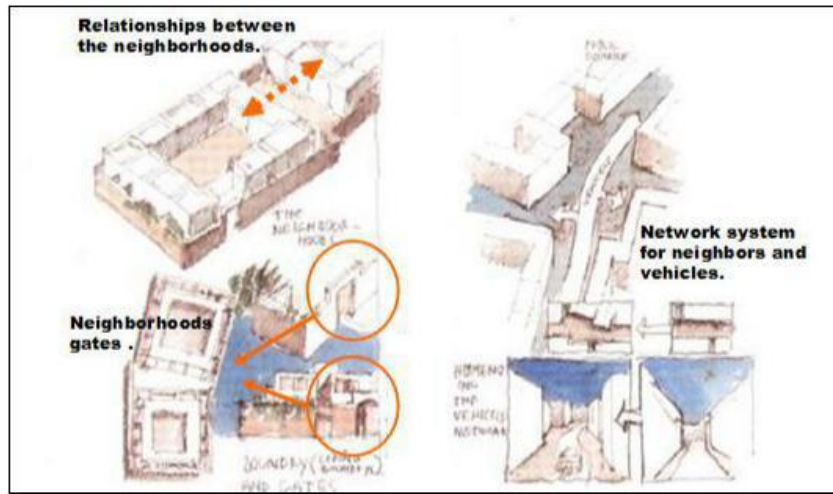
- 1- Açık avluların iç mekânlar ile harmanlanması, geleneksel formları modern yaşam tarzlarına uygun hale getirirken pasif soğutma avantajlarını korur. Bu, tezin yerel mimari ilkelerinin modern ihtiyaçlara uyarlanması gerektiği vurgusunu destekler.
- 2- Yağmur suyunu yönlendirmek için eğimli yüzeylerin kullanımı, çevresel sürdürülebilirliğe entegre bir yaklaşımı yansıtır. Bu, doğrudan soğutma ile ilgili olmasa da, yerel çevre koşullarına uyum sağlayarak binanın genel ekolojik etkisini azaltır.
- 3- Merkezi bir dolaşım aksı kullanarak özel ve kamusal alanları ayırmak, kültürel duyarlılıkları korurken etkili havalandırmayı sürdürür. Bu yaklaşım, pasif soğutma tekniklerinin kültürel değerlerden ödün vermeden nasıl uygulanabileceğini gösterir.
- 4- Tasarım, yerel taş ve geleneksel köy mimarisini hatırlatan basit kübik formlar içerir. Bu unsurlar, yerel malzeme ve formların Ürdün iklimine uygun enerji verimliliği sağlama potansiyelini vurgular.

3. Düşük Gelirli, Çok Aileli Konut Şeması, Amman, Ürdün: Anti-ızgara düzen şeması, Badran'ın ilk konut içi çalışmalarında açıkça görülür. Girişler, avlular ve bahçeler, değişken ızgara kullanımıyla gerçekleştirilen özgün bir dizi ile mümkün hale getirilmiştir (Şekil 59) (Steele & Badran, 2005). Düşük gelirli konutların tasarımında değişken ızgara kullanımı; eşitlik ilkesi, mütevazı iç mekanlar ve basit dış mekanlarla sonuçlanan konutların oluşturulmasına yol açmıştır.



Şekil 59. Değişken ızgara sistemi kavramı (Steele & Badran, 2005)

Bu sistemin uygulanma amaçlarından biri, aile bireyleri arasındaki sosyal bağı garanti altına almak ve çocukların oynamak için güvenli bir açık alan sağlamaktır (Şekil 60). Avlu olarak adlandırılan bu alanların, büyük aileler için inşa edilen büyük konutlarının arasında yarı özel bir alan olarak doğuşu gerçekleşmiştir (Steele & Badran, 2005).



Şekil 60. Düşük gelirli bölgeleri bağlamak için Badran'ın önerisi (Steele & Badran, 2005)

Anti-ızgara düzen sistemi, düşük gelirli çok aileli konut şemasına iyi havalandırma ve cazip manzara sağlama amacıyla da kullanılmıştır (Şekil 61) (Steele & Badran, 2005).



Şekil 61. Düşük gelirli çok aileli konut planlarının yeterli havalandırma ve cazip manzaralar ile donatılmasının öneminin vurgulanması (Steele & Badran, 2005)

Kullanılan Pasif Soğutma Teknikleri: Anti-ızgara düzeni, iyi havalandırma sağlayan ve gölgeli ortak alanlar yaratan yarı özel avlular oluşturur. Bu, hem geleneksel hem de modern bağlamlarda avlu tasarımlarının etkili pasif soğutma stratejisi olduğuna dair tezin odak noktasını güçlendirir.

- 1- Mütevazı ve maliyet etkin tasarımlar, pasif soğutma ilkelerinin düşük gelirli konutlarda nasıl uygulanabileceğini gösterir. Bu, yerel mimari çözümlerin yalnızca sürdürülebilir değil, aynı zamanda erişilebilir olduğunu iddia eden tezi destekler.
- 2- Konutları ortak avlularla birleştiren tasarım, ısıl konforu sağlarken sosyal bağlantıyı da teşvik eder. Bu, tezin konut mimarisinde çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği birleştirme vizyonu ile uyumludur.

Bu örnekler, geleneksel yerel tekniklerin modern tasarımlara entegrasyonunu göstererek, çağdaş mimaride pasif soğutma stratejilerinin etkin bir şekilde nasıl uygulanabileceğini ortaya koymaktadır. Avlular, gölgeleme elemanları ve malzeme seçimi gibi unsurlar, geleneksel mimari prensiplerin modern estetik ve işlevlerle nasıl yeniden yorumlandığını göstermekte olup, bu durum tezin temel argümanını desteklemektedir.

Isıl konfor açısından, stratejik avlu yönlendirmesi, gölgeleme elemanları ve yerel malzeme kullanımı gibi özellikler, pasif soğutma sistemlerinin somut faydalarını ortaya koymaktadır. Örneğin, Al-Talhouni konutundaki avlu düzenlemesi, tezin hava akışını optimize etme üzerine yapılan simülasyon bulgularıyla paralellik göstermektedir. Kültürel

sürdürülebilirlik boyutunda bu örnekler, geleneksel mimari değerlerin korunmasının ve kültürel kimliğin tasarım süreçlerine entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Mahremiyetin korunması, geleneksel estetik anlayışının sürdürülmesi ve topluluk odaklı yerleşim düzenlerinin benimsenmesi, enerji verimli uygulamalarla kültürel mirasın nasıl bir araya getirilebileceğini göstermektedir.

Bu stratejilerin uygulanabilirliği ve ölçeklenebilirliği, farklı sosyo-ekonomik düzeylere hitap eden projeler üzerinden değerlendirilmektedir. Lüks konutlardan düşük gelirli konut projelerine kadar geniş bir yelpazede yer alan bu örnekler, pasif soğutma tekniklerinin Ürdün'deki çeşitli konut tiplerine evrensel olarak uygulanabileceğini ortaya koymaktadır.

Yapılan analizler, tezin temel argümanlarını gerçek dünyadaki mimari uygulamalarla doğrulamaktadır. Rasem Badran ve diğer mimarların çalışmaları, geleneksel mimari bilgisinin modern yeniliklerle harmanlanarak, ısıl konforsuzluk ve yüksek enerji tüketimi gibi sorunların nasıl ele alınabileceğini göstermektedir. Bu projeler, Ürdün konut mimarisinde pasif soğutma tekniklerinin enerji tüketimini azaltırken kültürel ve sosyal değerleri nasıl koruyabileceğine dair önemli örnekler sunmaktadır.

5. ÖRNEK YAPI ANALİZLERİ VE PASİF SOĞUTMA TEKNİKLERİNE YÖNELİK SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

Bu bölüm, yapılar için ısı dinamik simülasyon yaklaşımının araştırılmasına odaklanmıştır. Ayrıca, binaları modelleme tekniği ve nihayetinde seçilen simülasyon programı sunulmuş ve değerlendirilmiştir. Bu bölüm ayrıca saatlik hava durumu verilerini ve simülasyon aşamasında uygulanan modelleme açıklamasını içermektedir.

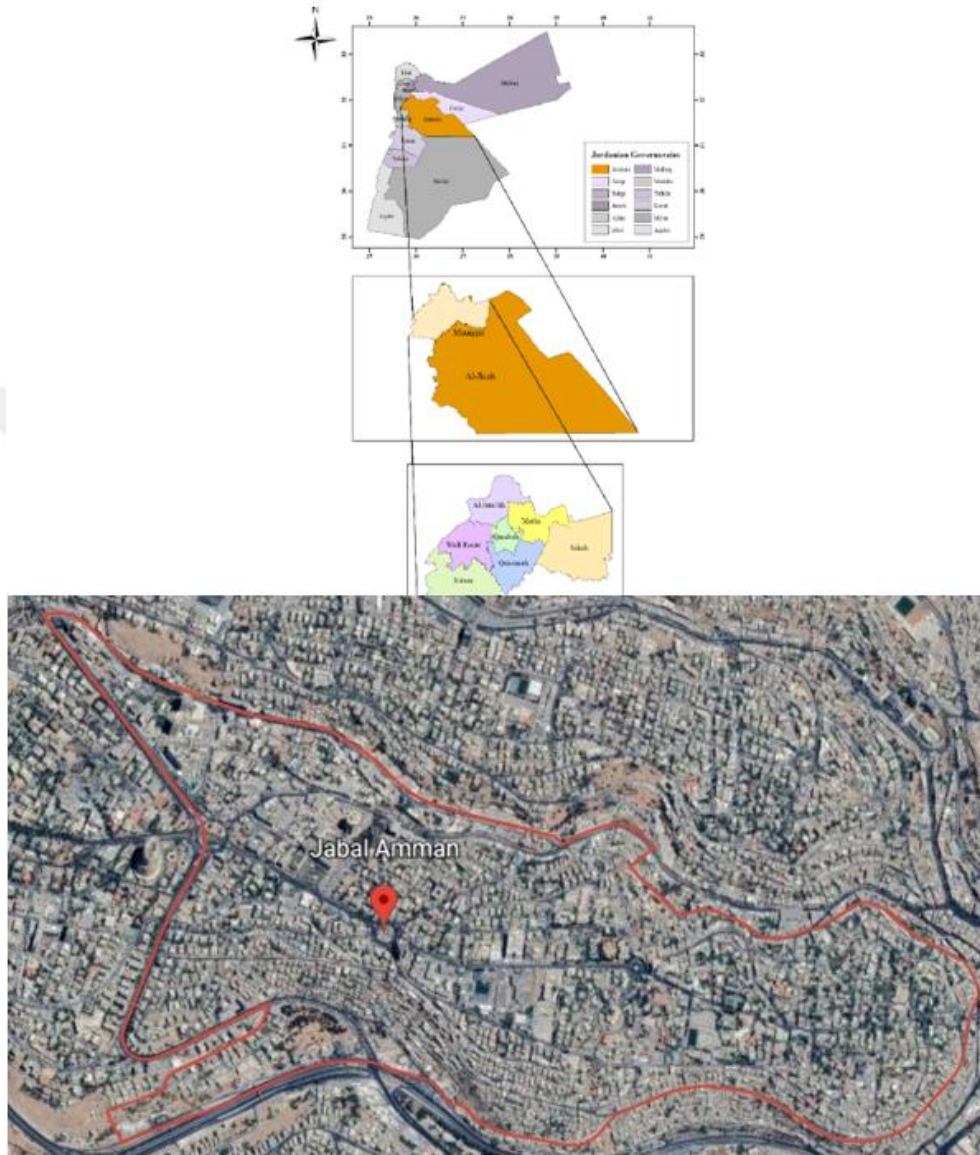
Enerji tüketimi ile ilgili sorunlara, aydınlatma, iç mekân iklimlendirme, sıcak su temini ve diğer enerji tüketim öğeleri gibi çeşitli konuların yaşam döngüsü maliyetlerine odaklanan bir bina veya bina grubunun bilgisayar simülasyonu ile çalıştırılan veya kontrol edilen sanal sisteme bina enerji simülasyonu ve modellemesi denir. Bu tür simülasyon ve modelleme, bina enerji analizi olarak da bilinir (Jenkins, 2011).

5.1. Jabal Amman Mahallesi: Örnek Yapı Analizleri

Bu bölüm, Amman şehrindeki geleneksel mimariyi ve Jabal Amman binalarını inceleyen bir araştırmayı ele almaktadır. Çalışma, Amman'ın en eski mahallelerinden biri olarak kabul edilen ve bir miras alanı olarak görülen Jabal Amman'ın binalarına odaklanmıştır (Şekil 62). Ayrıca, Jabal Amman konutlarının genel bir bakışını verir ve geleneksel konutlarda kullanılan yerel mimari stratejileri inceleyerek, yapı malzemelerini, mimari öğelerin özelliklerini ve doğal havalandırma, doğal ışık gibi çevresel koşullarla olan etkileşimlerini netleştirir.

Neolitik çağ, Jabal Amman ve eski Amman'ın en erken yerleşimini görmüştür. Ancak, Jabal Amman, özellikle Jabal al-Qal'a gibi çevredeki tepelerin aksine, asla surla çevrilmemiş (Goussous, & Yasin, 2015); Amman'ın 20. yüzyılda Transüdü'nün başkenti ilan edilmesine kadar bir ormanlık arka alan gibi kalmıştır. Bu noktada monarklar, varlıklı aileler, işadamları, subaylar ve politikacılar Jabal Amman'da yerleşmeye başlamış, Jabal Amman, kısa sürede Amman'ın lüks bölgesi olarak ün kazanmıştır. 1. Çember, Amman batıya genişlediğinde inşa edilmiş ve Jabal Amman, kentin ana doğu-batı ana yolu haline gelmiştir. Yer büyüdükçe ağaçlar ve bitkiler de yaşanmıştır. Günümüzde Jabal Amman'ın sokakları olgun ağaçlarla sıralanmıştır (Goussous, & Yasin, 2015). Amman Büyükşehir Belediyesi,

Jabal Amman'ı “miras çekim merkezi” olarak tanıyarak 2005 yılında eski tepeyi iyileştirmek ve korumak için planlar yapmıştır.



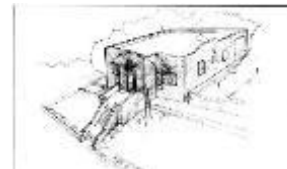
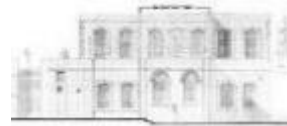
Şekil 62. Araştırma alanı, Jabal Amman (URL-15, 2025)

Jabal Amman, özgün erken 20. yüzyıl mimarisi ve tarihi yapıları ile tanınır. Politikacılar ve iş insanlarının bölgeye taşınmalarıyla birlikte, birçok konut burada inşa edilmeye başlanmıştır. Bu konutların birçoğu tek katlıdır ve yapıların tam ön yüzeyini kaplayan büyük bir ön sundurmaya sahiptir (Al-Asad, Khammash, & Lyons, 1997).

5.1.1. Örnek Seçimi

Tez kapsamında dört vaka örnek olarak seçilmiştir (Tablo 4). Bunlardan üçü Jabal Amman’da az sayıda kalan konutlardan (Al-Murtada, Sabagh, Sharif Shaker konutları) ve bir tanesi (Abu-Jaber konutu) Amman’dan 40 km uzaklıkta bulunan eski kent Al-Salt’ta yer almaktadır. Bu vaka, Amman’ın “kemerli” konutlara sahip olma geçmişine dair kentte hayatta kalan birkaç yapıdan biri olması nedeniyle seçilmiştir (Şekil 45). Ayrıca Al-Salt; uzun, sıcak, kuru yazlar ve kısa, serin kışlarla karakterize sıcak, kuru bir iklime sahiptir (Almatarneh, 2013).

Tablo 4. Seçilen vaka çalışmaları

Konut Binası	Konum	Dönem	Alan (m ²)	Kat Sayısı	Malzemeler	Bina Tipi	Duvar Kalınlığı	Resim
Al-Murtada Konutu	Jabal Amman	1925	225	1	Taş, beton	Kompakt	50-70 cm	
Sabagh Konutu	Jabal Amman	1935	200	1	Taş, beton	Kompakt	20-40 cm	
Sharif Shaker Konutu	Jabal Amman	1928	200	2	Taş, beton	Avlulu	30-60cm	
Abu-Jaber Konutu	Al-Salt	1887 1906	420	3	Taş, sıva, kırmızı tuğla, ahşap	Avlulu	30-100 cm	

5.1.2. Analiz Yöntemi

Bu çalışma, Amman’daki geleneksel binalarda kullanılan pasif soğutma tekniklerini detaylı bir şekilde inceleyerek, özellikle Jabal Amman bölgesindeki bireysel konutları analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın temel hedefi, geleneksel konutların iklimsel tepki veren

tasarım stratejilerini belirlemek ve bu stratejilerin nasıl işlediğini ortaya koymaktır. Bu bağlamda analiz, aşağıdaki üç temel unsur üzerinden gerçekleştirilmiştir:

1. Tipoloji, Yönlendirme ve Mekânsal Organizasyon: Geleneksel Amman konutlarının tipolojik sınıflandırması yapılmış, yapıların yönelimlerinin güneş ışıınımı ve rüzgâr yönleriyle ilişkisi incelenmiştir. Mekânsal organizasyon; odaların avluya açılması, koridorların düzenlenmesi ve mahremiyetin sağlanması gibi konular açısından değerlendirilmiştir.

2. Havalandırma Yöntemleri: Amman'daki geleneksel binaların pasif havalandırma stratejileri analiz edilmiştir. Bu stratejiler arasında iç avluların hava sirkülasyonunu artırmadaki rolü, pencere ve açıklıkların konumlandırılması, yüksek tavanların sıcak hava akımını yukarıya yönlendirmesi, kubbeli ve tonozlu çatıların doğal hava akışına katkı sağlaması gibi unsurlar yer almaktadır. Bu tasarımlar, yapıların yaz aylarında serin kalmasını sağlarken, kış aylarında iç mekân sıcaklığını koruyacak şekilde tasarlanmıştır.

3. Yapı Malzemeleri ve Yapım Teknikleri: Kullanılan yapı malzemeleri ve yapım teknikleri, geleneksel Amman konutlarının ısı performansını nasıl şekillendirdiğini anlamak amacıyla incelenmiştir. Yerel taş, kerpiç, çamur ve saman karışımı gibi malzemelerin yüksek ısıl kütleleri sayesinde iç mekân sıcaklığını düzenleme kapasitesi değerlendirilmektedir. Bu malzemeler, gün boyunca ısıyı emerek gece boyunca yavaşça serbest bırakır ve böylece gün içinde aşırı sıcaklık değişimlerini dengeleyerek konforlu bir iç mekân iklimi oluşturur.

Bu çalışma, literatür taramasında vurgulanan iklimsel tepki veren tasarım anlayışına dayanarak, yapıların form, plan düzeni ve yönlendirme gibi faktörler dikkate alınarak nasıl optimize edilebileceğini ele almaktadır. Enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından, duvarlar ve çatılar gibi uygun yapı malzemelerinin seçimi, mekanik sistemlere bağımlılığı azaltarak doğal iklimlendirmeyi ön planda tutmaktadır.

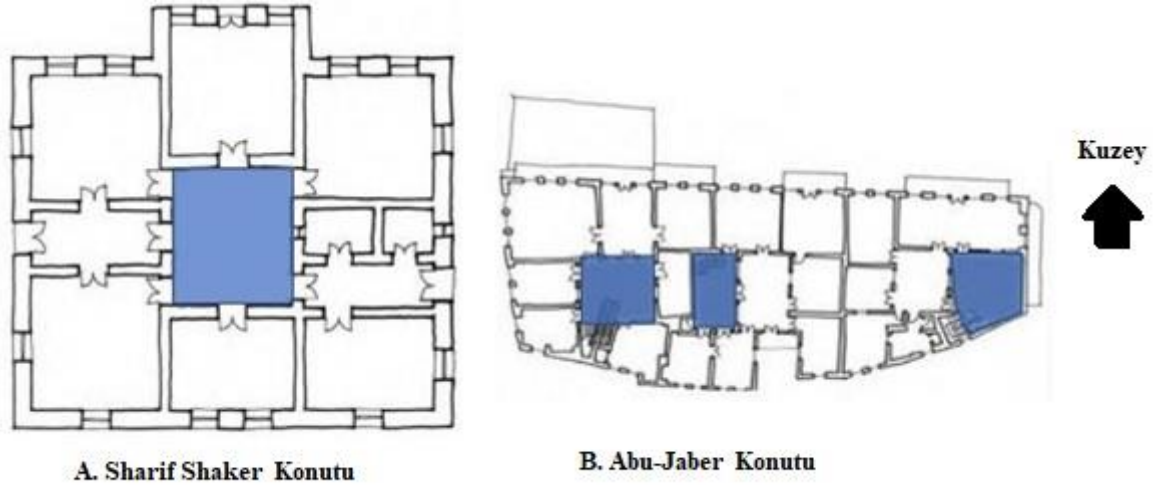
Ürdün'de geleneksel yapı tipolojilerinde yaygın olarak kullanılan iç sofa, dış sofa, yüksek tavan, büyük pencere ve iç avlu gibi unsurlar, pasif soğutma tekniklerinin etkinliğini artırmaktadır. Bu tasarım stratejileri, hem iç mekânların daha ferah olmasını sağlamakta hem de doğal havalandırmayı iyileştirerek enerji tüketimini minimum seviyeye indirmektedir.

Sonuç olarak, Amman'daki geleneksel konutların iklimle uyum sağlayan tasarım prensipleri, günümüz sürdürülebilir mimari anlayışıyla örtüşmektedir. Bu çalışma, geçmişten gelen mimari bilgeliğin modern tasarım süreçlerine nasıl entegre edilebileceğini anlamak açısından önemli bir perspektif sunmaktadır.

stratejiler, geleneksel yapıların sıcak-kuru iklim koşullarında ısı konforu ve enerji verimliliğini artırmada önemli roller üstlendiğini göstermektedir.

Havalandırma Yöntemleri: Avlular: Çoğu geleneksel Arap konutu, özellikle sıcak, kuru iklimlerdeki konutlar, konutun kalbi ve ruhu olarak hizmet eden bir avluya sahiptir. Avlu genellikle konutun merkezinde, gökyüzüne açık bir yer olarak hizmet vermiştir (El Shorbagy, 2016). Bu açık avlu, Arap toplumunda önemli bir sosyal yön olan ayrılma ve gizliliğe sahip olmanın yanı sıra, doğal hava akışını iç mekânda artırarak ısı konforu artırmak amacıyla kullanılmıştır (El Shorbagy, 2016). Bir mimar olan Fathy, bir avlulu konutta kullanılan karşılaştırmalı soğutma mekanizmasının, geleneksel konutlarda hava akışını hareketlendirerek mimari değişikliklerin anlaşılması için temel oluşturduğunu açıklar. Çünkü sıcak, kuru iklimlerde, akşam üzeri gökyüzünde yeniden ısıma olayları nedeniyle hava sıcaklığı aniden düşer (Fathy, 1986). Bu özellik, geleneksel yapıların bina tasarımında avlu alanının aktive edilmesi yoluyla sakinlerin ısı konforunu artırmak için kullanılmıştır (Fathy, 1986).

Klasik bir konutun avlu alanı çok amaçlı bir odanın görevini üstlenir (Edwards vd., 2006). Avlu, konut içinde doğrudan bir bahçe sağlamanın yanı sıra, iç mekâna benzersiz bir mekansal his katar. En önemlisi, bu avlular konut içindeki sıcaklık ve nem seviyelerini sağladıkları artan havalandırma ve doğal ışık ile dengeler. Diğer odaların bu merkezi odanın etrafında düzenlenmesi nedeniyle, onun aydınlatması tüm odaları sarar. İkinci olarak, iklim açısından havalandırma ve pasif soğutma idealdir. Odaların avluya doğru yönlendirilmesi nedeniyle, sıcaklıklar yüksek olduğunda bile hava, kolayca odalardan geçebilir (Edwards vd., 2006). Açık avlu, bahçeden gelen serin havayı binanın içine hapseder ve böylece bütün konutu soğutur. Gündüzleri, konut sakinleri yapı tarafından sağlanan gölge nedeniyle çok sıcak hissetmezler. Soğuk hava, sıcak havadan daha yoğun olduğundan, yapıya nüfuz eder ve çevredeki alanları soğutmaya yardımcı olur (Gut, & Ackerknecht, 1993).

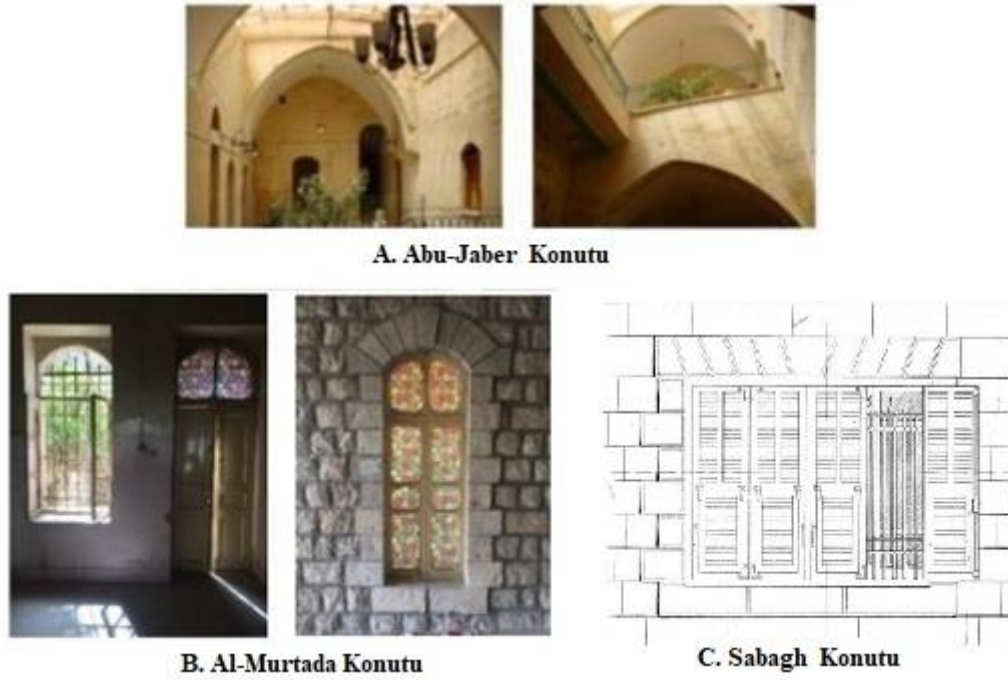


Şekil 64. Açık avlu (Shawash, 2011), (Yazar tarafından detaylandırılmıştır)

Amman'ın geleneksel mimarisi bazen hoş bir dış mekân alanı yaratmak için bir avlu içerir. Bu, pasif soğutma sistemlerinin önemli bir unsuru olduğundan, başlangıçtan itibaren yapıya dahil edilmiştir. Avlu, bina tasarımı ve düzenlenmesinde merkezi bir rol oynar, düzeni kısmen çevresel faktörler ve yenilenebilir enerji kaynakları tarafından belirlenir (Şekil 64).

Avlunun boyutunun hem soğutma hem de ısıtma verimliliğinin optimum düzeyine ulaşmak için önemli olduğu unutulmamalıdır. Bu; sıcak, kuru iklimlerdeki sıcak yazlar ve soğuk kışlar için önemlidir. Amman'ın geleneksel binalarında kullanılan avlular, yaz aylarında yeterli gölgelendirmeyi sağlamak ve kış aylarında yeterli güneş ışını kazanımlarını mümkün kılmak için mükemmel oranlarda büyük olmuştur. Onlar, dış ortama göre iç mekânda iyileştirilmiş bir iklim sağlamak için bir mikro iklim işlevi görmüşlerdir.

Açıklıklar: Amman'ın geleneksel mimarisi, kentin sıcak, kuru yazlarına uyum sağlamak için evrim geçirmiş ve iklim, kentin yapılarında kullanılan formları, detayları ve süslemeleri belirlemede önemli bir rol oynamıştır. İyi havalandırma ve havadar bir mekân; iç sofa, eyvan, dış sofa, yüksek tavan, yüksek pencere, iç avlu gibi özelliklerden yararlanılarak elde edilebilir.



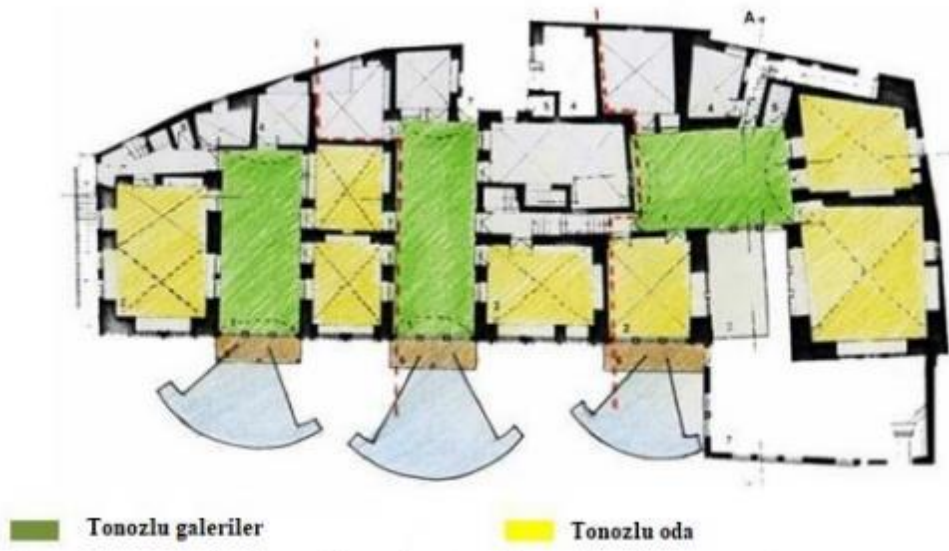
Şekil 65. Geleneksel konutlardaki açıklıklar (URL-16, 2025)

Ürdün'ün geleneksel mimarisinde, ahşap ızgaralı pencereler olan mashrabiyyaların birçok örneği bulunur ve Amman bu kuralın bir istisnası değildir. Geleneksel olarak, bu perdeler bir binaya giren güneş ışığının miktarını sınırlamak için kullanılmıştır. Geleneksel mimaride, pencerelerin konumu ve cam panellerin boyutları, binaların içinde hava akışını ve içeri giren güneş ışığının miktarını kontrol etmek için dikkatlice düşünülmüştür. Bu, avluları çevreleyen duvarlardaki açıklıkların stratejik konumlandırılmasıyla gösterilir, böylece hava her iki yönde de akabilir (Şekil 65).

Kubbeli ve Tonozlu Çatılar: Ürdün'deki geleneksel binaların çatılarında kubbe ve tonoz gibi örtüler oldukça yaygındır. Bir tür tonozlu tavan olan varil tonozu, en basitlerinden biridir. Yarım silindir şeklinde olan ve paralel kemer dizisiyle oluşturulan bir yapıya sahiptir. Ürdün binaları genellikle varil tonozlarına sahiptir çünkü fiziksel olarak basit ve kemerlerle aynı temel fikirleri kullanır ancak daha büyük bir alanı kaplar. Varil tonozun eklenmesiyle karakter genellikle arttırılır. Özellikle boyu uzun, eni dar alanlarda etkilidir. Tonozlar doğal ışık, havalandırma ve pasif soğutmayı geliştirir. Tonozlu bir tavanın farklı uzaklıklarında açılmış boşluklar, sıcak havanın mekâna giriş ve çıkış noktalarıdır (Şekil 66, 67).



Şekil 66. Madafat Farah Abu Jaber diğer çapraz tonozlu odalara giden ana varil tonozlu galeri (Almatarneh, 2013)



Şekil 67. Madafat Farah Abu Jaber'in tonozlu galeri, ve çapraz tonozlu odalar gösteren planı (Almatarneh, 2013)

Bir tonoz planlarken, günün en sıcak saatlerindeki hâkim rüzgâr yönünü dikkate almak önemlidir. Başka bir deyişle rüzgâr, rüzgârın yönüne dik olan girişten binaya girer ve tonozun altında biriken sıcak hava, rüzgârın yönüne dik olan açıklıklardan dışarı salınır.

Yapı Malzemeleri ve Yapım Yöntemleri: Binalarda duvarlar ve çatı gibi doğru malzemelerin kullanımı, enerji verimli ve iklimle uyumlu bir tasarım elde etmenin ikincil bir yoludur. Örneğin, yüksek ısıl kapasiteli malzemelerden yapılan duvarlar ve çatılar, binalarda ısıl kütleler oluşturarak iç mekân sıcaklığını konforlu bir seviyede tutmaya yardımcı olur. Amman'ın eski binaları genellikle modern yapı malzemelerine kıyasla daha düşük gömülü enerjiye ve toksisiteye sahip doğal malzemeler kullanılarak inşa edilmiştir.

Bu malzemelerin işlenmesi daha az çaba gerektirir ve çevreye daha az zarar verir. Teorik olarak, ahşap gibi yenilenebilir özelliklere sahiptirler. Doğal kaynakların yapı ürünlerine dahil edilmesi, bu ürünleri daha çevre dostu ve sürdürülebilir hale getirir. Ayrıca, yerel olarak üretilen yapı malzemelerinin kullanılması, otomobillerin neden olduğu kirliliğin azaltılmasına da katkı sağlar. Bu nedenle, yerel malzemeler iklimle uyumlulukları ve yerel ekonomiyi desteklemeleri nedeniyle tercih edilmektedir (Almatarneh, 2013).

Yüksek ısı kütleye sahip malzemeler, büyük miktarda ısıyı emip depolayabilen malzemelerdir. Isıl kütle; genellikle taş duvarlar, çatı ve zeminler ya da gömülü faz değiştiren malzemelerden oluşur. Yerel kayıtlar, çoğu eski Ürdün kasaba ve kentlerinin, kalelerinin inşa edilirken standart uygulamaların izlendiğini göstermektedir. Geleneksel duvar kalınlıkları 20 ile 100 cm arasında değişmekteydi ve sadece çatının ağırlığını değil, aynı zamanda tonozun baskısını ve yanal yükleri de taşıyabilecek şekilde tasarlanmışlardı. Geleneksel konutlarda genellikle oldukça kalın duvarlar bulunduğundan, yıl boyunca daha konforlu bir yaşam sağlanıyordu. Sıcak ve kurak bölgelerde sıkça görülen büyük günlük sıcaklık değişimleri nedeniyle, yüksek ısı kapasiteye sahip kalın duvarların kullanılması, enerji ihtiyacını azaltmak ve binalarda ısı konforu artırmak için uygun bir yaklaşımdı. Duvarların çekirdeği, dış ve iç yüzeyler arasındaki boşluğu dolduran küçük moloz taşlar ve harçtan oluşuyordu. Amman'da nesiller boyu ustalar, konut ve iş yerleri inşa ederken kireç, çamur ve alçı gibi bağlayıcı malzemelere güvenmişlerdir. 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar, Amman'daki binalar tamamen bölge genelinde çok fazla bulunan doğal malzemelerle inşa edilmiştir. Tarih boyunca çamur, saman, kerpiç ve taş duvarlar gibi ısı kütleler, gündüz güneş ısını dışarıda tutmak ve gece bu ısıyı tekrar çevreye bırakmak için kullanılmıştır. Bu nedenle, güneş radyasyonunu düzenlemek ve enerji tasarrufu hedeflerine ulaşmak için bölgede kolayca bulunabilen malzemeleri kullanmak mantıklı bir yaklaşımdı. Sonuç olarak, enerji sürdürülebilirliği açısından en iyi performans; duvar malzemesi, kalınlığı ve yapım yöntemleriyle elde edilmiştir.

5.2. Simülasyon Çalışmaları

5.2.1. Bina Simülasyon Yöntemi

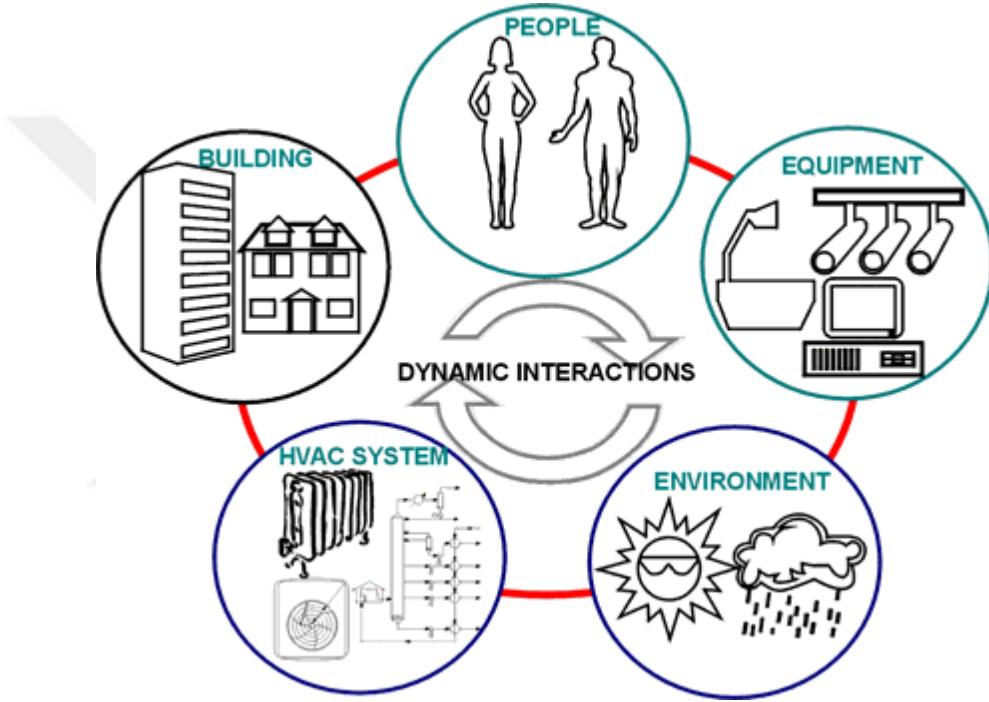
Bir binanın enerji kullanımını simüle etmek, tasarımcıların daha verimli yapılar oluşturmasına yardımcı olabilir. 1920'lerde, bina enerji modellemesinin temelini atan bir

dizi algoritma olan tepki faktörü yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu algoritmalar, 1950’lerde daha da geliştirilmiş (Glutzer vd., 2009), 1960’larda HVAC (ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) mühendisleri tarafından zirve soğutma gereksinimlerini tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmıştır. 1960’ların sonlarına gelindiğinde, termonükleer radyasyon sığınaklarındaki soğutma ihtiyaçları için planlama, artık FEMA (Federal Acil Durum Yönetimi Ajansı) olarak bilinen sivil savunma bürosunda ilgi görmüştür (Jenkins, 2011). Japon bilim insanı Kusuda, tek bir odadaki güneş ışığı ve hava durumunun etkilerini incelediğinde, tekniği bir sonraki seviyeye taşımıştır. 21. yüzyılda, BIM (bina bilgi modelleme) şirketleri bina enerji modelleme ekiplerini satın almış ve bu nedenle BIM, enerji bina modellemesi ile giderek daha fazla entegre olmaya başlamıştır. Sıkı inşaat kurallarının ortaya çıkması ve karbon kredileri ile karbon vergilerinin yaygın olarak kullanılması nedeniyle, araştırmacılar bina enerji modellemesinin gelecekte hızlı bir şekilde genişlemesini beklemektedir (Jenkins, 2011). Glutzer vd. (2011), bilgisayar enerji modellemesindeki kritik teknolojilerin ve gelişmelerin, bina sakinlerinin memnuniyetini sağlama konusunda önemli bir rol oynayan geniş bir potansiyel sağladığını belirtmektedir. Oden vd. (2006), bilgisayar simülasyonunun artık her zamankinden daha popüler ve aktif olduğunu iddia etmektedir. Son zamanlarda bina enerji modelleme ve bilgisayar simülasyonları, mühendislik ve mimaride matematiksel denklemlere ve fiziksel modellere çözüm bulmak için kullanılmaktadır (Glutzer vd., 2011).

Günümüzde birçok mühendislik araştırma ve endüstri firması, inşa edilmiş çevreyi incelemenin daha geleneksel yaklaşımlarına bilimsel bir alternatif olarak bina enerji modellemesini kullanmaktadır (Glutzer vd., 2011). Bina tasarımında daha yüksek bir mükemmeliyet veya verim standardına ulaşmak için, binanın davranışını etkileyen tüm çevresel faktörleri dikkatlice değerlendirmek önemlidir. Ancak son on yıllarda bina enerji simülasyonu; mimar ve mühendislerin bina tasarımında ısı analiz, devreye alma ve yapım aşamasından önce bina değerlendirmesi gibi konularda daha fazla yardım sağlamıştır.

Bir kural olarak, mimari tasarım süreci, belirli teknolojik ilerlemeleri ve standartları içeren iyi organize edilmiş fikirler geliştirmeyi ve ardından binanın uygulamasını verilen bir tasarım ortamındaki diğer uygulama kriterleri ile değerlendirmeyi içerir. Sürdürülebilirlik yönünde ilerlemek için mühendisler ve mimarlar giderek daha fazla bina modelleme ve simülasyon koşullarını kullanmaktadır (Hien vd., 2003). Yazar, bina simülasyonunun tasarımın uygulanmasına dayalı olarak koordine edilmiş veriler sağlayarak tasarım ekibinin yapıyı “görmesine” ve “hissetmesine” yardımcı olabileceğini belirtmiştir. Yine de,

simülasyon araçları, binaların performansını ifade etmek ve dolayısıyla ideal tasarımlar sağlamak veya optimum veya doğru hesaplanmış tasarımlar oluşturmak için farklı alan analizleri ve tahminler düşünülmesine olanak tanıyan faydaları açısından geliştirilmiştir (Hensen vd., 2004). Şekil 68’de görüldüğü gibi; yapıların mimari, mekanik ve inşaat mühendisliği sorunları arasında yüksek bir etkileşim düzeyi vardır ve bu nedenle bilgisayar simülasyonu ve bina modelleme, bu sorunların sınıflandırılması için mükemmel bir teknik oluşturmaktadır.



Şekil 68. Bina simülasyon sürecinin etkileşimli alt sistemleri (Hensen vd., 2004)

Bina modelleme, sera gazı emisyonlarını azaltmaya ve fosil yakıt verimliliğini artırmaya yardımcı olabilir. Sera gazları karbondioksit, metan ve azot oksit içerir. Ayrıca, binaların modellenmesi, inşa edilen çevrenin kalitesini, kullanıcı memnuniyetini ve çalışma verimliliğini artırmaya yardımcı olabilir (Hensen vd., 2004). Yazar, bu sonuçların yalnızca dinamik etkileşimlerin hesaba katılmasıyla elde edilebileceğini savunmuştur (Şekil 68).

5.2.2. DesignBuilder Yazılımı

Bu bölümde daha önce belirtildiği gibi, bina enerji simülasyonu bir binanın yaşam döngüsünün ön planlama aşamasında ve bina enerji performansını tahmin etmek ve

geliştirmek için kullanılabilir, ayrıca kullanıcı konforunu analiz edebilir. Mevcut simülasyon araçlarının çeşitliliği nedeniyle, bu çalışma için ısıl davranış simülasyon yazılımının bir çerçeve incelemesi yapılmıştır. Crawley vd. (2001), ana bina enerji modelleme programlarını incelemiş, bireysel işlevselliklerini, özelliklerini ve kapasitelerini karşılaştırarak değerlendirmiştir. EnergyPlus, ECOTECT, IES VE, BLAST, ESP-r, DeST, BSim, eQUEST, DOE-2, HAP, HEED, PowerDomus, Energy-10, TAS, SUNREL, Energy Express, TRNSYS ve TRACE, raporun stratejisini derlemek için analiz edilen bazı bina enerji simülasyon programlarıdır. Ancak, raporun sonraki bölümleri enerji simülasyon uygulama mühendislerinden sağlanan bilgilere dayanır: Bina modelleme vurguları; Soğutma ve ısıtma yükleri, Pencere; Sızdırma; İnşaat; Gün ışığı; Doğal havalandırma; ve Bölge hava akışı. Crawley vd. (2001), diğer simülasyon sistemlerine göre üstün yeteneklere sahip olduğu için EnergyPlus simülasyon programını seçmektedir. Yazarlar, EnergyPlus'ın DOE ve BLAST yazılımlarının yetenekleri dikkate alınarak bir bina enerji simülasyonu aracı olarak geliştirildiğini belirtmektedir.

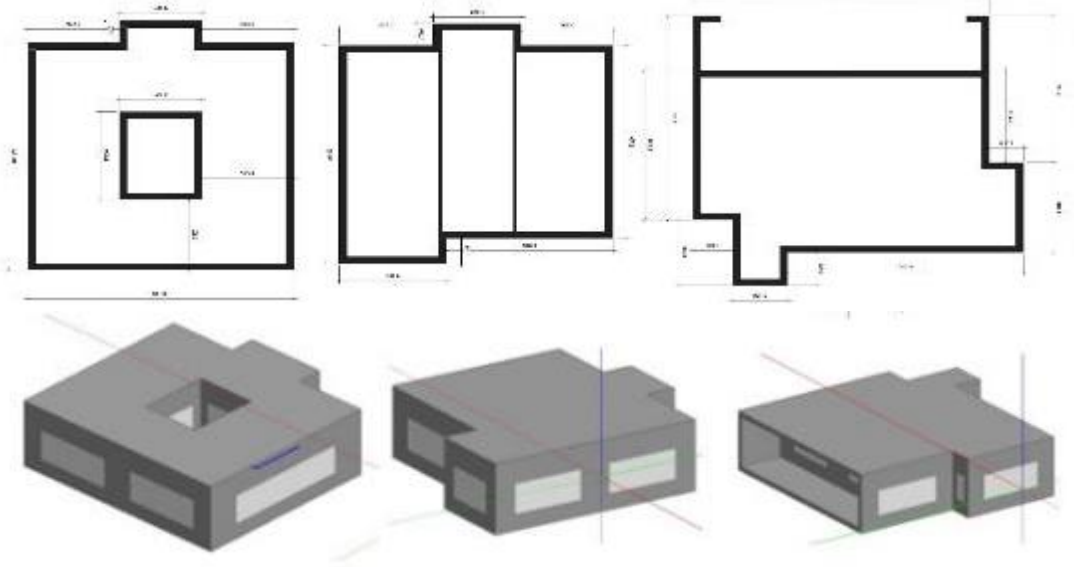
DesignBuilder, mühendisler ve akademik araştırmacılar tarafından günümüzde binaların enerji tüketimini simüle etmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir programdır. DesignBuilder, mimarları ve mühendisleri çeşitli tasarım senaryolarını analiz etme sürecinde desteklemek ve en iyi tasarımı ve en enerji verimli tasarım seçeneğini seçme konusunda yönlendirmek amacıyla geniş bir özellik yelpazesi sunmaktadır (Hensen vd., 2004). Bu uygulamanın kullanıcılarına, enerji tasarrufu fırsatlarını ve çözümlerini bulmalarına yardımcı olmasının yanı sıra enerji verimliliği açısından sonuçları değerlendirmelerine, enerji tasarrufunun sağlanıp sağlanmadığını belirlemelerine yardımcı olacağı anlamına gelir (Crawley vd., 2001). Simülasyon sürecine başlamadan önce en iyi mimari tasarımın elde edilmesi için, bina davranışını ve simülasyon sonuçlarını önemli ölçüde etkileyen iklim faktörlerinin tanınması gerekir. Ancak, DesignBuilder için giriş verileri kesin bir şekilde tanımlanmalıdır. Bu, konum ve bölge seçeneği ile birlikte EPW formatındaki gerçek dış hava dosyası verilerini, bina geometrisini ve ısıl performansı tanımlayan bina ısıl bölümlendirmesini içerir. Diğer önemli giriş verileri arasında yapı malzemeleri ve inşaat şablonları yer alır. Ancak bunun yanında, DesignBuilder veritabanı, modelleme, enerji testleri yapma ve erken tasarım kararları verme konusunda önemli bir yardım sağlamıştır (Hensen vd., 2004).

5.2.3. Enerji Modellemesi için Saatlik Hava Raporları Verilerinin Girilmesi

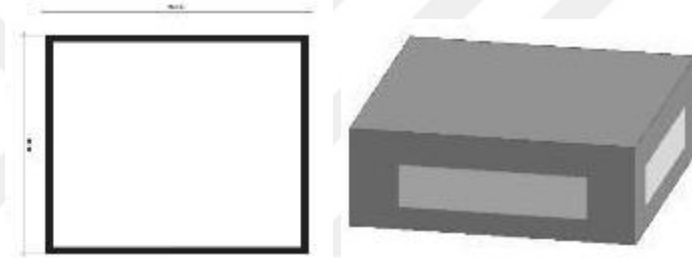
DesignBuilder uygulaması, kullanıcıların, özellikle konum türünün simüle edilmiş hava verisi başlığında, sahada saatlik hava veri setlerini içe aktarmasına olanak tanır (Garg vd., 2017). Gerçek dünyayı simüle ederken, DesignBuilder saatlik hava dosyalarını EnergyPlus formatında okur. Her bölge için dış hava sıcaklığı, güneş iletimi ve atmosfer koşullarını her saat için belirten ayrı bir hava dosyası bulunmaktadır. Belirli bir yerde alınan saatlik ölçümler ve DesignBuilder programında kullanılan hava veri dosyasına girilen veriler, genellikle meteoroloji ajansları ve Ulusal Hava Servisi tarafından sağlanan veri türlerini temsil eder (Pyrgou vd., 2017). Simülasyon ekranında alan veri seçeneği seçildiğinde, bir hava verisi grafiği görüntülenir. Dış kuru termometre sıcaklığı, çiğ noktasının sıcaklığı, rüzgar hızı, rüzgar yönü, güneş açısı, güneş azimut, atmosfer basıncı ve doğrudan normal güneş ışınları gibi temel meteorolojik veriler, bu grafiklerde saatlik aralıklarla çizilir (Vuong vd., 2015). Kural olarak, Energy Plus, saatlik hava verilerini EPW dosya uzantısıyla formatlar. DesignBuilder, saatlik hava verileri için küresel bir veritabanına sahip olsa da, yalnızca varsayılan konumun hava dosyası başlatıldığında yüklenir. DesignBuilder'ın geniş kütüphanesinden kullanıcı, mevcut alana en uygun hava dosyası şablonunu seçebilir (Garg vd., 2017).

5.2.4. Simülasyonda Kullanılan Test Odası ve Bina Modelinin Tanımlanması

Tez çalışmasında Amman'ın geleneksel ve güncel konut tiplerinin davranışları hakkında bilgi edinmek amacıyla simülasyonlar gerçekleştirilmiştir; günümüzdeki konutlarda avlu, iç sofa veya dış sofa bulunmamaktadır. Enerji simülasyonunu değerlendiren temel parametreler iç ve dış sıcaklıklardır. Bina tipleri, ısı analizler için Design Builder yazılımı kullanılarak simüle edilmiştir. Simülasyon, Amman'ın geleneksel konut tipleri olan dış sofalı, avlulu ve iç sofalı konutları (Şekil 69) ve Amman'ın güncel konut tipi için (Şekil 70) yapılmıştır.



Şekil 69. Amman geleneksel konutları: Avlulu konut, iç sofalı konut ve dış sofalı konut (yazar tarafından oluşturulmuştur)



Şekil 70. Amman güncel konut tipi (yazar tarafından oluşturulmuştur)

Bir binanın dış cephe performansı; tasarım unsurları, aydınlatma ve ekipmanlardan kaynaklanan iç ısı kazancı, malzeme ısı özellikleri, çevresel faktörler ve işgal alışkanlıkları gibi birçok faktörden etkilenir. Simülasyonun ısı performansını değerlendirirken, tüm bu faktörler dikkatlice göz önünde bulundurulmalıdır. DesignBuilder’da, soğutma tasarımı hesaplamaları için periyodik kararlı dış sıcaklıkları belirlemek amacıyla maksimum ve minimum tasarım yaz hava koşulları kullanılır. Simülasyon, her bölgedeki soğutma sıcaklığı ayar noktalarını korumak için gereken soğutma kapasitesini belirlerken, her bölge için yarım saatlik sıcaklıklar ve ısı akışlarını da hesaplar (Garg vd., 2017). Hesaplama, kullanıcıların aydınlatma ve diğer ekipmanlardan kaynaklanan iç kazançlar ile pencerelerden ve doğal havalandırmadan gelen güneş kazançlarını dikkate alır. Ayrıca, farklı sıcaklıktaki bölgeler arasındaki ısı iletimi ve konveksiyonunu da göz önünde bulundurur.

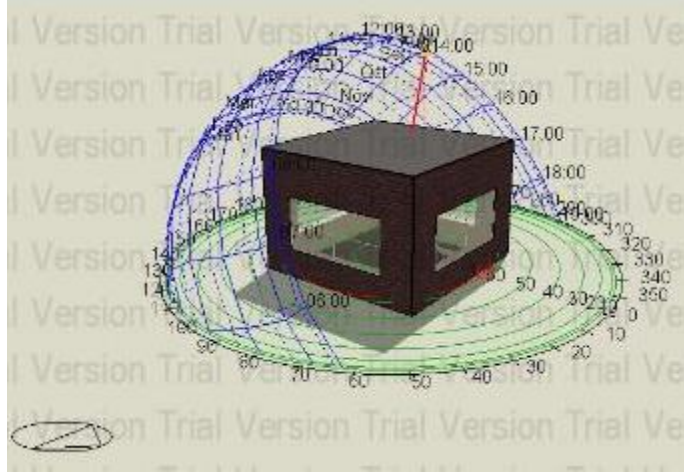
Modelleme yönteminin amacı bir simülasyon modeli oluşturmak ve elde edilen sonuçları pasif soğutma teknikleri ve ısı verimlilik açısından farklı konut türlerini

karşılaştırmak için kullanılmaktadır. Yerleşik bir Amman mahallesindeki müstakil konutlar, bu simülasyonda kullanılan konutları temsil etmektedir. Her vaka çalışması, Amman'ın geleneksel konut binalarında kullanılan malzemelere benzer malzemelerle inşa edilmiş bir prototip binadır. Simülasyon, hangi türün pasif soğutma teknikleri açısından daha iyi olduğunu belirlemek için ana parametre olarak iç ve dış sıcaklıkları kullanır.

Enerji modelleme yöntemi için vaka çalışmasında Amman, Ürdün'ün iklimi ve bir konut ısıl bölgesini taklit eden küçük bir test odası kullanılmıştır. Bu test odasında pasif soğutma tekniklerinin uygulanmasının etkisini incelemek için karşılaştırmalı bir simülasyon yaklaşımı uygulanmıştır. Bu, pasif soğutma tekniklerinin uygulanmasının ardından enerji test odası modelini yansıtmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Test odasında pasif soğutma stratejilerinin uygulanmasından önce ve sonra karşılaştırılacak enerji simülasyonunun temel özellikleri, iç ve dış sıcaklıklardır.

Simülasyon çerçevesine en temel girişlerden bazıları için kısa açıklamalar aşağıda verilmiştir:

1. Konut modeli 3,5 m tavan yüksekliğine sahiptir ve 100 m²'dir; bu binalarda dört kişilik bir aile yaşamaktadır.
2. Test odası ve tüm konut modelleri; taş, beton bloklar ve beton döşeme gibi kolayca erişilebilen aynı yapı malzemelerinden oluşturulmuştur.
3. Simülasyon testi, binanın dış cephesi ve pencereleri üzerindeki güneş radyasyonu ısı kazancını ve kullanılan geleneksel pasif soğutmanın etkisini göz önünde bulundurmak için en sıcak günde yaz mevsiminde gerçekleştirilmiştir.
4. Her senaryo için değerlendirilmesi gereken iki ana parametre, iç ve dış sıcaklıklardır.
5. Modeller, herhangi bir mekanik klima olmaksızın doğal olarak havalandırılmıştır.
6. Test model odası 5x5 m boyutundadır ve döşeme yüksekliği 3,5 m'dir (Şekil 71).



Şekil 71. DesignBuilder kullanarak tasarlanan enerji simülasyon odası modelinin görünümü

Amman'daki birçok konut, karşılaştırılabilir mekânsal düzenlemelere sahiptir ve seçilen boyutlar, özellikle metropol alanlarında küçük ve orta boyutlu konut birimlerinin büyük bir kısmını yansıtmaktadır. Bu önem, bulguların gerçek dünya senaryolarına uygulanabilirliğini artırmaktadır. Givoni (1998), kare odaların daha standart hava akışı ve sıcaklık dağılımı sağladığını, böylece uzunlamasına boyuttaki odalarda yaygın olan sıcak veya soğuk bölgelerin oluşumunu minimize ettiğini belirtmektedir. Bu boyut, doğal havalandırma araştırmalarında hava akışı dağılımı için optimal bir oran sunmakta ve pasif soğutma etkinliğini değerlendirmek için temsili bir ortam oluşturmaktadır. Boyutlar, uluslararası standartlar tarafından belirlenen konut konforu kriterlerine (ASHRAE 55, EN 15251 gibi) uygun standartlaştırılmış bir test alanı ortaya koyar. De Dear & Brager'ın (2002) araştırması, bu boyuttaki odaların, ısı konforu, havalandırma ve aydınlatma gibi iç mekân çevresel değişkenlerinin sistematik olarak incelenmesini sağladığını vurgulamakta ve dolayısıyla ısı konfor etkilerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu araştırmada, Amman, Ürdün'deki farklı konut türlerinin ısı verimliliği üzerinde çeşitli pasif soğutma yöntemlerinin etkisini değerlendirmek için enerji simülasyonu modellenmesi kullanılmaktadır. Geleneksel türler olan avlulu konutlar, iç sofalı konutlar, dış sofalı konutlar ve günümüzde inşa edilen çağdaş tür olan tipik konutlar dahil olmak üzere çeşitli bina tasarımlarında gölgeleme, cam türü, pencere yönlendirmesi ve pencere-duvar oranı gibi değişkenleri inceleyerek ısı konforu ve enerji verimliliğini artırmaya odaklanan simülasyonlar, DesignBuilder yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 72).

6.1. Değerlendirilen Ana Pasif Soğutma Teknikleri

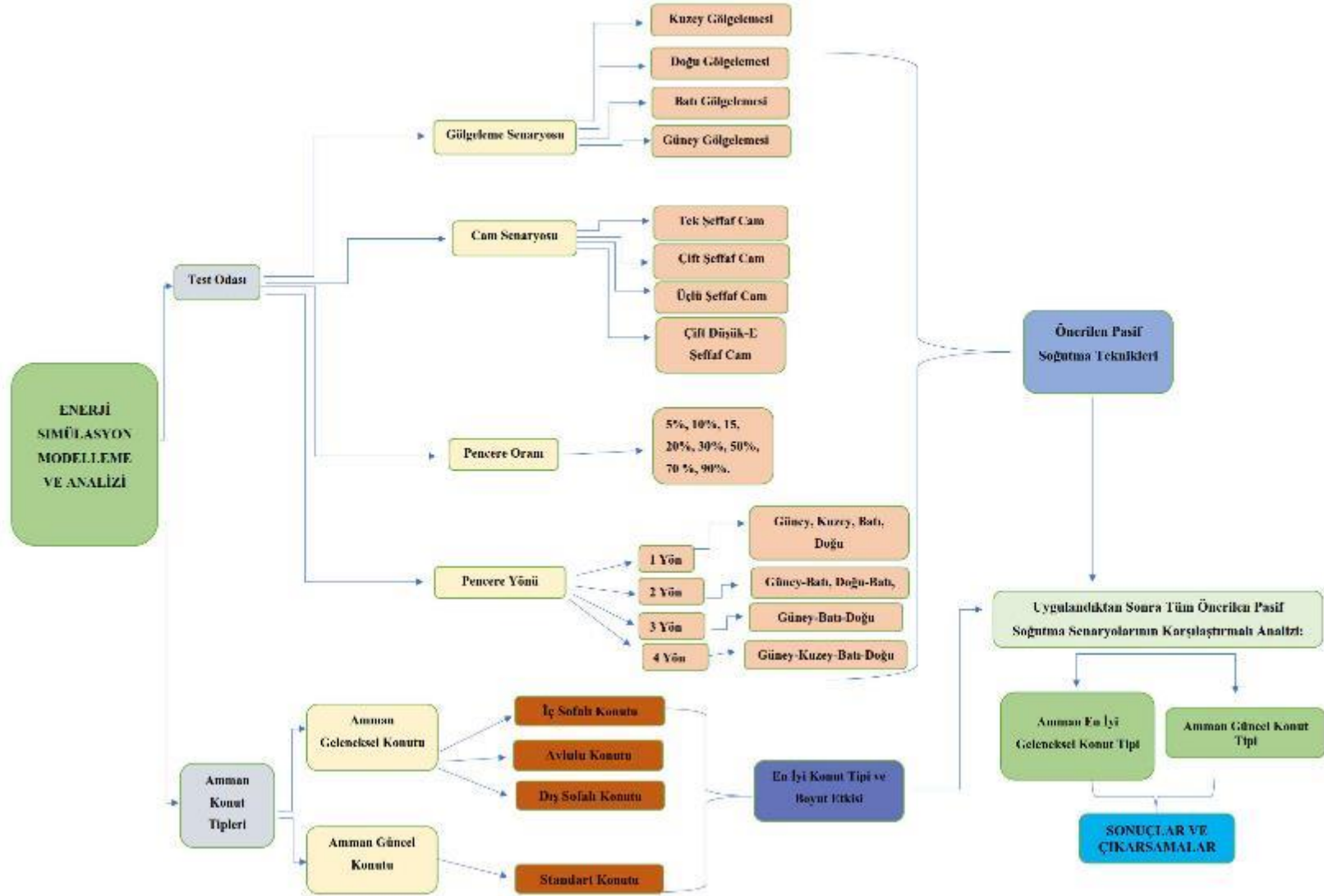
- Gölgeleme Senaryoları: Güneş ısı kazanımını azaltmak ve iç sıcaklıkları kontrol etmek için çeşitli gölgeleme düzenlemeleri (doğu, batı, güney, kuzey ve gölgelemesiz) uygulanmıştır.
- Cam Türleri: İç mekân ısı kazanımını en aza indirirken doğal ışık ve görünürlüğü koruyan en etkili alternatifin hangisi olduğunu belirlemek için farklı pencere camı seçenekleri (tek şeffaf cam, çift şeffaf cam, üçlü şeffaf cam ve çift low-e cam) değerlendirilmiştir.
- Gölgeleme Senaryoları: İç ortam sıcaklık kontrolü üzerindeki etkilerini değerlendirmek için çeşitli gölgeleme düzenlemeleri, güneş ısı kazanımını azaltma ve soğutma performansını artırma etkinliği açısından değerlendirilmiştir.
- Pencere Yönleri: Hava akışı ve toplam soğutma etkinliği üzerindeki etkileri değerlendirmek için pencere yönlendirmelerinin (tek taraflı, çift taraflı, üç taraflı ve dört taraflı) simülasyonları gerçekleştirilmiştir.
- Pencere-Duvar Oranı: Doğal ışığı maksimize ve ısı kazanımını minimize etme arasında optimum dengeyi belirlemek için %5 ile %90 arasında çeşitli pencere-duvar oranları incelenmiştir.
- Bina Türü: Pasif soğutma sistemleri ile entegre edildiğinde optimum ısı konfor ve enerji verimliliği sağlayan tasarımın belirlenmesi amacıyla Amman'da yaygın olan geleneksel ve çağdaş konut tipleri üzerinde enerji simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

- Bina Boyutu: Isıl performans üzerindeki etkisini incelemek için 100 m² ile 500 m² arasındaki farklı bina planı boyutlarının simülasyonları gerçekleştirilmiştir.

Tüm pasif soğutma parametreleri uygulandıktan sonra yapılan karşılaştırmalı bir çalışma ile pasif soğutma için en iyi gölgeleme, cam türü, pencere yönlendirmesi ve pencere-duvar oranları kombinasyonları belirlenmiştir. Araştırma, iç ısı kazanımını azaltma, havalandırmayı artırma ve genel ısıl konforu elde etme üzerine vurgular yaparak çeşitli konut türlerinin ısıl performansını değerlendirmiştir.

DesignBuilder simülasyonları, 24 saatlik bir süre boyunca iç hava sıcaklıklarıyla ilgili veriler üretmiştir. Her konut tipi, soğutma verimliliğini ve konforunu artırmak için en uygun stratejilerin karışımını belirlemek amacıyla farklı pasif soğutma senaryoları altında değerlendirilmiştir.

Araştırma, Amman'daki konut yapıları için en etkili pasif soğutma sistemleriyle ilgili önerilerle sonlanmaktadır. Hem geleneksel hem de çağdaş konut yapılarında enerji verimliliğini artırmak için optimum gölgeleme, etkili camlama ve stratejik pencere yönlendirmesi gibi pasif tasarım özelliklerinin entegrasyonunun gerekliliğini vurgulamaktadır. Sonuçlar, artan sıcaklıklarda ısıl konforu artırmak için pasif soğutma stratejilerinin kentsel planlamaya entegre edilmesi gerektiğini öne sürmektedir.



Şekil 72. Uygulanan pasif soğutma tekniği ile simülasyon senaryolarını gösteren enerji simülasyonu sürecinin matrisi

6.2. Test Oda Modelinde Pasif Soğutma Tekniklerinin Simülasyonu

Enerji simülasyon süreci, test odasının yaz mevsimi boyunca ısı performansını incelerken, oda ile çevresi arasındaki ısı değişimi temel kavramları tartışılmalıdır. Bina kabuğu aracılığıyla ısı, bina ile çevresi arasında iletilir.

Isı taşınmasının üç yolu vardır: konveksiyon, iletim ve radyasyon. Sıcaklık, ilgili yüzey alanının büyüklüğü, kat edilen mesafe ve yüzeyin özellikleri ısı akışını etkiler (Yang, vd., 2017). İletim; duvarlar, çatılar, zeminler ve pencereler gibi bina kabuğu bileşenleri arasında ısı transferini sağlar. Güneş, doğrudan güneş ışığına maruz kaldığında ısı kazanımını dramatik şekilde artıran başlıca radyant ısı kaynağıdır. Isı her zaman daha sıcak yerden daha soğuk yere doğru hareket ettiğinden, bina malzemeleri güneş radyant ısını emerek binanın içinde yeniden yayar.

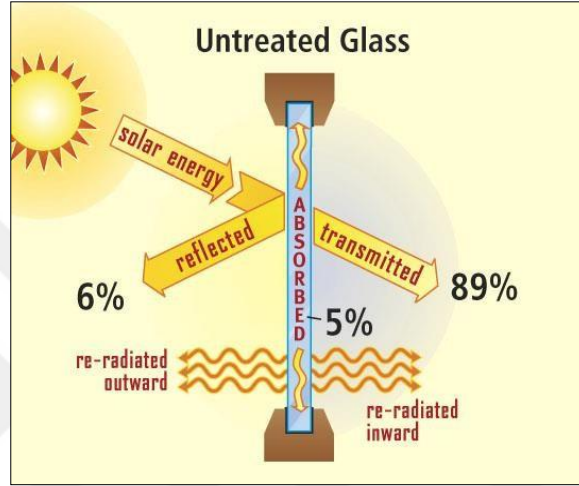
Bir bina kabuğunun ısı performansını etkileyen birçok faktör vardır; bunlar arasında tasarım değişkenleri, ışık ve ekipmanlardan gelen iç ısı kazancı, malzeme ısı özellikleri, hava koşulları ve doluluk profili bulunur. Simüle edilen binanın ısı performansını değerlendirirken, bu parametrelerin tümü dikkatlice göz önünde bulundurulmalıdır. DesignBuilder'da soğutma tasarım hesaplamaları, en yüksek ve en düşük yaz mevsimindeki hava koşullarından elde edilen periyodik kararlı dış sıcaklıkları kullanır. Simülasyon, her bölge için yarım saatlik sıcaklıkları ve ısı akışlarını hesaplar ve her bölgede herhangi bir soğutma sıcaklığı ayar noktalarını korumak için gerekli soğutma kapasitelerini belirler (Garg vd., 2017).

Sıcak iklim bölgelerindeki binalarda güneş ısı kazanımı, genellikle sıcak yaz günlerinde güneş ışınları kaynaklıdır. Güneşli ve sıcak bölgelerde, klima birincil soğutma yöntemi olup, bina solar ısı kazanımını azaltmak için stratejilerin uygulanması gerekir. Bina konumu ve yönlendirmesi, solar ısı kazanımını önemli ölçüde etkilese de bina ısı emilimini sınırlamak için birkaç yöntem mevcuttur. Bu modelleme çabasında bina ısı kazanımını azaltmak için sağlanan ana yaklaşım, pasif güneş tasarımı ilkeleridir. Binaların pasif soğutmaya geçişindeki ilk adım, ısı kazanımını azaltmaktır (Santamouris & Kolokotsa, 2013).

6.2.1. Cam Senaryosu

Özellikle fazla miktarda cam içeren binalar için en önemli tasarım hususlarından biri, pencerelerden gelen ısı kazancıdır. İki ana güneş radyasyonu türü vardır: bir bina dış

yüzeyinden içeri giren ve pencerelerden çıkan (Green, 2016). Şüphesiz, iç mekanları soğutmak veya ısıtmak için gereken enerji miktarı, pencerelerden geçen güneş radyasyonu miktarından etkilenebilir. Bina içinde, ısı iletim oranları camdan kaynaklanmaktadır. Bir pencerenin havayı içeri veya dışarı alma yeteneği, iç mekânın soğutma veya ısıtma yükü üzerinde etkili olabilir. Şekil 73, işlenmemiş camın güneş radyasyonu transfer mekanizmasını göstermektedir.



Şekil 73. İşlenmemiş camın güneş radyasyonu transfer mekanizması (Marchwiński, 2014)

Şekil 73'te gösterilen diyagram, güneş radyasyonunun yalnızca küçük bir kısmının emildiğini (%5) veya yansıtıldığını (%6), çok yüksek bir yüzdelik kısmının (%89) ise camdan geçtiğini açıkça göstermektedir. Pencerelerden ısı kazanımını azaltmak için yukarıya doğru yayılacak güneş radyasyonunun miktarının düşürülmesi gerekir. Üreticiler günümüzde, iç mekanlara güneş radyasyonunun iletimini en aza indirmek amacıyla low-E cam dahil birçok cam türü üretmektedir. Pencerelerden güneş ısı kazanımını önemli ölçüde azaltmanın pasif bir yolu, onların özelliklerini güneş gölgeleme ekranları veya yansıtıcı film kaplamalarıyla geliştirmektir. (Marchwiński, 2014).

Standart camın icadından bu yana elliden fazla yıl geçmiş ve modern teknoloji, yüksek performanslı cam üretmek için ilerlemiştir. Temel durum, Ürdün'deki çoğu konutun enerji verimliliği düşük olan tek cam kullandığını göstermektedir. Güneş koruma önlemleri ve cam teknolojisi konusundaki birçok çalışma, sıcak iklim bölgelerinde ısı kazanımını büyük ölçüde sınırlamanın yollarından birinin kaplamalı enerji verimli pencereler kullanmak olduğunu bulmuştur (Al-Shukri, 2007). Sıcak iklim bölgesinde enerji verimli pencereler ile

ilgili cam performansının test edilmesinin ardından, üç katmanlı ve çift katmanlı cam türlerini önermek için daha fazla deneysel çalışma yapılmıştır. Ayrıca, araştırmacılar cam performansını artırmak için nanomalzeme tabanlı teknikleri giderek daha fazla araştırmakta ve kullanmaktadır. Enerji verimli pencereler yaratmak için cam katmanındaki ısı kazanımını azaltma fikri, kapsamlı bir araştırma konusudur. Enerji tasarrufu açısından, Gorgolis ve Karamanis (2016), pencere camına çağdaş şeffaf bileşenler eklemenin avantajlarını değerlendirmiştir. En iyi alternatifin, ısıtma ve soğutma sistemi üzerindeki yükü azaltan ve enerji tasarrufu sağlayan çift camlı bir sistemle entegre kaplamalar kullanmak olduğu sonucuna varmışlardır. Her iklimde pencereleri tasarlarlarken pencere üzerinden giren ısı, ana odak noktasıdır. Günümüzde birçok modern teknoloji, ısıyı etkili bir şekilde yansıtan ve iç mekanları aydınlatmak için yeterince ışık geçiren camlar üretmektedir.

Bu çalışmada, dinamik ısı simülasyon yöntemi için dört oda geliştirilmiştir. Bu odalarda kullanılan yapı malzemeleri ve yönlendirme aynıdır. Ayrıca her oda, aynı pencere-duvar oranına sahiptir, pencere boyutu eşit olup doğal havalandırma ve mekanik havalandırma sistemi kullanılmamıştır. Tek değişken, cam türüdür. Ayrıca, simülasyonun bu bölümünde, iç sıcaklık ve konfor seviyesindeki etkiyi karşılaştırmak için bir sıkıştırma analizi yapılmıştır; temel durum odası- standart, özellikleri iyileştirilmemiş cama sahip-ve üç farklı camla kaplanmış diğer odalar arasında performans karşılaştırılmıştır (Tablo 5).

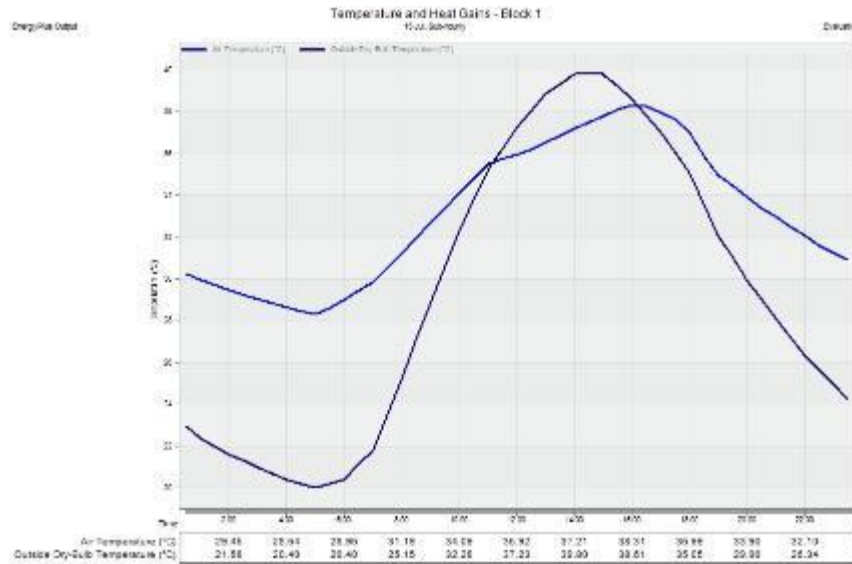
Tablo 5. Simülasyonda kullanılacak oda türleri ve cam özellikleri

Oda	Cam Tipi	U Değeri	Şablon
Oda 1 (Temel Durum)	Tek şeffaf cam (3mm)	5.894	Edit glazing - Single Clear Glass 3mm Glazing Layers Calculated Cost Calculated Values Total solar transmission (SHGC) 0.861 Direct solar transmission 0.837 Light transmission 0.898 U-value (ISO 10292/ EN 673) (W/m2-K) 5.829 U-Value (W/m2-K) 5.894
Oda 2	Çift şeffaf cam 6mm/6mm	3.094	Glazing Layers Calculated Cost Calculated Values Total solar transmission (SHGC) 0.7 Direct solar transmission 0.604 Visible transmittance 0.781 U-value (ISO 10292/ EN 673) (W/m2-K) 3.239 U-Value (W/m2-K) 3.094

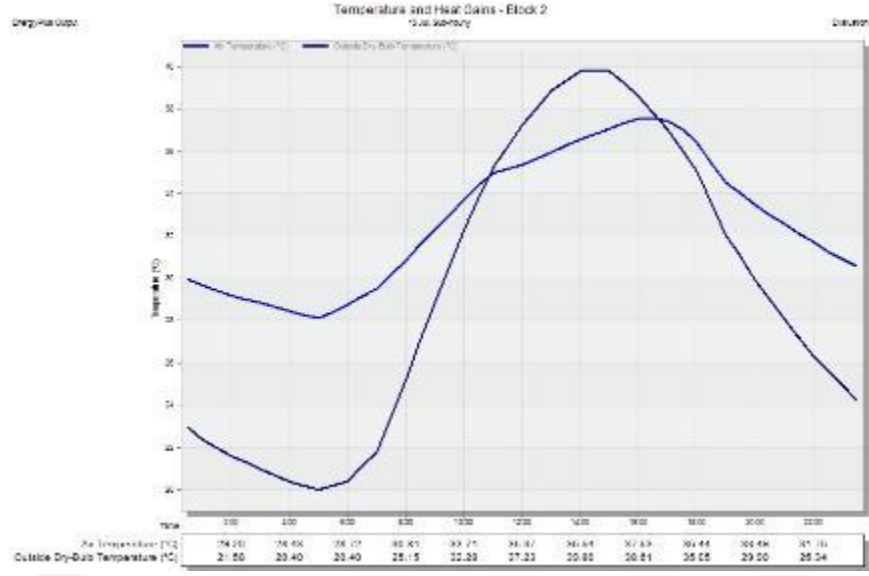
Tablo 5'in devamı

Oda	Cam Tipi	U Değeri	Şablon
Oda 3	Üçlü şeffaf cam 3mm/13mm	1.757	Edit glazing - Trp Clr 3mm/13mm Air Glazing Data Layers Calculated Cost Calculated Values Total solar transmission (SHGC) 0.684 Direct solar transmission 0.595 Light transmission 0.738 U-value (ISO 10292/ EN 673) (W/m ² -K) 1.875 U-Value (ISO 15099 / NFRC) (W/m²-K) 1.757
Oda 4	Çift Low-E (e2=.1) Şeffaf 6mm/6mm	2.429	Edit glazing - Dbl LoE (e2=.1) Clr 6mm/6mm Air Glazing Layers Calculated Cost Calculated Values Total solar transmission (SHGC) 0.569 Direct solar transmission 0.474 Visible transmittance 0.745 U-value (ISO 10292/ EN 673) (W/m ² -K) 2.519 U-Value (W/m²-K) 2.429

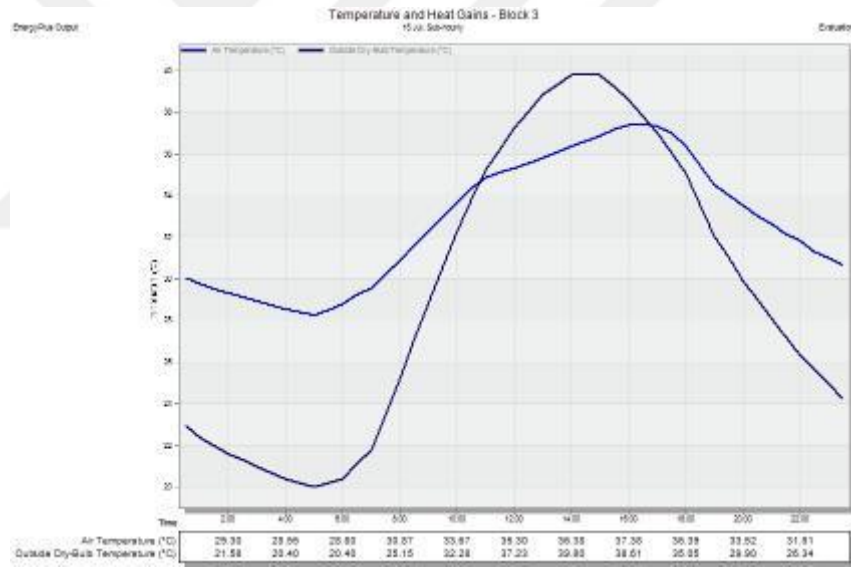
Cam testlerinde, tek cam, 6 mm cam, Low-E cam ve üç katmanlı cam dahil olmak üzere dört cam türü kullanılmıştır ve sonuçlar Şekil 74-77'de gösterilmiştir.



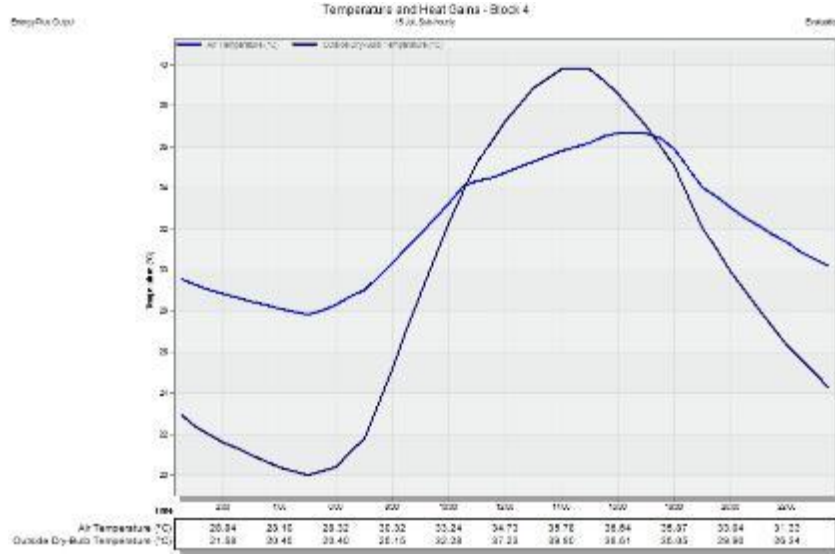
Şekil 74. Tek cam tipi senaryosunun sonuçları



Şekil 75. Çift cam tipi senaryosunun sonuçları



Şekil 76. Üçlü cam tipi senaryosunun sonuçları



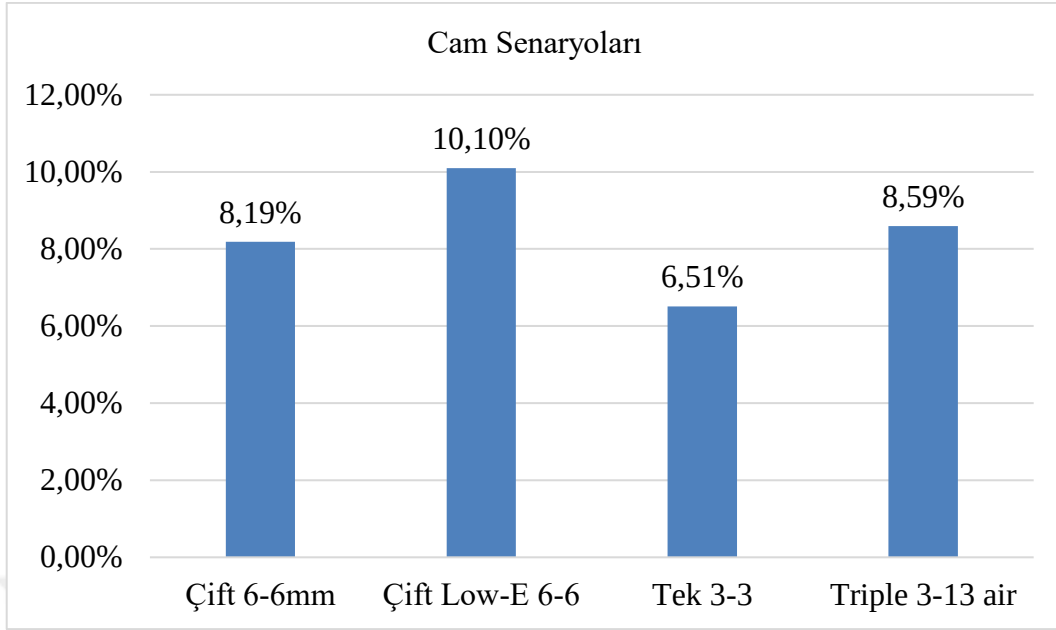
Şekil 77. Çift Low-E cam tipi senaryosunun sonuçları

Camlama, odanın içindeki güneş radyasyonunun daha düşük seviyelerde gelmesi sayesinde pasif havalandırma üzerinde önemli bir etkiye sahiptir; bu, iç sıcaklığın dış sıcaklığa göre düşmesine yardımcı olacaktır. Dört durumda da olumlu performans, 2:00'deki sıcaklığın 35.78 °C olduğu çift Low-E cam ile elde edilmiştir; bu, dış sıcaklığın 39.80 °C olduğu durumla karşılaştırıldığında 4 derece daha düşüktür, yani %10.10 daha iyidir. Olumsuz durum ise, tek cam için gözlemlenmiştir; iç sıcaklık 37.21 °C olup, bu da dış sıcaklığa göre yalnızca 2 derece daha iyidir (Tablo 6 ve Şekil 78).

Çift Low-E camlı pencerelere sahip bir konut, pasif havalandırma sistemleri için olumlu performansı gösterebilir.

Tablo 6. Cam senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Cam Senaryosu			
Cam Tipi	Saat 14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) - İç Sıcaklık	39.8°C'ye Göre Performans Artışı
Çift 6-6 mm	36.54	3.26	8.19%
Çift Low-E 6-6 mm	35.78	4.02	10.10%
Tek 3-3 mm	37.21	2.59	6.51%
Triple 3-13 hava	36.38	3.42	8.59%

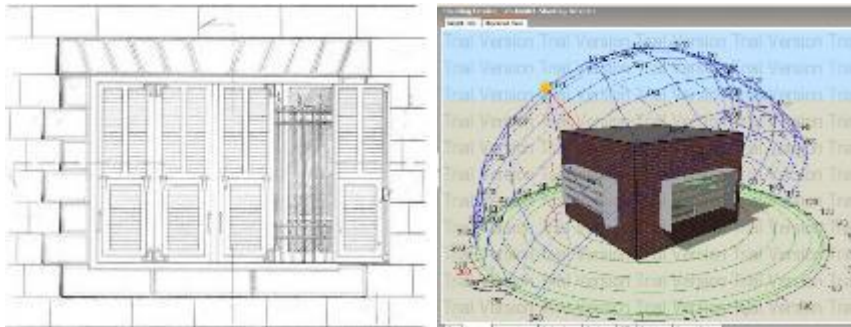


Şekil 78. Cam senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

6.2.2. Gölgeleme Senaryoları

Uygun dış güneş gölgelemesi, soğutma enerjisi kullanımını azaltırken aynı zamanda iç mekân ısıl konforunu da artırabilir. Dış cephede bulunan ahşap panjurlar, bu çalışmada sunulan pasif soğutma stratejilerinden biridir. Önerilen çözümü daha iyi anlamak için ahşap panjurların belirli bir özelliği aşağıda tartışılmaktadır:

1. Ahşap panjurlar, doğal aydınlatma ve havalandırmaya izin verirken doğrudan güneş radyasyonu ısı kazanımını sınırlamak amacıyla tasarlanmıştır (Şekil 79).



Şekil 79. Ahşap panjurlar

2. Doğrudan yaz güneşini etkili bir şekilde kontrol ederek iç mekânda uygun aydınlatma seviyelerini azaltmadan gölge sağlar.

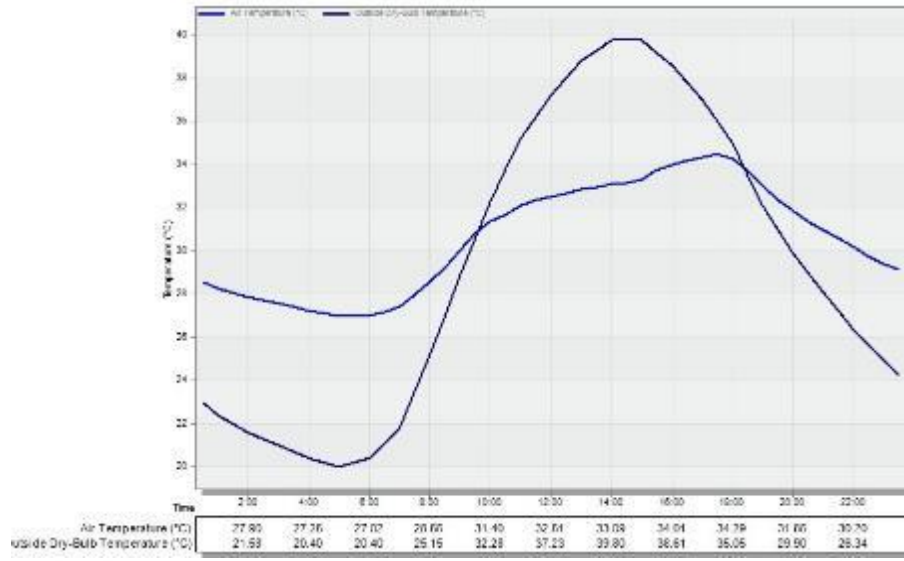
3. Güneş kazancını artırmak için kış mevsiminde çıkarılabilen taşınabilir bir gölgelendirme elemanıdır.

4. Modern bir biçimde şekillendirilmiş yerel bir unsurdur; iklim kontrol elemanı olarak işlev görürken yerel mimari karakteri de geliştirir. Bu mimari kavram, mimarları modern mimarinin bağlamında yerel mimariden ilham almak için geleneksel mimariden öğrenmeye teşvik eden Hassan Fathy'nin felsefesiyle tutarlıdır.

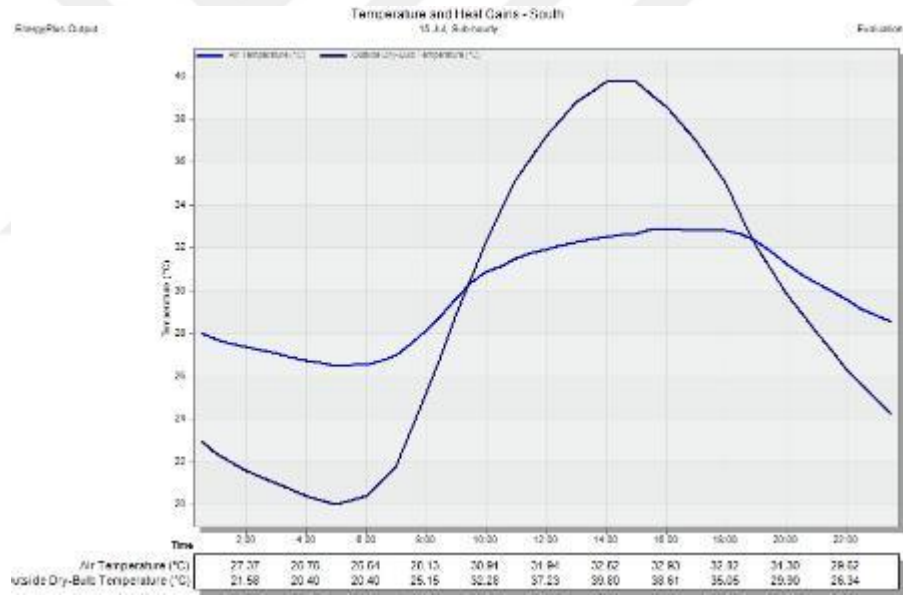
Literatür taramasında belirtilen ahşap panjurlar, konut yapılarında gölgeleme sağlamak ve ısı konforu artırmak için en etkili unsurlardan biridir. Bu geleneksel elemanın ana işlevi, doğrudan güneş ışınlarını pencereler üzerinde yönetme ve dış hava akışını kontrol etme yeteneğidir; bu da doğal havalandırma ve gün ışığını daha verimli hale getirir (Abdelsalam & Riha, 2013). Hem dış havayı hem de doğal ışığı kontrol etme rolü açısından, kapalı alanlardaki soğutma yüklerini azaltmaya yardımcı olabilir. Bu etki, DesignBuilder yazılımı kullanılarak yapılan ısı performans simülasyonu ile modelleme yapılan oda testlerinde incelenmiştir. Enerji simülasyonu, ahşap panjurların kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde kurulumunun etkisini bulmak için beş oda modeli arasında karşılaştırmalı bir analiz yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmada, dinamik ısı simülasyon yöntemi için beş test odası geliştirilmiştir. Bu odalarda kullanılan yapı malzemeleri ve yönlendirme aynıdır. Ayrıca, her oda aynı pencere-duvar oranına ve pencere boyutuna sahiptir ve doğal havalandırma ile mekanik havalandırma sistemi kullanılmamıştır. Gölgeleme taraf tek değişkendir. Önerilen soğutma stratejilerinin iç ortam sıcaklığı ve doğal havalandırma üzerindeki etkilerini belirlemek için simülasyon sonuçları ve bulguları incelenmiştir.

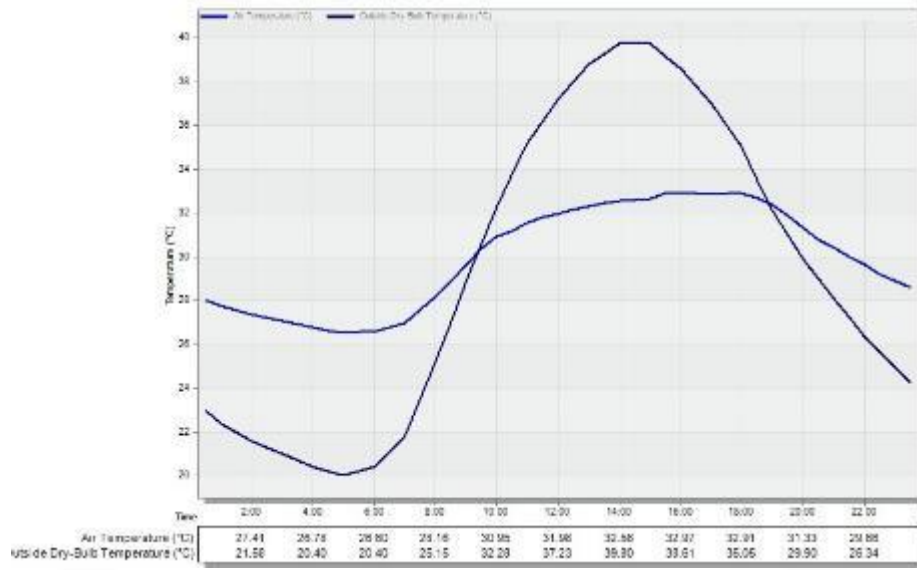
Bir binanın gölgeleme için en uygun tarafını değerlendirmek üzere kapsamlı bir simülasyon gerçekleştirilmiştir. Doğu, kuzey, güney ve batı için simüle edilen gölgeleme sonuçları Şekil 80-84'de görülebilir. Gölgeleme olmadan kapsamlı etkileri değerlendirmek için bir test daha yapılmıştır (Şekil 84).



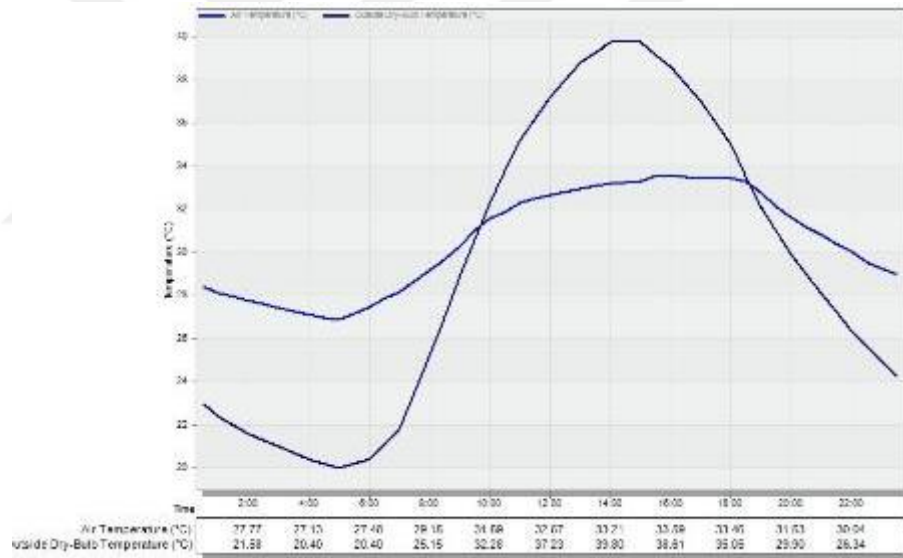
Şekil 80. Doğu gölgeleme senaryosunun sonuçları



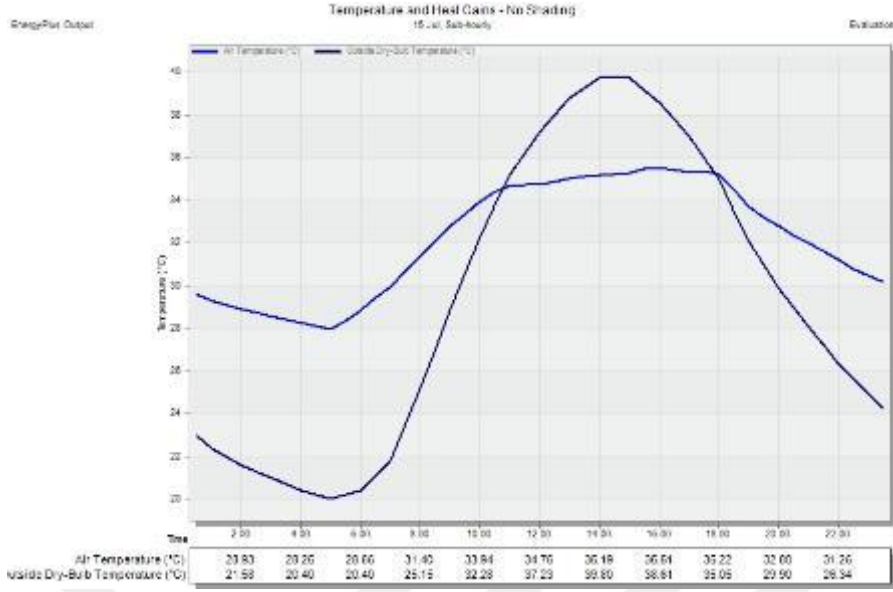
Şekil 81. Güney gölgeleme senaryosunun sonuçları



Şekil 82. Batı gölgeleme senaryosunun sonuçları



Şekil 83. Kuzey gölgeleme senaryosunun sonuçları

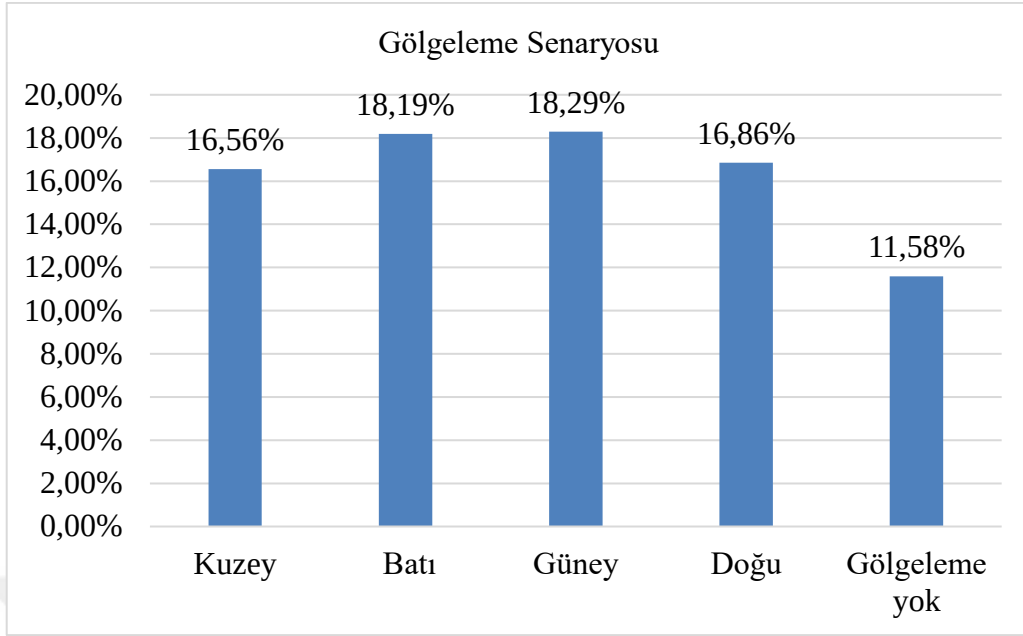


Şekil 84. Gölgeleme yapılmayan senaryonun sonuçları

Güney tarafı gölgelemesi, iç mekân sıcaklığını 32.52 °C'ye düşürerek dış mekân sıcaklığı olan 39.80 °C'nin altında 7.28 derece daha düşük bir performans sergilemiştir. Toplam iyileşme yüzdesi %18.29 olup, gölgeleme yapılmadığı durumda elde edilen %11.58'lik olumsuz senaryoya kıyasla oldukça yüksektir. Batı tarafı ise dış sıcaklığa göre %18.19'luk bir iyileşme ile dikkate değer bir performans göstermiştir (Tablo 7; Şekil 85). Güney gölgelemesinin konutlar için olumlu sonuçları ürettiği görülmektedir.

Tablo 7. Gölgeleme senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Gölgeleme Senaryosu			
Gölgeleme Yönü	Saat 14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) - İç Sıcaklık	39.8°C'ye Göre Performans Artışı
Kuzey	33.21	6.59	16.56%
Batı	32.56	7.24	18.19%
Güney	32.52	7.28	18.29%
Doğu	33.09	6.71	16.86%
Gölgeleme Yok	35.19	4.61	11.58%



Şekil 85. Gölgeleme senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

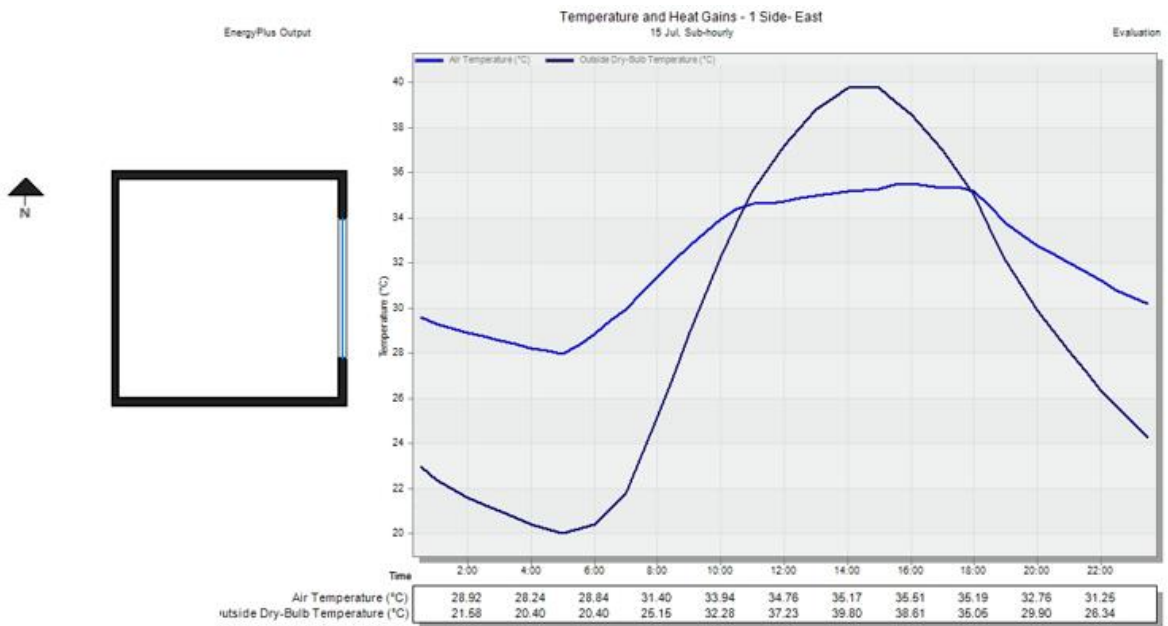
6.2.3. Pencere Yönleri

Bir yapıda pencerelerin yönü, geleneksel pasif soğutma yöntemlerini maksimize etmek ve doğal havalandırmayı artırmak için kritik öneme sahiptir. Uygun pencere yönlendirmesi, Orta Doğu gibi sıcak iklimlerde iç mekân ısı konforunu büyük ölçüde etkileyebilir. Pencerelerin baktığı yön, rüzgâr ve serin havanın akışına bağlı olan pasif soğutma yöntemlerini doğrudan etkiler. Örneğin, kuzeye bakan pencereler, dolaylı güneş ışığını içeri alır ve gündüz ısı kazancından korunmaya yardımcı olurken, güneye bakan pencereler kışın güneş ışığını içeri alır, ancak genellikle yaz aylarında odaya ısının girmesini önlemek için kapatılır (Santamouris, 2007). Enerji yoğun mekanik klima sistemleri kullanmadan ısı konforu korumak, bu dengeyi sağlamayı gerektirir.

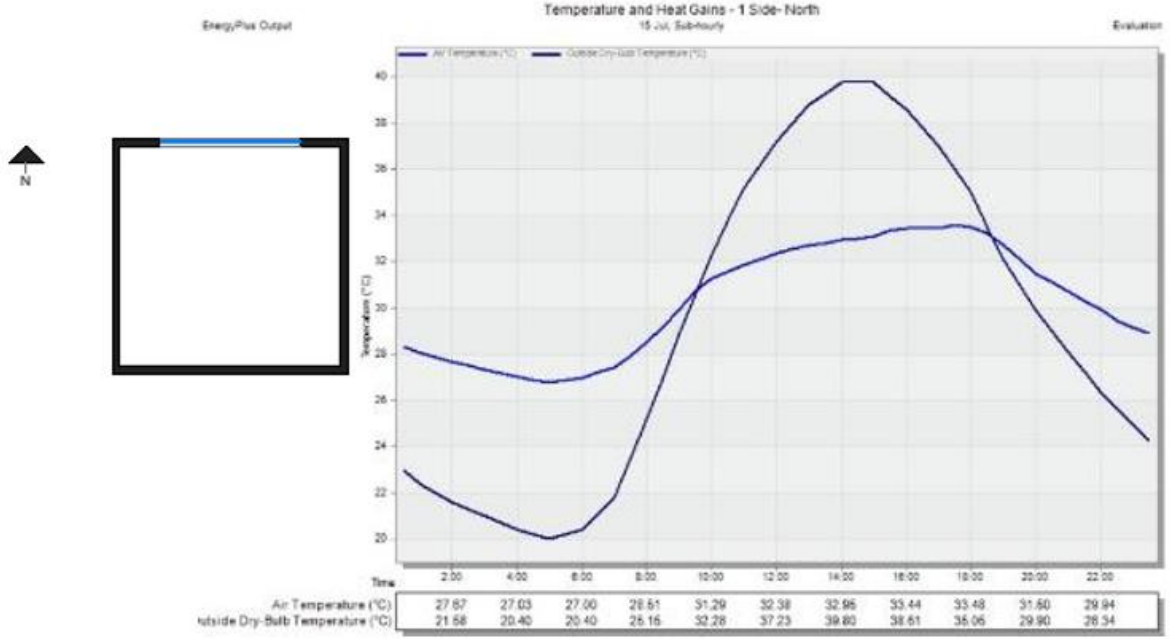
Pasif soğutma, uygun pencere yönlendirmesi ile elde edilen ısı azaltımına ek olarak doğal hava akışına da dayanır; bu da pencere yönünden önemli ölçüde etkilenir. Çapraz havalandırma için tasarlanan yapılar, karşıt yönlerde yer alan ve baskın rüzgarların yönüne göre en iyi şekilde açılan pencerelere sahiptir. Örneğin, birçok Akdeniz ve Orta Doğu ülkesinde kuzey veya kuzeybatı yönünde rüzgarlar yaygındır; bu nedenle kuzeye bakan pencereler serin esintileri yakalamak için idealdir, güney yönündeki açıklıklar ise daha sıcak havanın çıkış noktası olarak hizmet eder (Fathy, 1986). Bu teknik, temiz havanın sürekli dolaşımını, iç hava kalitesinin artmasını ve serinliği sağlar. Bu nedenle, iyi bir doğal

havalandırma, yapay soğutma ihtiyacını azaltma ve sürdürülebilir, enerji verimli binalar tasarlama gibi unsurlar, pencerelerin yönüne ve konumuna kritik ölçüde bağlıdır.

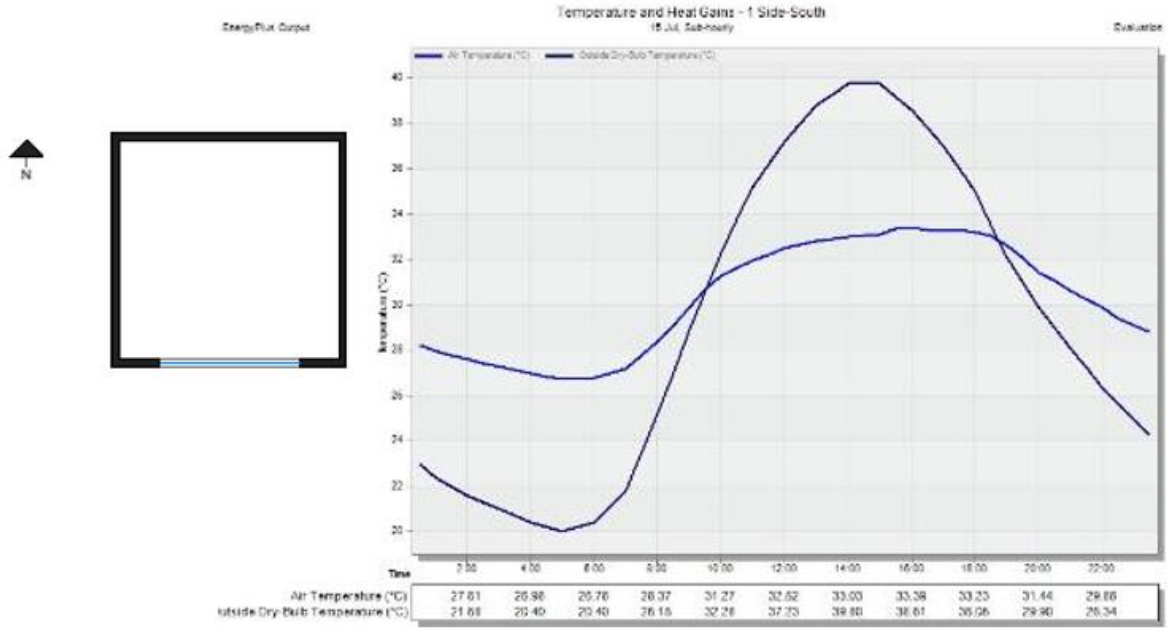
Bu bölüm, pencere yönlendirmesinin etkisini incelemektedir. Pencere yönleri dört konfigürasyon kullanılarak incelenmiştir. İlk konfigürasyonda yalnızca bir yöne açılan tek taraflı bir pencere yer almıştır ve sonuçları Şekil 86-89’da gösterilmiştir. Kullanılan yapı malzemeleri ve yönlendirme bu odalarda aynıdır. Ayrıca, her odada aynı pencere-duvar oranı ve pencere boyutu bulunmakta, doğal havalandırma sağlanmakta, mekanik havalandırma sistemi kullanılmamaktadır. Pencere yönü tek değişken olarak ele alınmıştır.



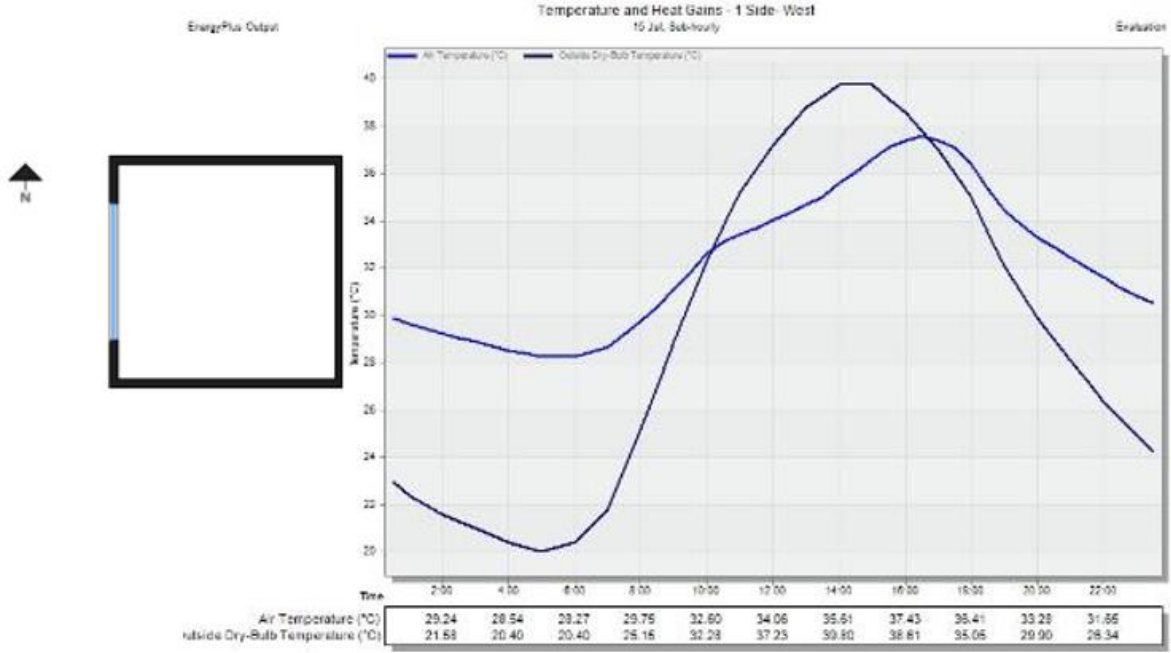
Şekil 86. Tek taraflı doğu senaryosunun sonuçları



Şekil 87. Tek taraflı kuzey senaryosunun sonuçları



Şekil 88. Tek yönlü güney senaryosunun sonuçları.

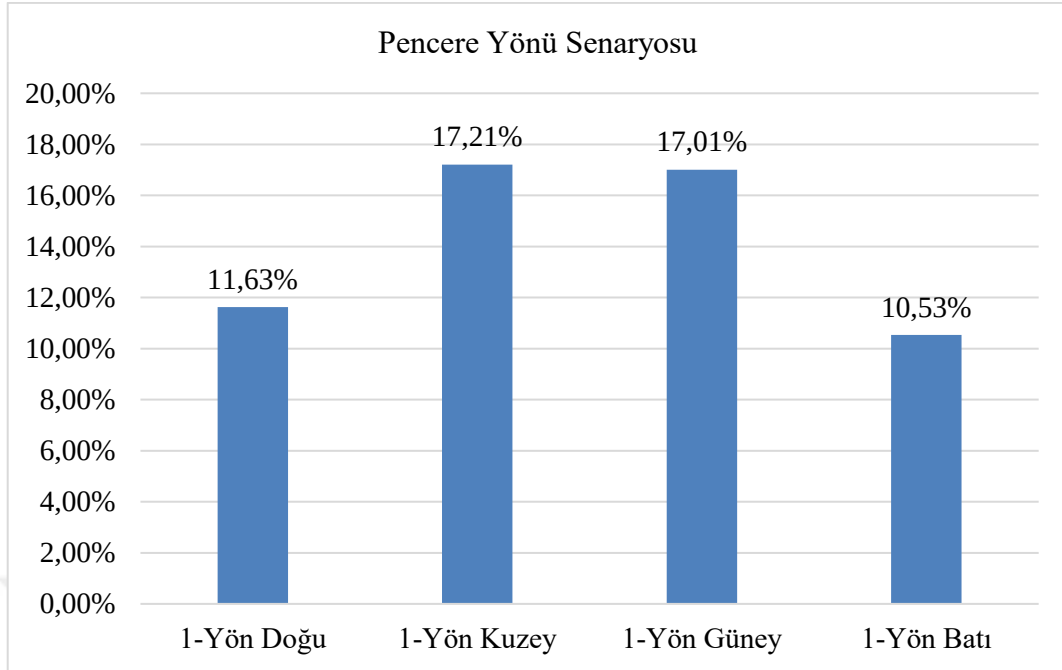


Şekil 89. Tek yönlü batı senaryosunun sonuçları

Tek taraflı yerleşimlerde en iyi performans, kuzeye bakan pencereler ile elde edilmiştir. Saat 14:00' te, kuzeye bakan pencereli odanın iç sıcaklığı 32.95 °C olarak ölçülmüş olup, bu değer dışarıdaki 39.80 °C sıcaklıktan 6.85 °C daha düşüktür. İyileşme oranı, %17.21 olarak kaydedilmiştir (Tablo 8; Şekil 90).

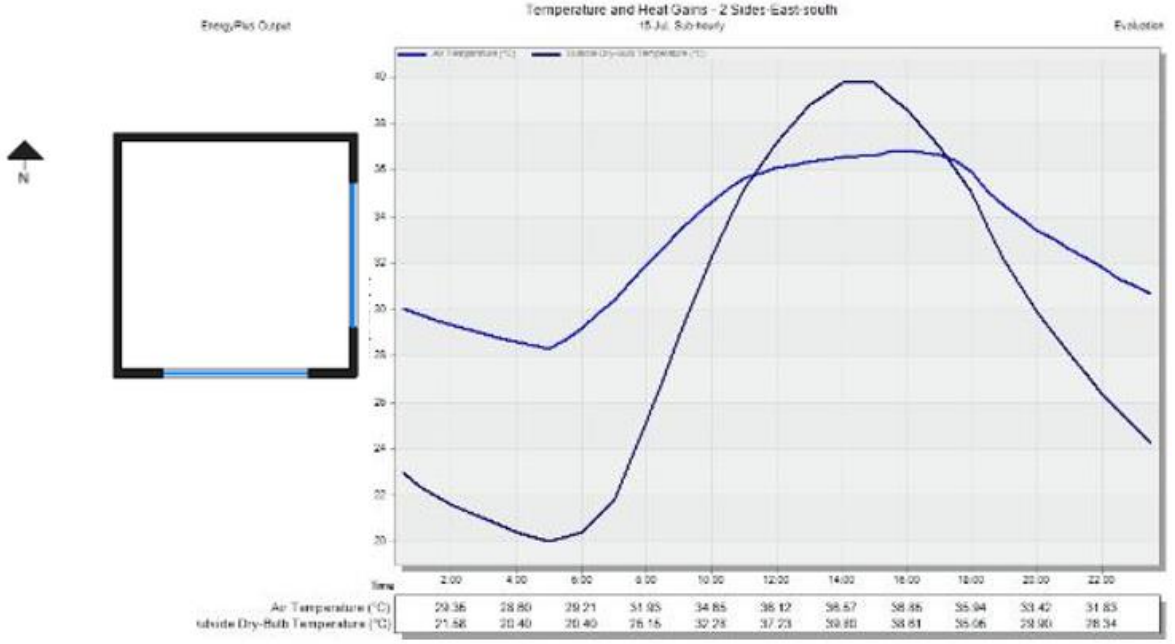
Tablo 8. Tek yönlü pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Pencere Yönü Senaryosu			
Pencere Yönü	Saat 14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8) – İç Sıcaklık (saat 14:00'te)	39.8°C'ye Göre Performans Artışı
1-Yön Doğu	35.17	4.63	11.63%
1-Yön Kuzey	32.95	6.85	17.21%
1-Yön Güney	33.03	6.77	17.01%
1-Yön Batı	35.61	4.19	10.53%

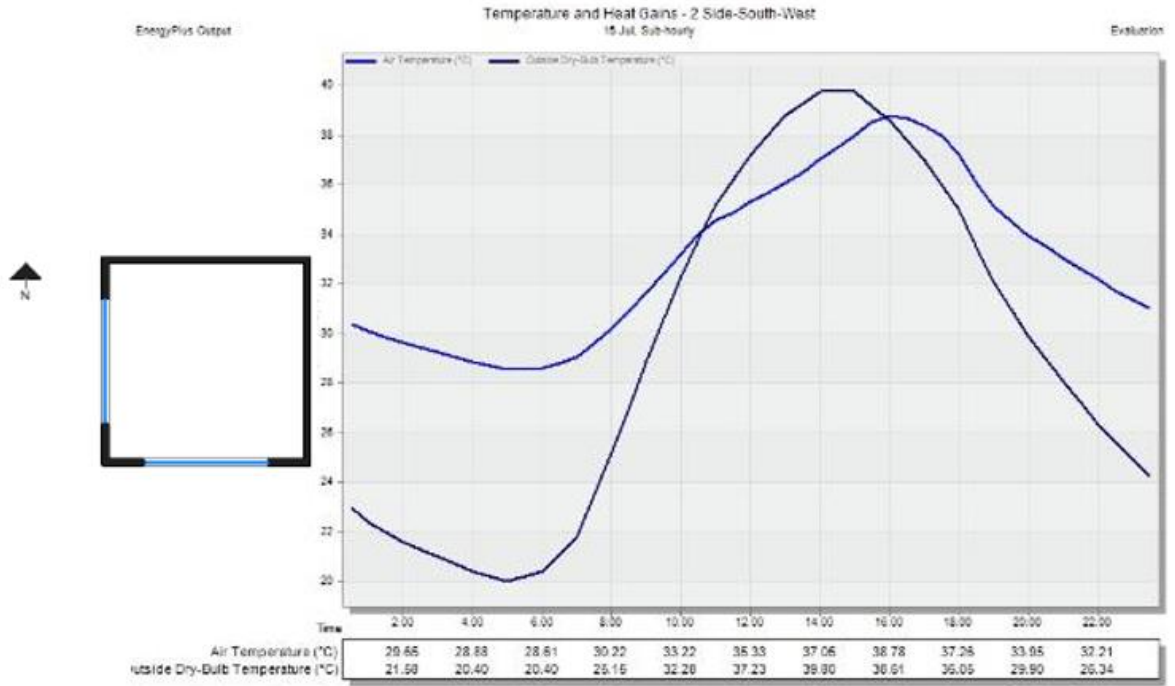


Şekil 90. Tek taraflı pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

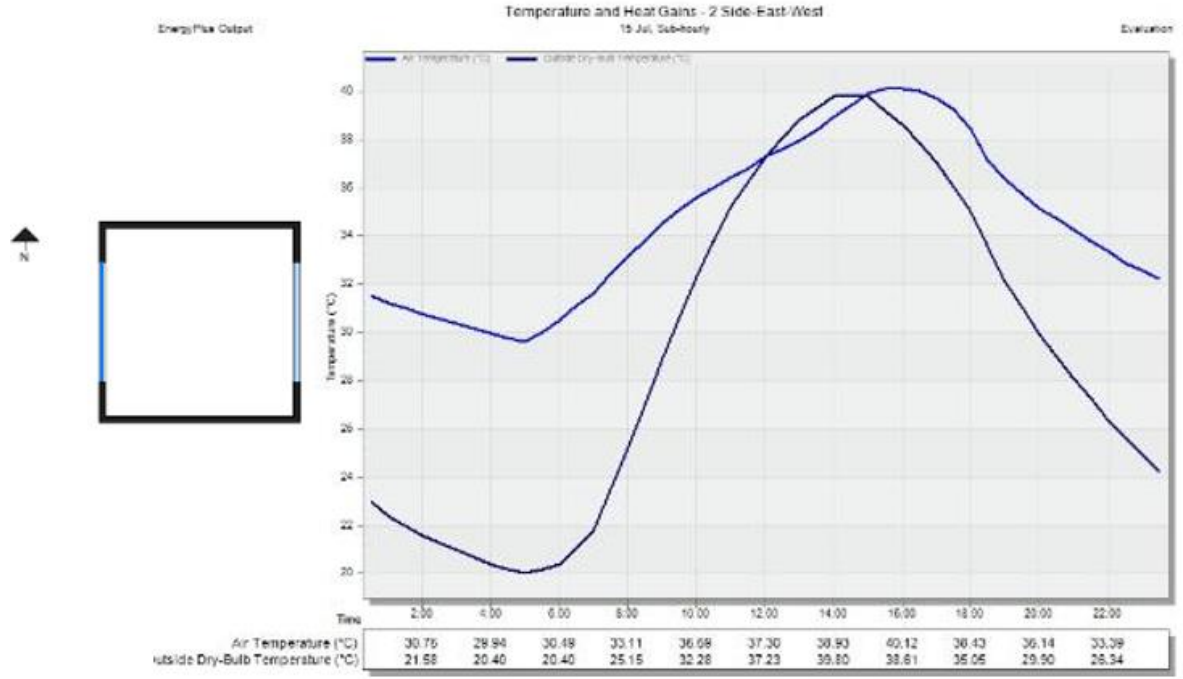
İkinci yapılandırmada, her iki tarafta da açıklıkları olan iki taraflı bir pencere vardır; tüm sonuçlar Şekil 91-94’ te verilmiştir. Üçüncü örnek, üç yönde pencere açıklıkları içermektedir (Şekil 95), son durumda ise dört tarafta da pencere açıklıkları vardır (Şekil 96). Bu bölümde, kullanılan yapı malzemeleri aynıdır. Ayrıca, her odada aynı pencere-duvar oranı ve pencere boyutu mevcut olup, doğal havalandırma sağlanmış ve mekanik havalandırma sistemi kullanılmamıştır. Pencere yönü tek değişken olarak kalmıştır.



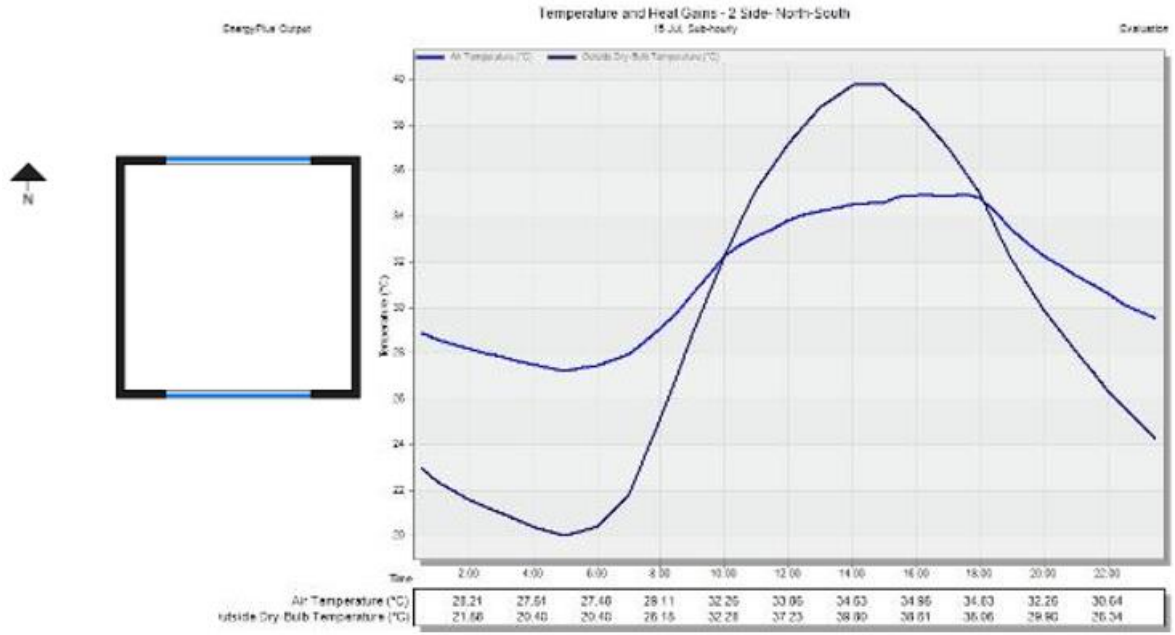
Şekil 91. İki taraflı doğu-güney senaryosunun sonuçları



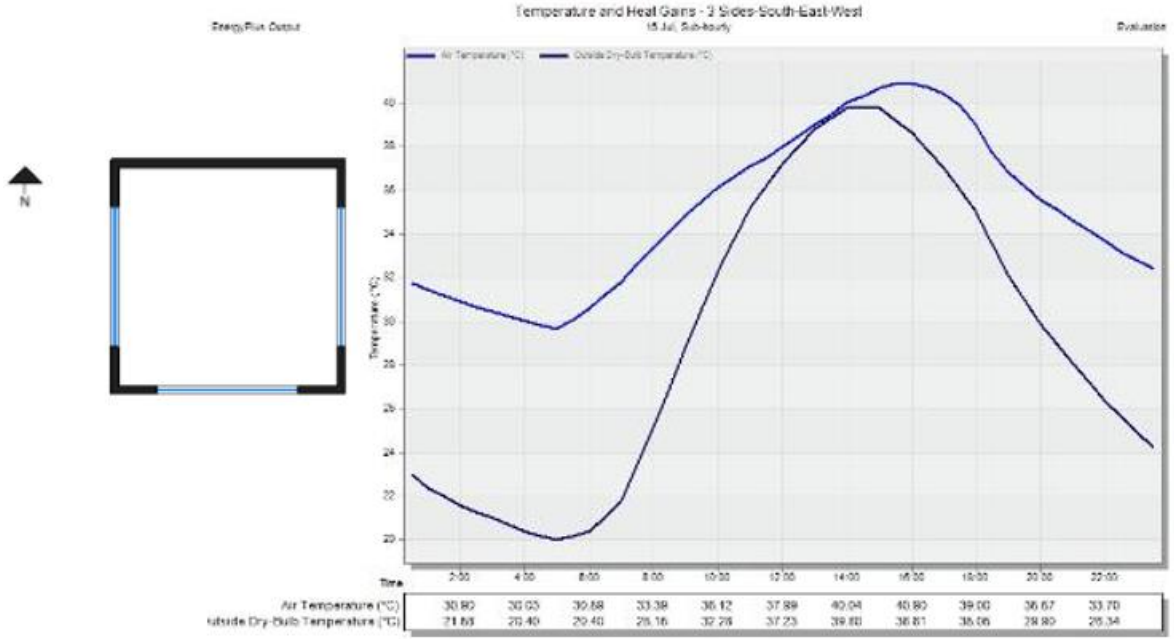
Şekil 92. İki taraflı batı-güney senaryosunun sonuçları



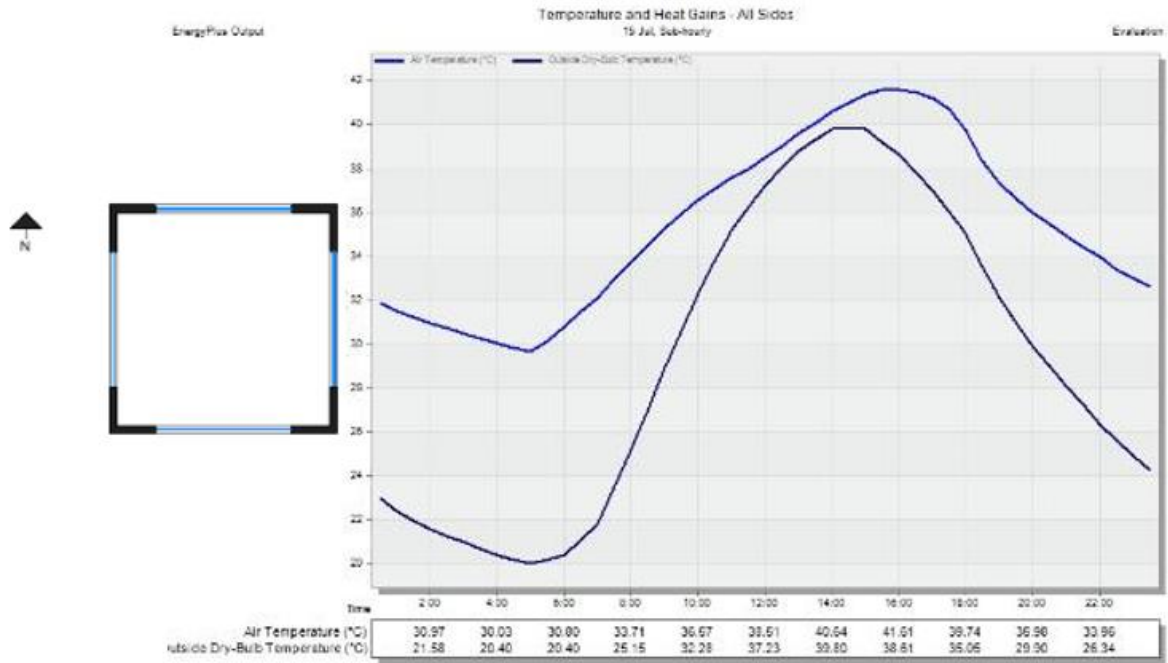
Şekil 93. İki taraflı doğu-batı senaryosunun sonuçları



Şekil 94. İki taraflı kuzey-güney senaryosunun sonuçları



Şekil 95. Üç taraflı doğu-batı-güney senaryosunun sonuçları



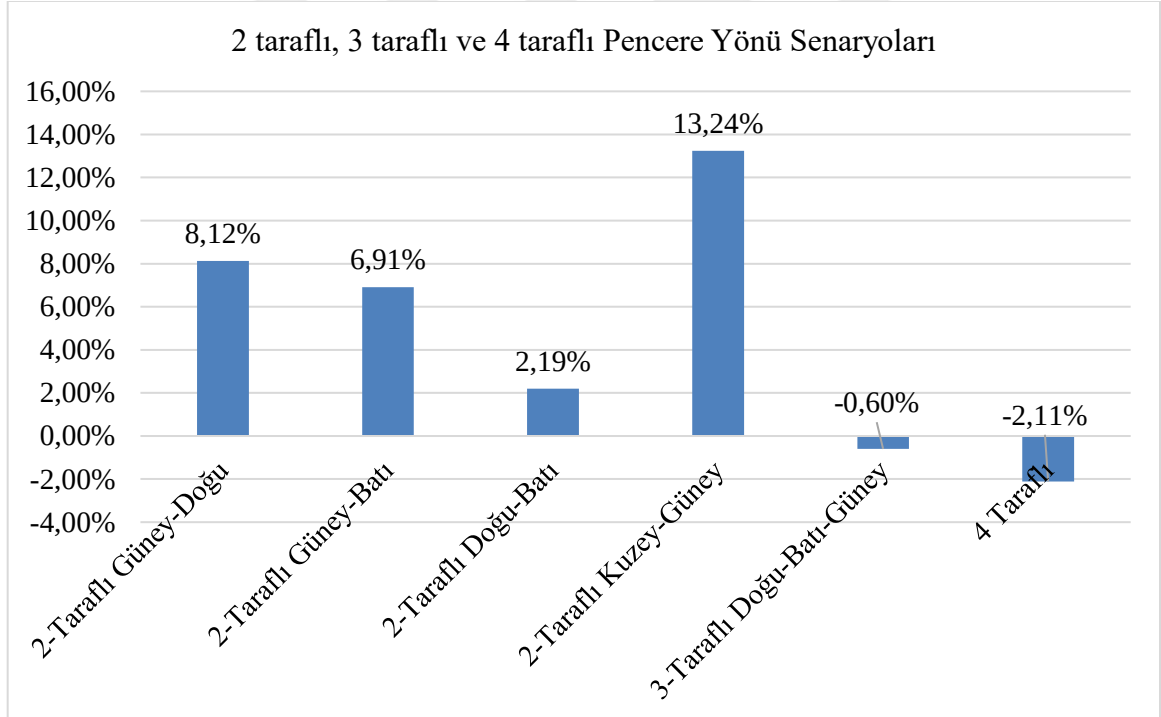
Şekil 96. Dört taraflı doğu-batı-güney-kuzey senaryosunun sonuçları

İki, üç ve dört taraflı simülasyonlarda, en düşük performans üç ve dört taraflı pencerelerde gözlemlenmiştir ve sırasıyla iç sıcaklık 40.04 °C ve 40.64 °C olarak kaydedilmiştir; her ikisi de dış sıcaklık olan 39.80 °C'yi aşarak negatif bir yüzdelik sonuç ortaya çıkarmıştır (Tablo 9; Şekil 97).

Pencere yönü testi, iki taraflı kuzey-güney pencere açıklıklarının daha iyi sonuçlar sağladığını, üç taraflı ve dört taraflı pencere açıklıklarının ise en az elverişli sonuçları ürettiğini göstermektedir.

Tablo 9. İki taraflı, üç taraflı ve dört taraflı pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Pencere Yönü Senaryosu			
Pencere Yönü	14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) –İç Sıcaklık (saat14:00'teki)	39.8°C'ye Göre Performans Artışı
2-Taraflı Güney-Doğu	36.57	3.23	8.12%
2-Taraflı Güney-Batı	37.05	2.75	6.91%
2-Taraflı Doğu-Batı	38.93	0.87	2.19%
2-Taraflı Kuzey-Güney	34.53	5.27	13.24%
3-Taraflı Doğu-Batı-Güney	40.04	-0.24	-0.60%
4 Taraflı	40.64	-0.84	-2.11%



Şekil 97. 2 taraflı, 3 taraflı ve 4 taraflı pencere yönü senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

6.2.4. Pencere Oranı

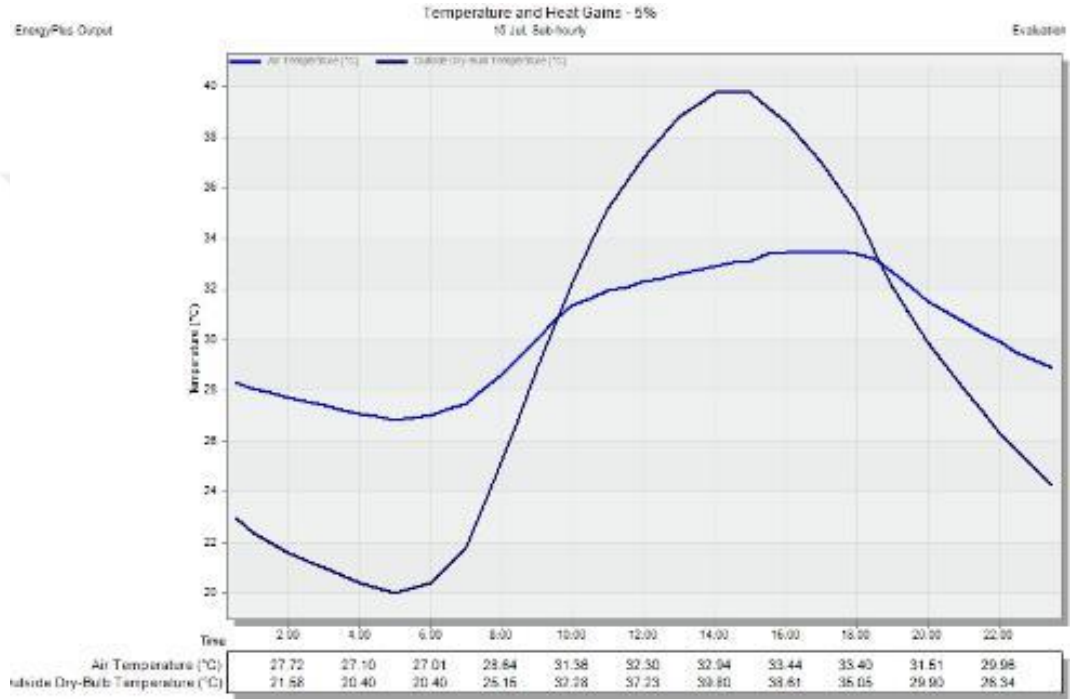
Pencerelerin toplam duvar alanına oranı, genellikle pencere-duvar oranı (WWR) olarak adlandırılır ve geleneksel mimaride pasif soğutma teknikleri ve doğal havalandırmanın verimliliğini önemli ölçüde etkiler. Orta Doğu ve Kuzey Afrika gibi sıcak iklimlerde, pencerelerin boyutunu ve oranını kontrol etmek, ısı kazanımını, iç ortam sıcaklığını ve hava akışını yönetmek için kritik öneme sahiptir. Daha yüksek bir pencere oranı, özellikle pencerelerin doğuya veya batıya doğru açıldığı durumlarda, güneş ışığını artırabilir; bu yönlerde güneş ışığı sabah ve öğleden sonra daha yoğundur. Aksine, daha düşük bir pencere oranı, bina içinde güneşin zararlı etkilerini ve ısı birikimini azaltmaya yardımcı olarak, mekanik soğutma ihtiyacı olmaksızın ısıl konforu artırır (Santamouris, 2007). Bu nedenle bu iklimlerde geleneksel binalar, genellikle güneşe maruz kalan taraflarda daha küçük pencerelere, dolaylı güneş ışığının veya serin esintilerin yakalanabileceği yerlerde ise daha büyük pencerelere sahiptir; bu, gün ışığı ihtiyaçlarını ısıl performansla dengelemektedir.

Pencere oranları, binanın doğal havalandırmayı düzenleme yeteneğini de etkiler. Daha küçük pencere açıklıkları ısı kazanımını sınırlamak açısından avantaj sağlarken, daha büyük açıklıklar hava akışını artırmak ve çapraz havalandırmayı teşvik etmek için faydalıdır. Geleneksel pasif soğutma tasarımlarında, pencere-duvar oranı genellikle cephe bazında optimize edilir. Örneğin, rüzgâr kulesi veya avlu kullanılan binalarda, rüzgâra bakan tarafta daha yüksek bir pencere oranı serin esintilerin yakalanmasını artırırken, rüzgârın arka tarafındaki daha küçük pencereler sıcak havanın dışarı atılmasına yardımcı olur ve bu sayede hava akışının etkisini maksimize eder (Fathy, 1986). Bu denge, doğal havalandırmanın ısıl konforu tehlikeye atmadan sağlanmasını garanti eder ve pencere oranının geleneksel pasif soğutma yöntemlerindeki kritik rolünü gösterir.

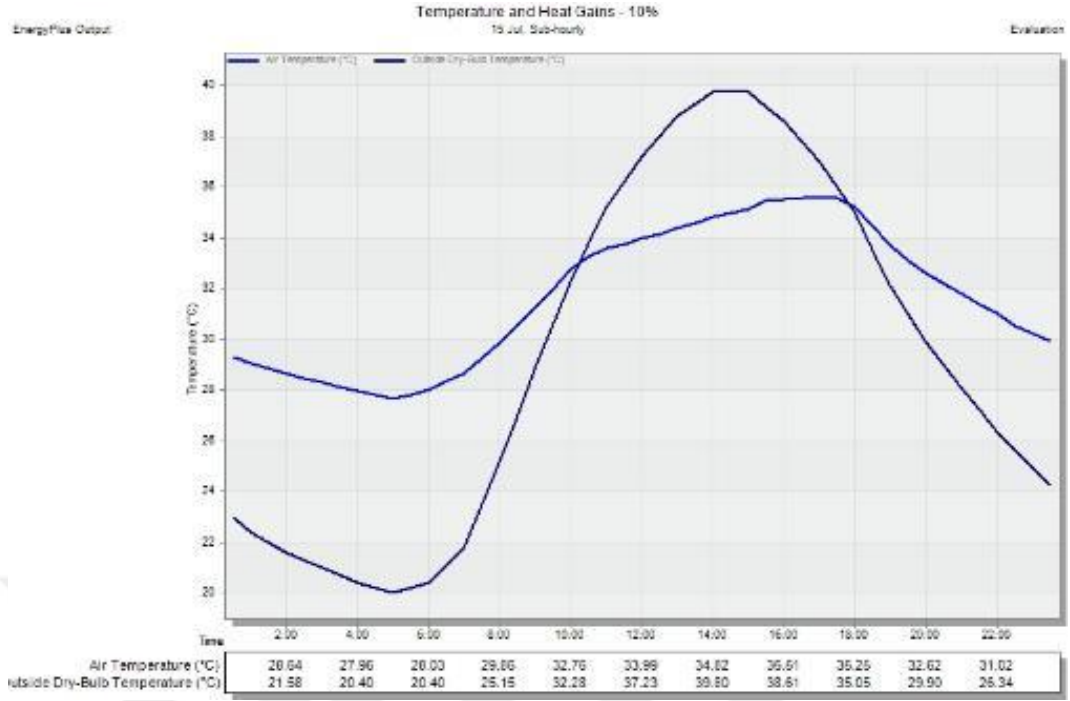
Farklı iklimlerde geleneksel mimari, pencere oranlarının güneşten etkilenmeyi ve hava akışını nasıl artırdığını veya sınırladığını anlamada ince bir anlayış sergiler. Ürdün gibi sıcak ve kuru iklime sahip bölgelerde, düşük pencere-duvar oranları, soğutmaya yönelik geleneksel tasarımların belirgin bir özelliğidir. Binalar genellikle dış duvarlarda küçük pencerelere sahip olup, bunlar iç avlularla tamamlanır; bu avlular ısıl tampon işlevi görür ve havalandırmayı artırır. Ayrıca, gölgeleme sağlayan ve hava akışını kontrol eden bir tür ızgara ekran olan mashrabiyyalar gibi elemanlar, aşırı ısı kazanımı olmaksızın daha büyük pencere açıklıklarına izin vermektedir (Olgay, 2015). Bu yaklaşım, ısı kazanımını azaltırken yeterli

havalandırmayı sağlama hedeflerini karşılamak için pencere boyutunu ve konumunu dengelemenin önemini vurgular; bu, günümüzde sürdürülebilir tasarım uygulamalarında hala geçerliliğini koruyan pasif soğutma sistemlerinin temel ilkesidir.

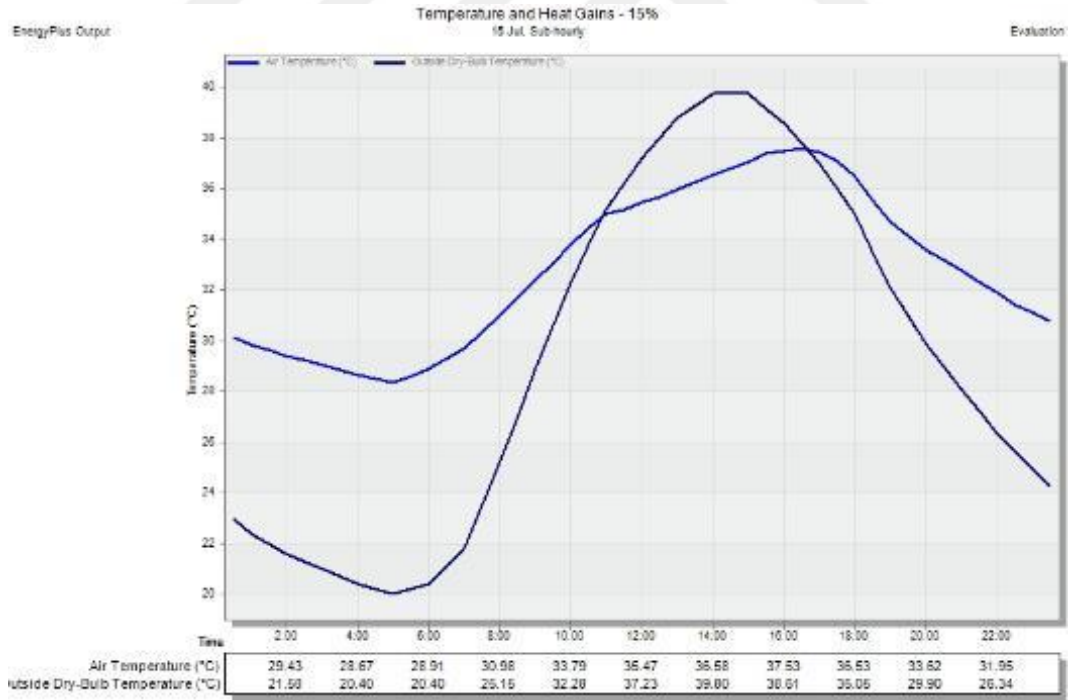
Bu çalışmada, iç ortam sıcaklığı ve pasif havalandırma üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla sekiz pencere-duvar oranı (WWR) durumu analiz edilmiştir; sonuçlar Şekil 98-105'te gösterilmiştir.



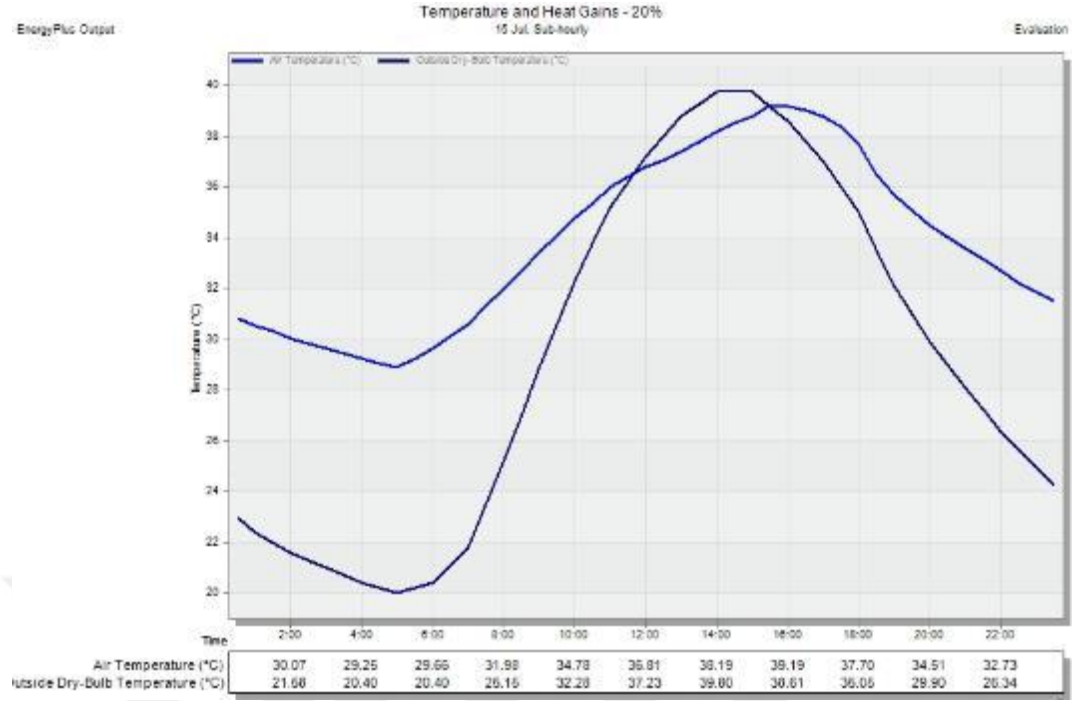
Şekil 98. %5 Pencere oranı senaryosunun sonuçları



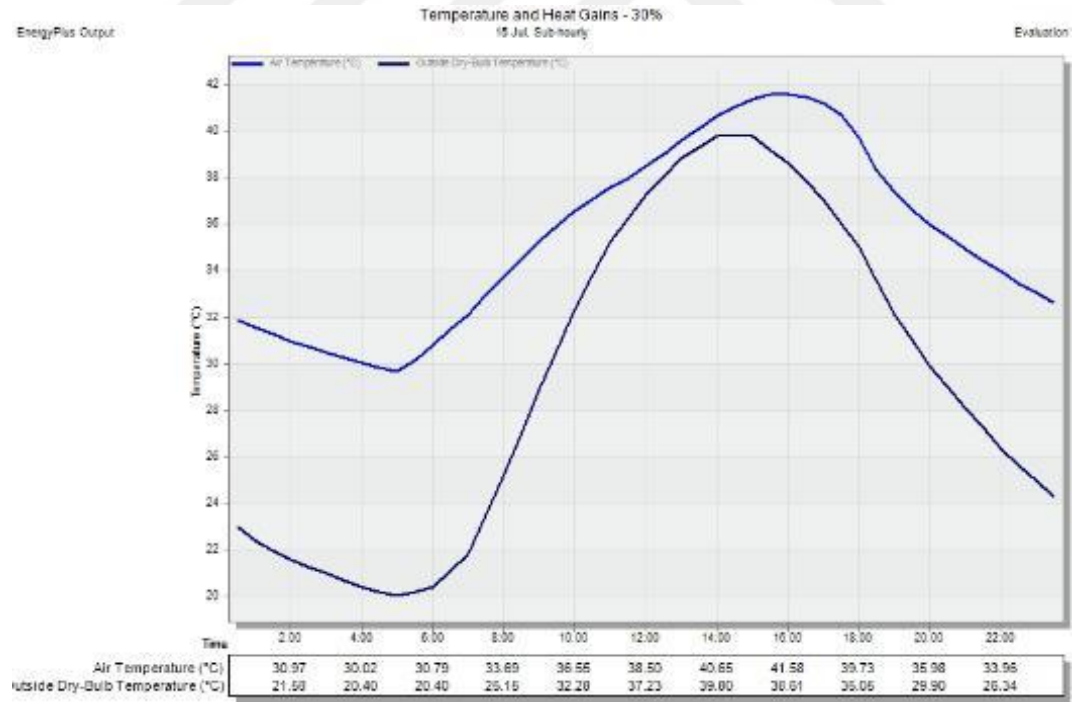
Şekil 99. %10 Pencere oranı senaryosunun sonuçları



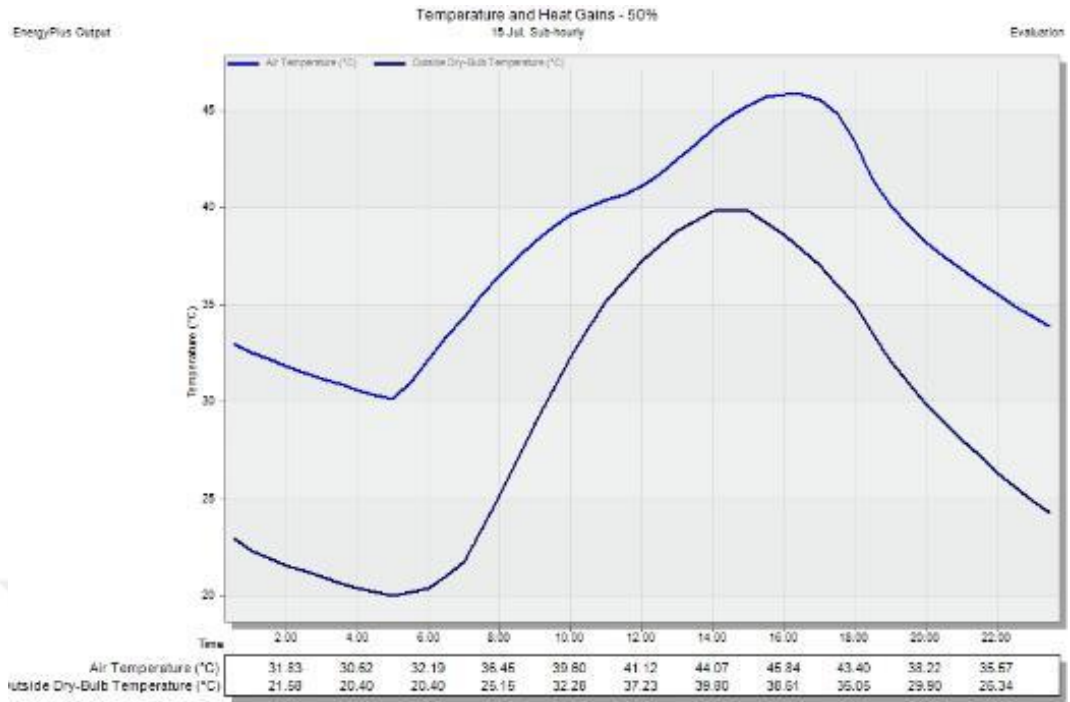
Şekil 100. %15 Pencere oranı senaryosunun sonuçları



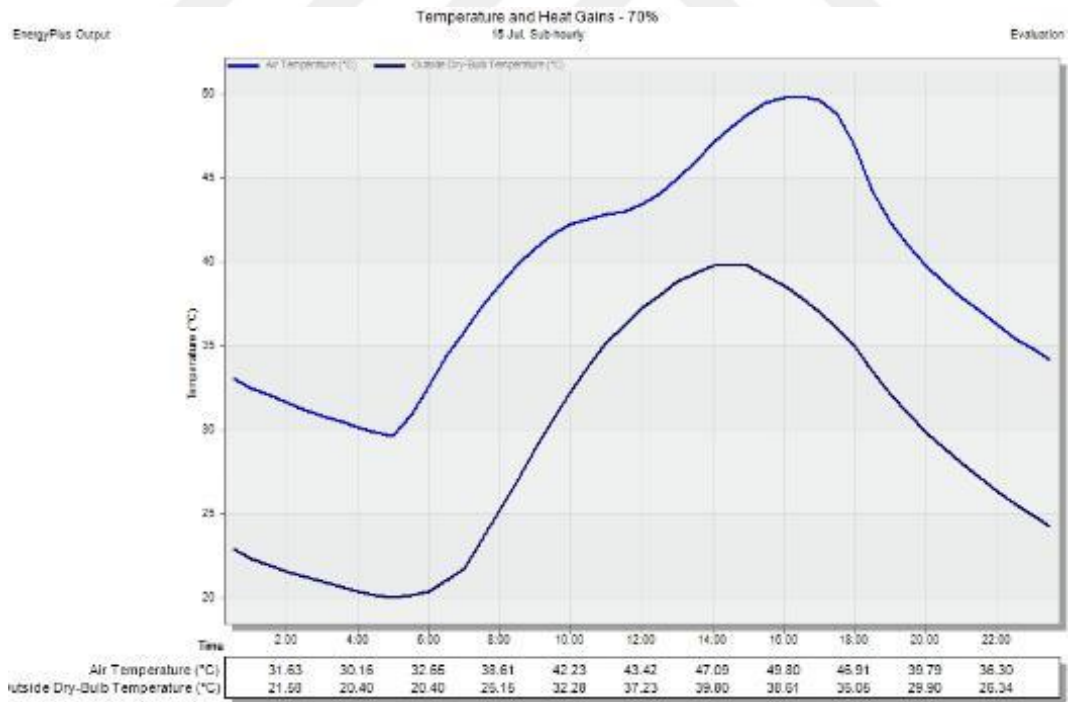
Şekil 101. %20 Pencere oranı senaryosunun sonuçları



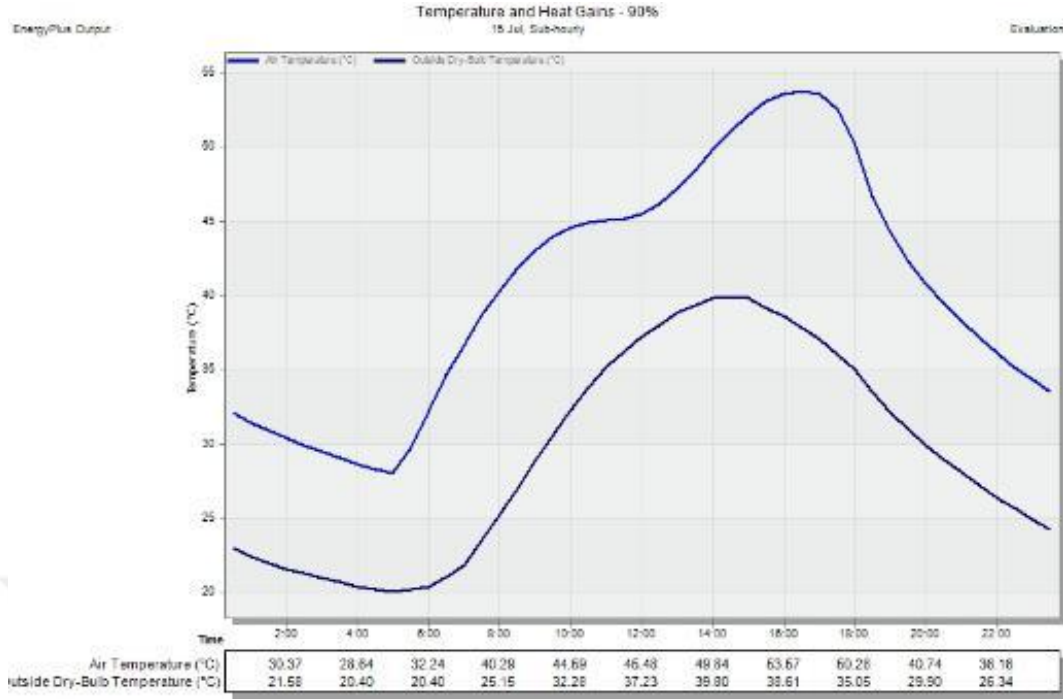
Şekil 102. %30 Pencere oranı senaryosunun sonuçları



Şekil 103. %50 Pencere oranı senaryosunun sonuçları



Şekil 104. %70 Pencere oranı senaryosunun sonuçları



Şekil 105. %90 Pencere oranı senaryosunun sonuçları

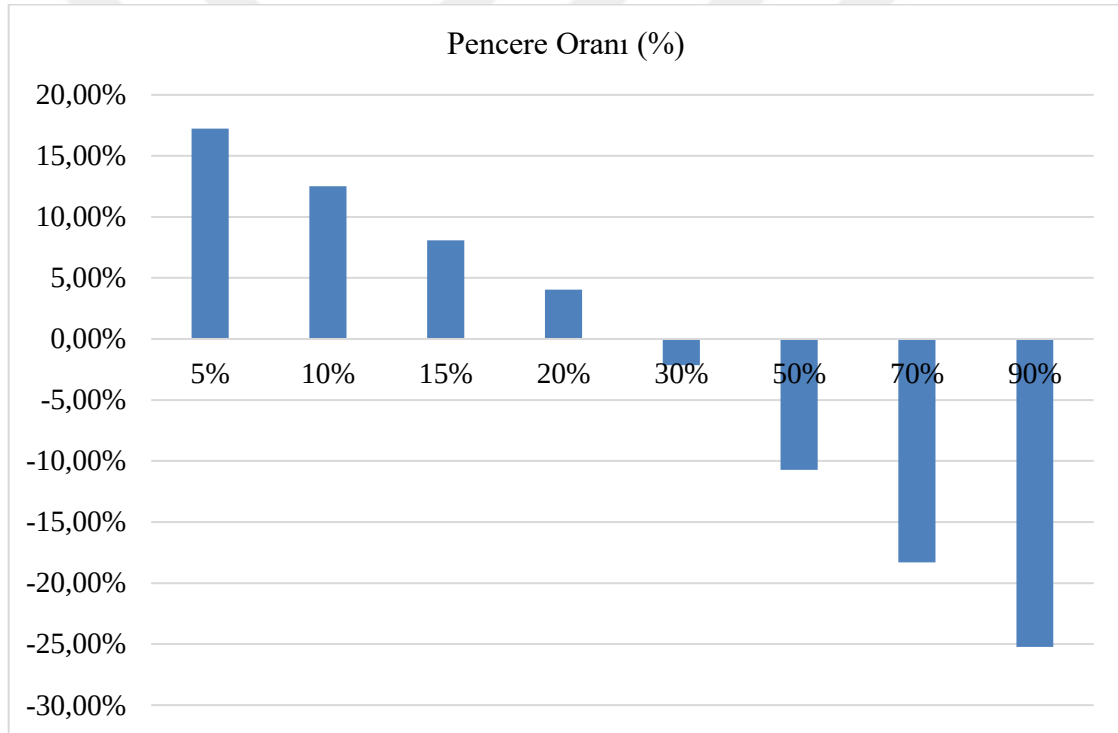
Aşağıda yer alan Tablo 10 ve Şekil 106’da özetlenen bulgular, en iyi performansın %5 pencere oranı ile elde edildiğini göstermektedir. Göreceli olarak düşük bir WWR’ye sahip olmasına rağmen, %5 konfigürasyonu en etkili pasif havalandırmayı sağlamıştır. Bu durumda, 14:00’te iç mekân sıcaklığı 35.17°C olarak kaydedilmiştir; bu, dış mekân sıcaklığı olan 38.90°C’den 4.63°C daha düşüktür ve bu da %11.63’lük genel bir iyileşmeye karşılık gelmektedir.

Buna karşılık, olumsuz senaryo %90 pencere oranı ile gözlemlenmiştir; bu durumda iç mekân sıcaklığı dış mekân sıcaklığını aşarak 39.80°C’ye ulaşmıştır. Bu, %18.32’lik negatif bir iyileşme ile sonuçlanmış ve yüksek WWR’nin iç mekân sıcaklıklarını azaltma konusundaki verimsizliğini vurgulamıştır. Bu durumda düşük performans, büyük pencere yüzeyinin aşırı güneş radyasyonu almasına ve bunun da potansiyel doğal havalandırma yararlarını geçmesine atfedilmektedir; bu da iç mekân ısısının artmasına yol açmaktadır.

Bu sonuçlar, %5 pencere oranına sahip bir konutun, daha büyük pencere oranlarına göre daha etkili pasif havalandırma ve geliştirilmiş ısı konfor sağladığını göstermektedir. Daha büyük pencere oranları, daha fazla doğal ışık almasına rağmen, artan güneş ısı kazancı nedeniyle aşırı ısınmalara yol açabilmektedir. Bu nedenle, pencere oranını optimize etmek; pasif soğutmayı artırmak ve iç ortam sıcaklıklarını minimize etmek için gereklidir.

Tablo 10. Pencere oranı senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Pencere Oranı Senaryoları			
Pencere Oranı (%)	14:00'teki Sıcaklık	Dış Mekân Sıcaklığı (39.8 °C) - İç Mekân Sıcaklığı	39.8 °C'ye Göre Performansta İyileşme
5 %	32.94	6.86	17.24%
10 %	34.82	4.98	12.51%
15 %	36.58	3.22	8.09%
20 %	38.19	1.61	4.05%
30 %	40.65	-0.85	-2.14%
50 %	44.07	-4.27	-10.73%
70 %	47.09	-7.29	-18.32%
90 %	49.84	-10.04	-25.23%



Şekil 106. Pencere oranı senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

6.3. Pasif Soğutma Tekniklerinin Konut Tipi Modelinde Simülasyonu

Pasif soğutma tekniklerinin konut tipi modelinde simülasyonu farklı plan tipleri ve büyüklükleri doğrultusunda yapılmış ve analiz edilmiştir.

6.3.1. Plan Tipi

Bir binanın kat planının düzeni, geleneksel pasif soğutma yöntemlerinin etkinliğinde hayati öneme sahiptir. Birçok yerel mimari stilde, özellikle kurak bölgelerde, binanın yerleşimi hava dolaşımını optimize ederek ve ısı emilimini en aza indirerek ısıl konforu artırmak için dikkatlice planlanmıştır. Geleneksel mimari, doğrudan güneş ışığına maruz kalan yüzey alanını azaltmak ve ısı yükü azaltmak için avlu tasarımları gibi kompakt veya içe dönük düzenleri sıkça içermektedir. Orta Doğu ve Akdeniz mimarisinin örneklediği içe dönük tasarımlar gölge sağlar ve gündüz saatlerinde ısıl konforu artıran serin, gölgeli alanlar oluşturur (Fathy, 1986). Avlular, serin gece havasını depolayıp gün boyunca binanın içindeki alanlara dağıtarak pasif soğutmayı mümkün kılan ısı bataryaları olarak işlev görmektedir. Ayrıca, doğu-batı eksenine hizalanmış uzunlamasına bina planları, doğu ve batıdan doğrudan güneş ışığına maruz kalan duvar yüzey alanını azaltarak güneş radyasyonunun etkisini azaltır. Bu tasarım, öğle saatlerinde batı güneşinin iç ısı emilimini önemli ölçüde artırabileceği sıcak-kuru bölgelerde özellikle etkilidir. Bu tür düzenlere sahip binalar, yüksek güneş açılarından kaçınarak daha tutarlı bir ısıl iklim sağlayabilir ve ısıl kütle, gölgeleme cihazları ve doğal havalandırma gibi pasif soğutma stratejilerine güvenebilir (Olgay, 2015). Geleneksel mimaride plan tipinin dikkatli seçimi, pasif soğutma yöntemlerini geliştirmede hayati işlevini gözler önüne serer, dolayısıyla mekanik klima sistemlerine olan bağımlılığı azaltır.

Plan tipleri, pasif soğutma çözümlerinin temel bir unsuru olan doğal hava akışını önemli ölçüde etkiler. Açık veya lineer zemin düzenleri, net hava yollarına izin vererek soğuk dış hava akışını iç odalara yönlendirir ve çapraz havalandırmayı artırır. Hava akışını önceliklendiren geleneksel açılardan girdiği ve sıcak havanın yüksek noktalardan çıktığı bir istif etkisini kolaylaştırarak havalandırmayı optimize eder (Givoni, 1998). Avlulu konutlarda, açık merkezi alan doğal havalandırma merkezi olarak işlev görerek odalar arasında hava akışını kolaylaştırır, iç mekân hava kalitesini artırır ve ısı birikimini azaltır.

Dar plan tipleri, binanın uzunluğu boyunca birkaç açılmadan hava sirkülasyonuna izin vererek çapraz havalandırmayı kolaylaştırır. İnce, uzun formlar, özellikle hâkim rüzgâr yönleriyle hizalanmış olanlar, rüzgârın doğal soğutma etkisinden tam olarak yararlanır. Buna karşılık, derin, kompakt düzenlere sahip yapılar, yeterli havalandırma açıklıklarıyla dikkatli bir şekilde inşa edilmezse durgun hava cepleri oluşturabilir. Plan tipi ile doğal havalandırma

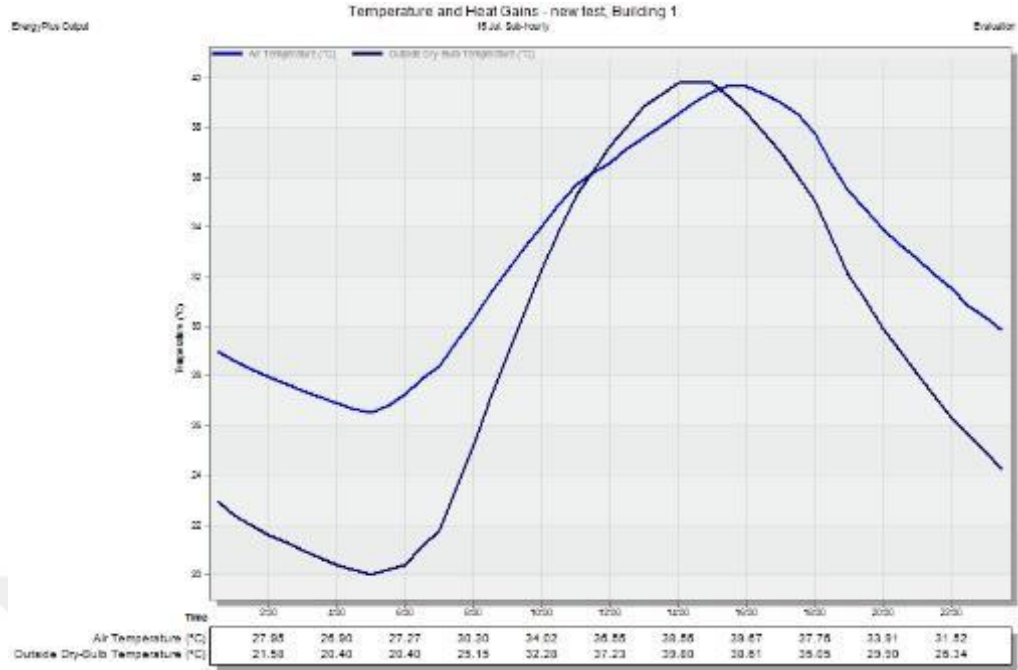
arasındaki ilişki, verimli pasif soğutma sağlamak için hava akışını teşvik eden düzenlerin tasarlanmasının gerekliliğini vurgular (Santamouris, 2007).

Geleneksel plan formları, ister kompakt ve içe dönük, ister uzatılmış ve açık olsun, pasif soğutma tekniklerini optimize etmek ve doğal hava akışını artırmak için özel olarak tasarlanmıştır. Bina yönelimi, güneş ışığına maruz kalma ve hava akışının dikkatli yönetimi yoluyla, bu tasarımlar sürdürülebilir ısı konfor elde etmede form ve işlevin sentezini gösterir.

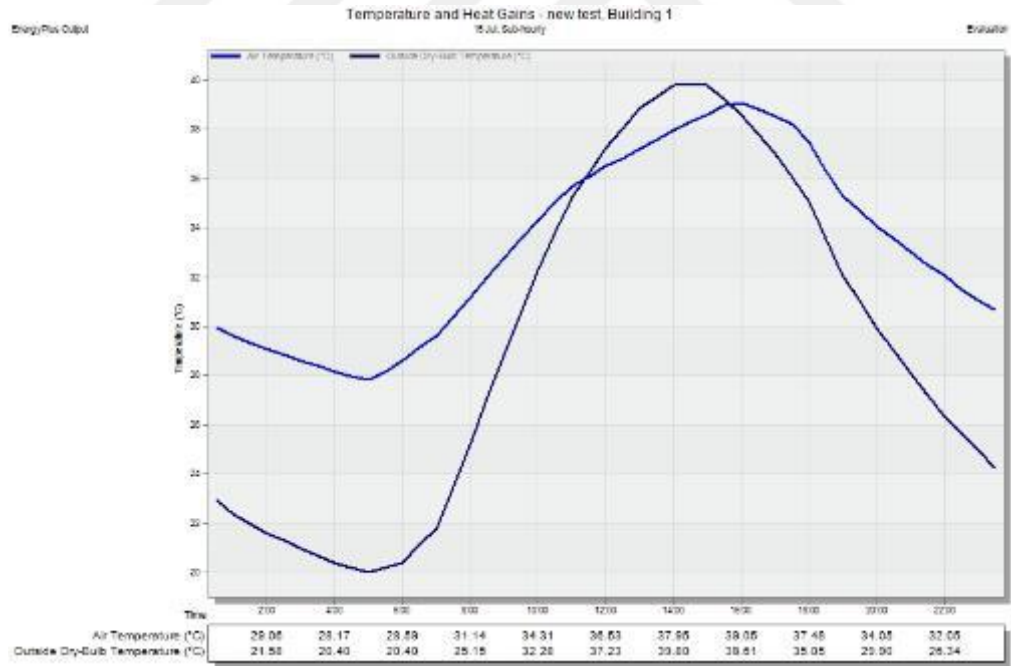
Bu araştırmada, dinamik ısı simülasyon yaklaşımı için dört plan tipi belirlenmiştir. Amman'daki geleneksel konut tipleri şunlardır: 1- Avlulu Tip. 2- Dış Sofalı Tip. 3- İç Sofalı Tip. Amman konutlarının günümüzdeki mevcut şekli ise standart tiptir. Bu; avlu, dış sofalı veya iç sofalı gibi geleneksel unsurlardan yoksun bir tiptir. Bu plan tiplerinde kullanılan tüm yapı malzemeleri ve yönler özdeştir ve her tipin boyutu 100 m²'dir. Ayrıca, her plan tipi aynı pencere-duvar oranını ve pencere boyutlarını korur, mekanik havalandırma sistemi kullanılmadan doğal havalandırmayı içerir. Tek değişken, plan tipidir.

Pencere yönü, gölgeleme ve cam türü değerlendirmesinin ardından, bir sonraki adım, farklı konut planı tiplerinin havalandırmayı ve iç sıcaklık düzenlemesini nasıl etkilediğini değerlendirmektir. Pasif soğutmayı doğal havalandırma yoluyla artırmadaki etkinliklerini belirlemek için dört farklı plan tipi analiz edilmiştir (şekil 107-110). Bu tiplerden avlulu konut, iç sıcaklıkları azaltma ve havalandırma performansını artırma açısından en etkili tasarım olarak öne çıkmıştır. Buna karşın, iç sofalı tasarım gibi diğer konut tipleri de iyileşmiş performans sergilemiştir, ancak avlulu konut kadar etkili değildir. İç sofalı düzen, 1.24°C'lik bir sıcaklık farkı ve %3.12'lik bir iyileşme yüzdesine sahiptir, bu da havalandırmanın arttığını göstermektedir, ancak iç sofalının kapalı doğası, daha açık avlu tasarımına kıyasla soğutma potansiyelini sınırlamaktadır (Tablo 11) (Şekil 111). Bu, diğer plan tiplerinin ılımlı havalandırma faydaları sunabileceğini, ancak iç ortam ısını azaltma açısından avlulu tasarımlar kadar verimli olmadığını önermektedir.

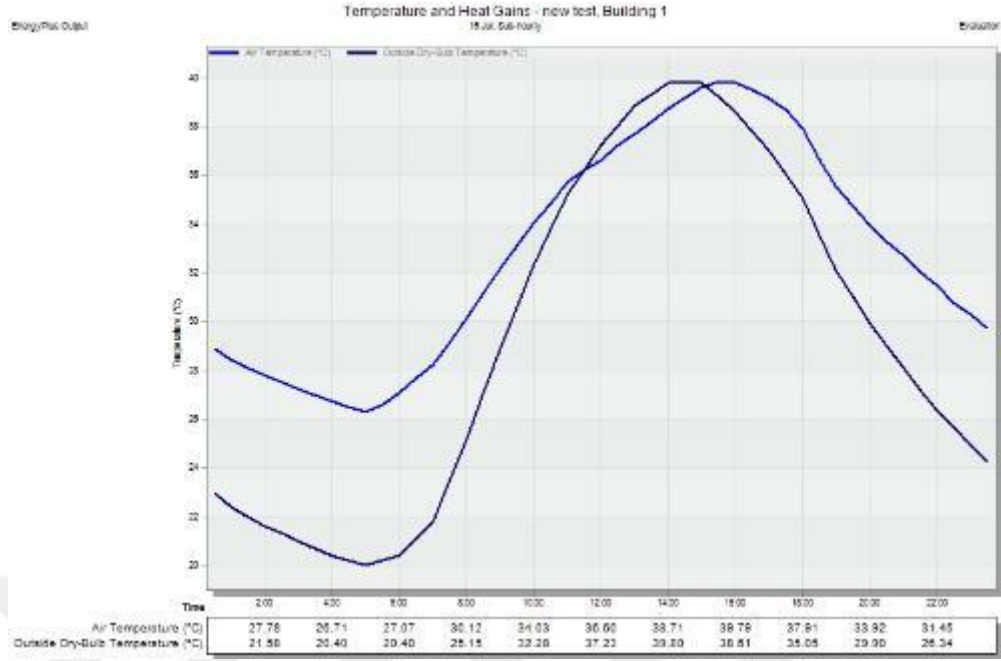
Sonuç olarak, avlulu konut tasarımı, pasif soğutma verimliliği açısından diğer konut tiplerinden sürekli olarak daha iyi performans göstermiştir. İç ortam sıcaklıklarını diğer düzenlerden daha etkili bir şekilde azaltma yeteneği ve hava akışı ile ısı düzenleme üzerindeki mimari vurgusu, doğal havalandırmayı maksimize etmek ve genel ısı konforu artırmak için en iyi seçenektir. Sonuçlar, sıcak iklimlerde ısı kazancını azaltmak ve hava hareketini teşvik etmenin sürdürülebilir bina performansı için hayati önem taşıdığı pasif tasarım stratejilerinde plan tipinin önemini vurgulamaktadır.



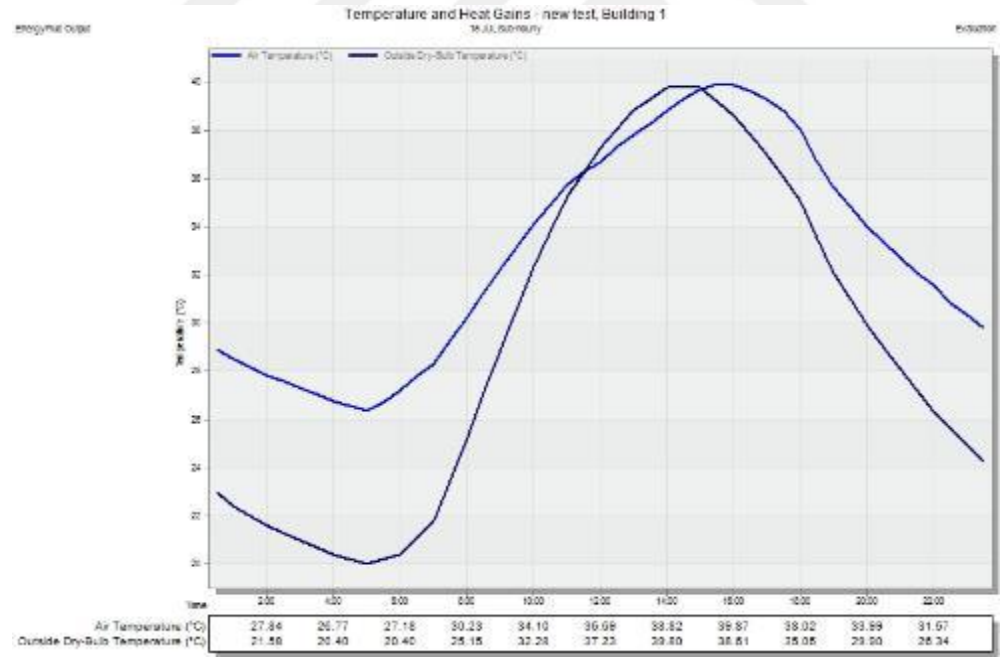
Şekil 107. İç sofalı tip senaryosunun sonuçları



Şekil 108. Avlulu tip senaryosunun sonuçları



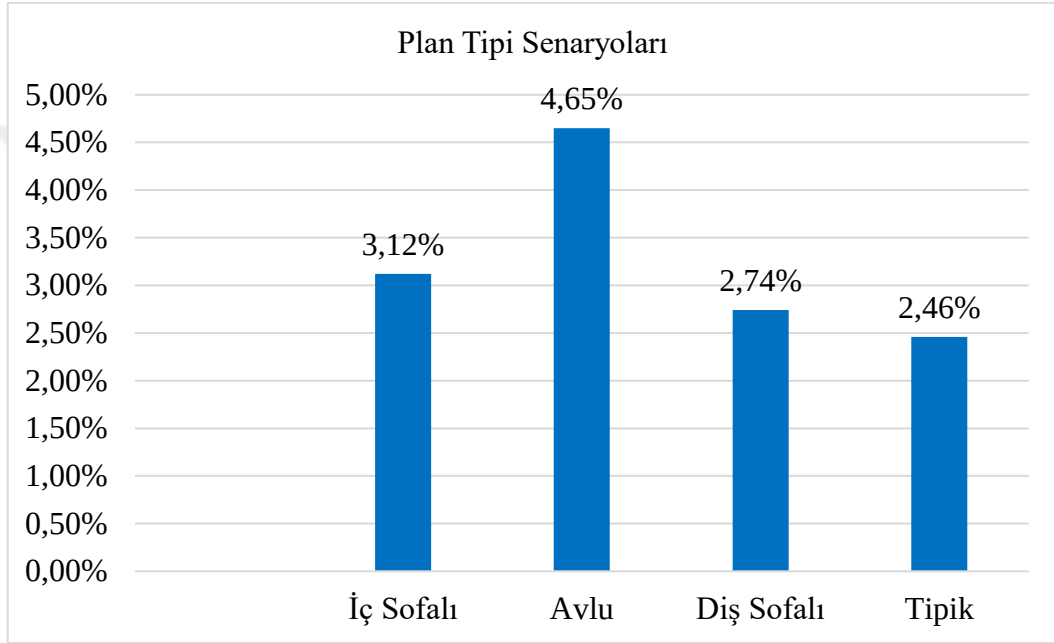
Şekil 109. Dış sofalı tip senaryosunun sonuçları



Şekil 110. Standart tip senaryosunun sonuçları

Tablo 11. Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Plan Tipi Senaryoları			
Plan Tipi	Saat 14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) – İç Sıcaklık (saat 14:00'te)	39.8° °C'ye Göre Performansta Artış
İç Sofalı	38.56	1.24	3.12%
Avlulu	37.95	1.85	4.65%
Dış Sofalı	38.71	1.09	2.74%
Standart	38.82	0.98	2.46%



Şekil 111. Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

6.3.2. Plan Büyüklüğü

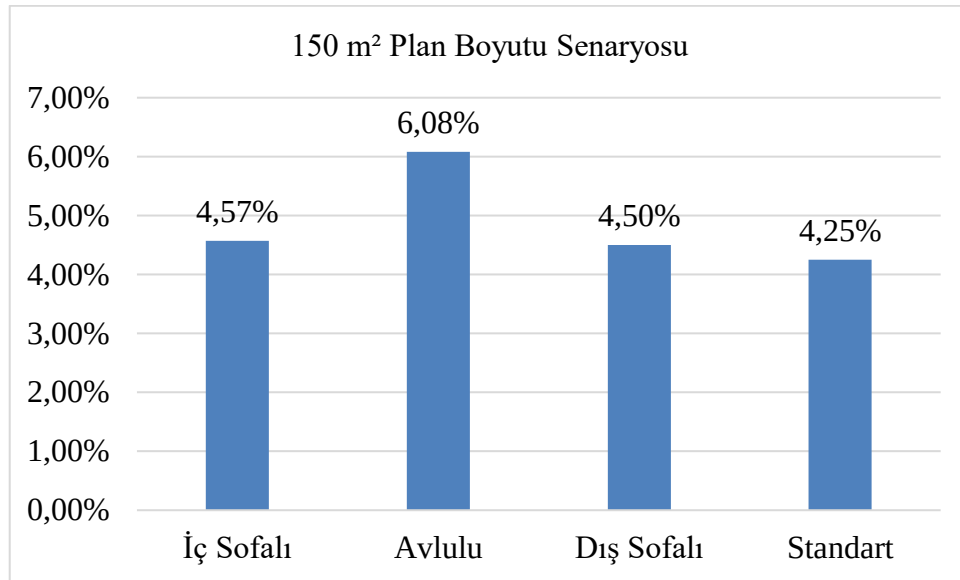
Bu bölüm, plan büyüklüğünün çeşitli konut tiplerinin pasif soğutma ve doğal havalandırmayı kolaylaştırma etkinliği üzerindeki etkisini incelemektedir. Özellikle, dış sıcaklıkların genellikle zirve yaptığı saatlerde, saat 14:00'te artan bina büyüklüğü ile iç sıcaklıklar arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yapı malzemeleri ve yönlendirme her tür için aynıdır. Ayrıca, her türde aynı pencere-duvar oranı ve pencere boyutu bulunmaktadır; doğal havalandırma mevcuttur ve mekanik havalandırma sistemi kullanılmamaktadır. Tek değişken plan boyutudur.

• Plan Boyutu 150 m²

Avlulu konut, 150 m² plan boyutuyla, iç sıcaklığı 37.38°C’de tutarak dış sıcaklıktan 2.42°C daha düşük bir performans göstermiştir. Bu, iç ortam ısı konforu %6.08 artırmıştır. İç sofalı konut, iç ortam sıcaklığını 37.98°C’de tutarak 1.82°C’lik bir düşüş ve %4.57’lik bir performans artışı göstermiştir. Dış sofalı konut, %4.25’lik bir artışla 1.69°C’ lik bir fark sergileyerek biraz daha düşük bir performans göstermiştir. Standart konut ise en az faydalı performansı göstermiş; iç ortam sıcaklığı 38.11°C olarak kaydedilmiş ve 1.69°C’ lik bir fark ve %4.25’ lik bir artış elde edilmiştir (Tablo 12) (Şekil 112).

Tablo 12. 150 m² plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

150 m ² Plan Boyutu Senaryosu			
Plan Tipi	Saat 14:00’teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) – İç Sıcaklık (saat 14:00’te)	39.8° °C’ye Göre Performansta Artış
İç Sofalı	37.98	1.82	4.57%
Avlulu	37.38	2.42	6.08%
Dış Sofalı	38.01	1.79	4.50%
Standart	38.11	1.69	4.25%



Şekil 112. 150 m² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

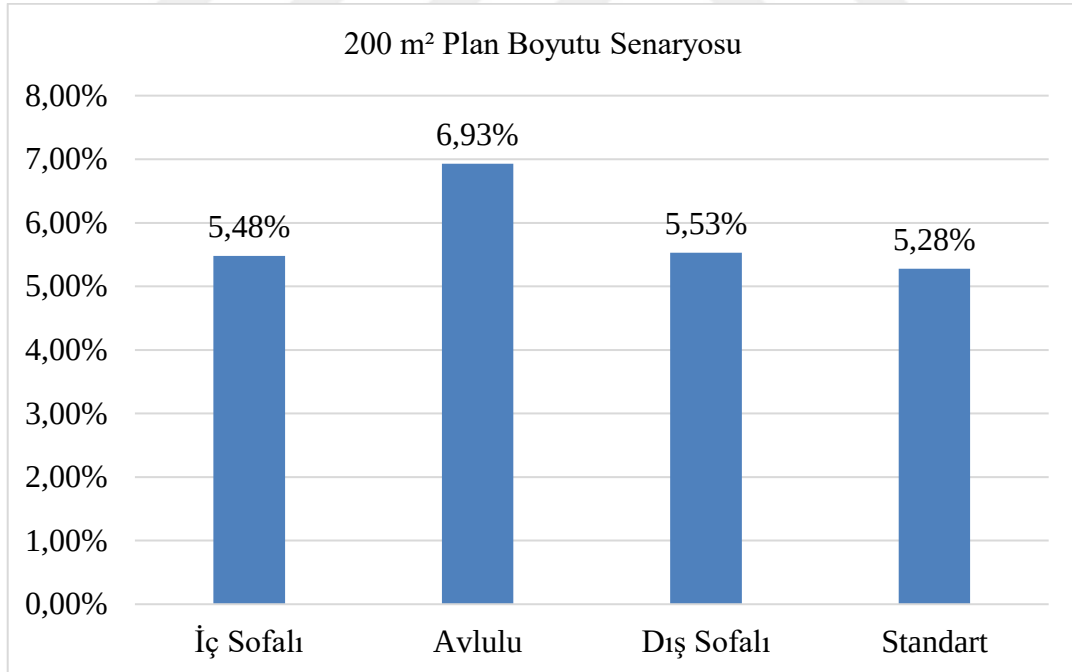
Avlulu konutun olağanüstü verimliliği, iyileştirilmiş doğal havalandırmayı teşvik eden açık çekirdek alanına dayanmaktadır. Bu, ısı dağılımına yardımcı olarak diğer mimari tasarımlara kıyasla iç sıcaklıkların daha başarılı bir şekilde düşürülmesini sağlamaktadır.

• Plan Boyutu 200 m²

200 m² tasarımında avlulu konut, iç sıcaklığı 37.07°C'ye ulaşarak dış sıcaklıktan 2.73°C daha düşük olan diğer düzenlemeleri sürekli olarak aşmıştır. Bu, %6.93'lük bir iyileşme sağlamıştır. Dış sofalı konut 2.2°C'lik bir sıcaklık düşüşü ve %5.53'lük bir iyileşme gösterirken, iç sofalı konut 2.18°C'lik bir düşüş ve %5.48'lik bir iyileşme sağlamıştır. Standart konut ise 150 m² senaryosuna kıyasla biraz daha iyi bir performans sergileyerek 2.12°C'lik bir sıcaklık düşüşü ve %5.28'lik bir iyileşme göstermiştir (Tablo 13) (Şekil 113).

Tablo 13. 200 m² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

200 m ² Plan Boyutu Senaryosu			
Plan Tipi	Saat 14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) – İç Sıcaklık 14:00'te	39.8° °C 'ye Göre Performansta Artış
İç Sofalı	37.62	2.18	5.48%
Avlulu	37.04	2.76	6.93%
Dış Sofalı	37.6	2.2	5.53%
Standart	37.7	2.1	5.28%



Şekil 113. 250 m² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Sonuçlar, dış sofalı ve iç sofalı tasarımların orta düzeyde iyileştirmeler sağlasa da, pasif soğutmayı kolaylaştırmada avlulu konut tipinin gerisinde kaldığını göstermektedir.

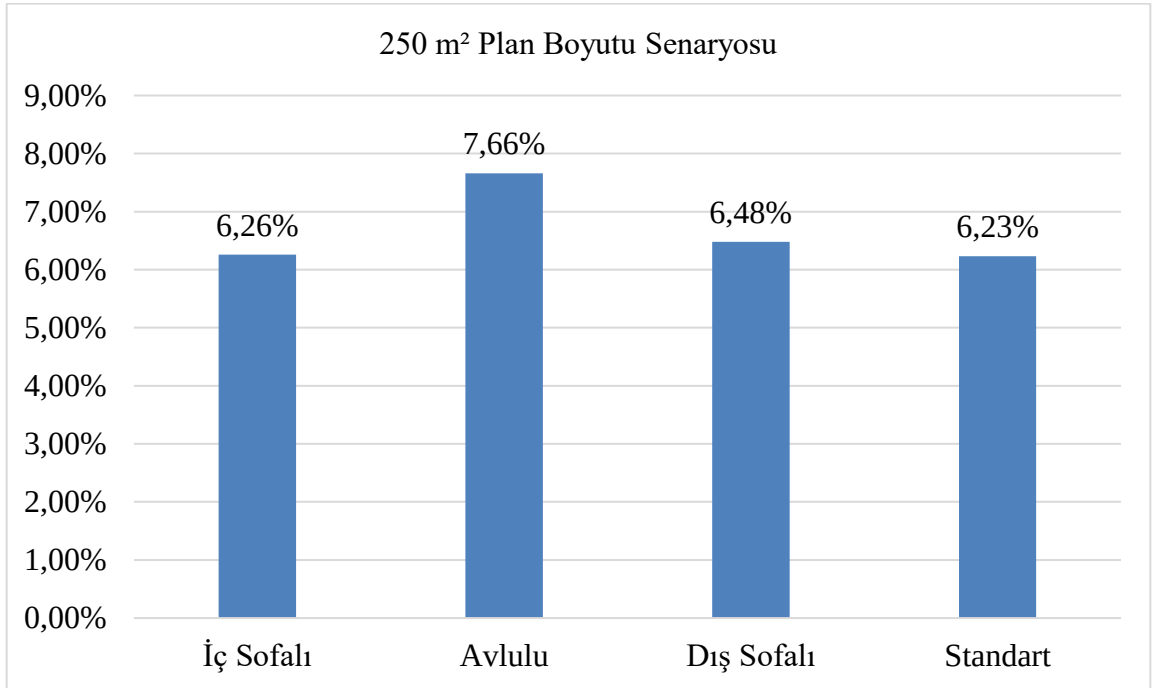
Açık avlu, hava dolaşımını ve havalandırmayı artırarak çeşitli plan boyutları arasında üstün ısı performans sağlamaktadır.

• Plan Boyutu 250 m²

Avlulu konut, 250 m² plan boyutunda optimal performans sergileyerek iç sıcaklığı 36.75°C'ye ulaştırmıştır; bu, dış sıcaklığa göre 3.05°C'lik bir düşüş ve %7.66'lık bir iyileşmeyi yansıtmaktadır. Dış sofalı konut 2.58°C'lik bir düşüş ve %6.48'lik bir iyileşme gösterirken, iç sofalı konut 2.60°C'lik bir değişimle %6.53'lük bir iyileşme sağlamıştır. Standart konut da iyileşmiş olup, 2.48°C'lik bir düşüş ve %6.23'lük bir gelişme göstermiştir (Tablo 14) (Şekil 114).

Tablo 14. 250 m² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

250 m ² Plan Boyutu Senaryosu			
Plan Tipi	Saat 14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) – İç Sıcaklık 14:00'te	39.8° °C 'ye Göre Performansta Artış
İç Sofalı	37.31	2.49	6.26%
Avlulu	36.75	3.05	7.66%
Dış Sofalı	37.22	2.58	6.48%
Standart	37.32	2.48	6.23%



Şekil 114. 250 m² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

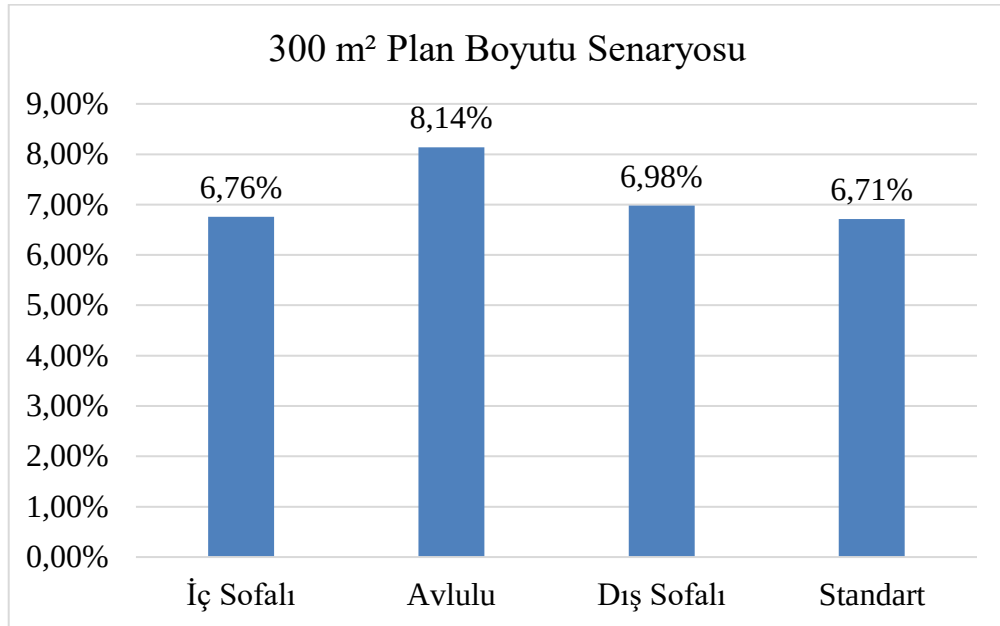
Konutun büyütülmesi, avlulu tasarımın ısı performansını artırarak, mimari tasarımın iç ortam sıcaklıklarını düzenlemedeki önemini vurgulamaktadır. Avlulu konutlardaki merkezi açık alan, daha iyi hava dolaşımını kolaylaştırmakta ve bu etki, bina boyutu arttıkça daha etkili hale gelmektedir; bu, iç sofalı ve standart tipik tasarımlar için geçerli değildir, çünkü bu tasarımlar daha sınırlı havalandırma yetenekleri sergilemektedir.

•Plan Boyutu 300 m²

300 m² avlulu konut, performansını artırarak iç sıcaklığı 36.56°C'ye ulaştırmıştır; bu, 3.24°C'lik bir düşüş ve %8.14'lük bir iyileşmeyi temsil etmektedir. Dış sofalı konut 2.78°C'lik bir düşüş ve %6.98'lik bir iyileşme gösterirken, iç sofalı konut 2.68°C'lik bir düşüş ve %6.76'lık bir iyileşme sağlamıştır. Standart konut, 2.67°C'lik bir fark ve %6.71'lik bir iyileşme ile düşük performans göstermeye devam etmiştir (Tablo 15) (Şekil 115).

Tablo 15. 300 m² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

300 m ² Plan Boyutu Senaryosu			
Plan Tipi	Saat 14:00'teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) – İç Sıcaklık (14:00'te)	39.8° C 'ye Göre Performansta Artış
İç Sofalı	37.11	2.69	6.76%
Avlulu	36.56	3.24	8.14%
Dış Sofalı	37.02	2.78	6.98%
Standart	37.13	2.67	6.71%



Şekil 115. 300 m² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

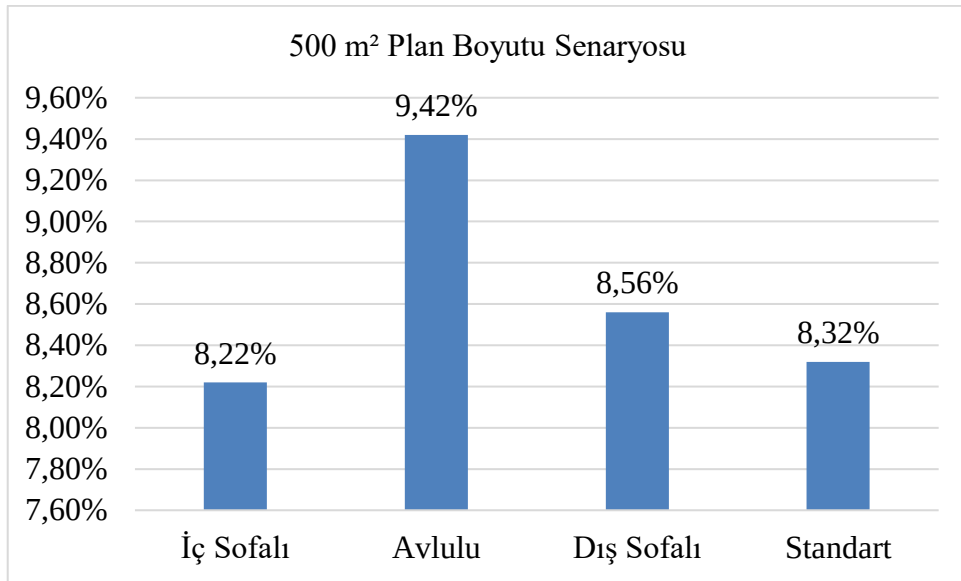
Önceki durumlarda olduğu gibi, avlulu konutun açık tasarımı iç sıcaklıkların düşürülmesinde en etkili olanıdır. İç sofalı ve standart konut tipleri yalnızca küçük iyileşmeler sunmakta ve sıcaklık farkları avlulu konut tipinden önemli ölçüde daha düşük kalmaktadır.

• Plan Boyutu 500 m²

500 m² plan boyutuna sahip avlulu konut, 36.05°C’lik bir iç ortam sıcaklığı ile üstün performans göstermiştir; bu, dış sıcaklığın 3.75°C altında olup %9.42’lik bir iyileşmeyi yansıtmaktadır. Dış sofalı konut, 3.41°C’lik bir fark ve %8.56’lık bir iyileşme sergilemiştir. Önemli bir nokta olarak, çalışmada ilk kez iç sofalı konut, normal konut ile kıyaslandığında daha düşük bir performans göstermiştir; bu konut 3.27°C’lik bir düşüş ve %8.22’lik bir iyileşme elde etmiştir; bu, standart konutun 3.30°C’lik bir düşüş ve %8.32’lik bir iyileşme sağladığı durumun aksinedir (Tablo 16) (Şekil 116).

Tablo 16. 500 m² Plan tipi senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

500 m² Plan Boyutu Senaryosu			
Plan Tipi	Saat 14:00’teki Sıcaklık	Dış Sıcaklık (39.8 °C) – İç Sıcaklık (14:00’te)	39.8° C ‘ye Göre Performansta Artış
İç Sofalı	36.53	3.27	8.22%
Avlu	36.05	3.75	9.42%
Dış Sofalı	36.39	3.41	8.56 %
Standart	36.49	3.31	8.32%



Şekil 116. 500 m² Plan boyutu senaryolarının karşılaştırmalı sonuçları

Bu bölümün bulguları, mimari tasarımın pasif soğutma ve doğal havalandırma üzerindeki önemli etkisini vurgulamaktadır. Avlulu konut, 100 m²'den 500 m²'ye kadar çeşitli plan boyutlarında iç sofalı, dış sofalı ve standart konut gibi diğer tasarım stillerini sürekli olarak geride bırakmıştır. Avlulu konutun, daha büyük yapılandırmalarda iç ortam sıcaklıklarını %9.42 oranında düşürebilme kapasitesi, hava dolaşımını artıran ve ısıyı diğer tasarımlardan daha etkili bir şekilde emen açık tasarımının etkinliğini göstermektedir. Plan boyutunun artmasıyla birlikte sürekli performans artışı, avlulu konutların açık hava çekirdek alanının yalnızca görsel bir çekicilik sunmakla kalmayıp, aynı zamanda doğal havalandırma ilkelerini kullanarak ısıl konforu belirgin bir şekilde artırdığını ortaya koymaktadır.

Dış sofalı konutlar, avlulu tasarımlara kıyasla daha az verimli olsalar da, iç ortam sıcaklığında azalmalarla birlikte kayda değer ısı performans sergilemiştir. Ancak, genel etkinlik açısından avlulu konutlardan daha düşük kalmaya devam etmekte ve özellikle daha büyük düzenlerde merkezi açık alanın avantajları giderek daha önemli hale geldiğinden, avlulu konutlara göre daha düşük performans göstermektedir. İç sofalı tasarım, iç ortam sıcaklıklarında mütevazı azalmalar sağlasa da, plan boyutu genişledikçe rekabet gücünü korumakta zorluk yaşamış ve nihayetinde 500 m²'lik en büyük plan boyutunda standart tasarım tarafından geride bırakılmıştır. İç sofalı konutların performansındaki düşüş, kapalı tasarımlarının hava akışını ve havalandırmayı kısıtladığını, özellikle daha büyük binalarda ısı birikimine neden olduğunu göstermektedir.

Standart plan türü, en düşük genel performansı sergilemekle birlikte, yapı boyutu genişledikçe marjinal iyileşmeler göstermiştir. Bu iyileşmelere rağmen, standart plan türü, sıcaklık düşürme ve yüzdelik iyileştirme açısından avlulu ve dış sofalı tasarımlara kıyasla sürekli olarak düşük performans sergilemiştir. Bulgular, standart plan türü gibi kapalı veya yarı kapalı yapıların, hava dolaşımını içsel olarak kısıtladığı ve dolayısıyla pasif soğutma kapasitesini azalttığı fikrini desteklemektedir.

Bu çalışma, avlulu konutların, özellikle sıcak bölgelerde pasif soğutma için en verimli tasarım olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, plan alanının genişletilmesinin avlulu tasarımların doğal havalandırma avantajlarını daha da artırdığını, böylece mekanik soğutma sistemlerine bağımlılık olmadan ısıl konfor elde etmek için ideal bir seçenek haline geldiğini göstermektedir. Çevresel sürdürülebilirlik konusundaki artan endişelerle birlikte, avlulu mimari tasarımlar, enerji verimli yapılar için uygulanabilir bir çözüm sunmakta ve böylece yapay soğutma sistemlerine bağımlılığı azaltmaktadır. Bu çalışma, bir binanın boyutlarının ve yapılandırmasının, sürdürülebilir ve doğal havalandırılabilir yapıları teşvik etmede önemini

vurgulamaktadır. Gelecek araştırmalar, bu bulguların farklı iklim bölgelerinde uygulanabilirliğini araştırabilir veya pasif soğutma için mimari tasarımları geliştirmek amacıyla daha sofistike simülasyon modellerini entegre edebilir.

6.4. Test Odasının Olumlu ve Olumsuz Faktör Senaryoları

Bu çalışmanın bu bölümünde; cam türü, pencere yönü, gölgeleme, pencere oranı ve plan türü gibi ana performans parametrelerini değerlendiren bir dizi simülasyona dayanarak olumlu ve olumsuz durum senaryoları araştırılmıştır. Amaç, pasif soğutma potansiyelini maksimize eden tasarım yapılandırmalarını belirlemek ve tersine, olumsuz performansa katkıda bulunan faktörleri vurgulamaktır. Bu analiz aracılığıyla, sıcak iklimlerde bina tasarımlarını optimize etmeye çalışan mimarlar için değerli bilgiler sağlanması hedeflenmektedir.

Simülasyonlar, pasif soğutma performansı açısından olumlu ve olumsuz durum senaryolarını belirlemek için çeşitli tasarım unsurlarını analiz etmiştir. Performans ölçütleri, dış sıcaklıkların 39.8°C'ye ulaştığı saat 14:00'te iç ve dış koşullar arasındaki sıcaklık farklarını ölçerek değerlendirilmiştir. Aşağdaki bölümler, olumlu ve olumsuz durum yapılandırmalarını detaylı bir şekilde tartışmaktadır.

6.4.1. Olumlu Faktörlerin Senaryoları

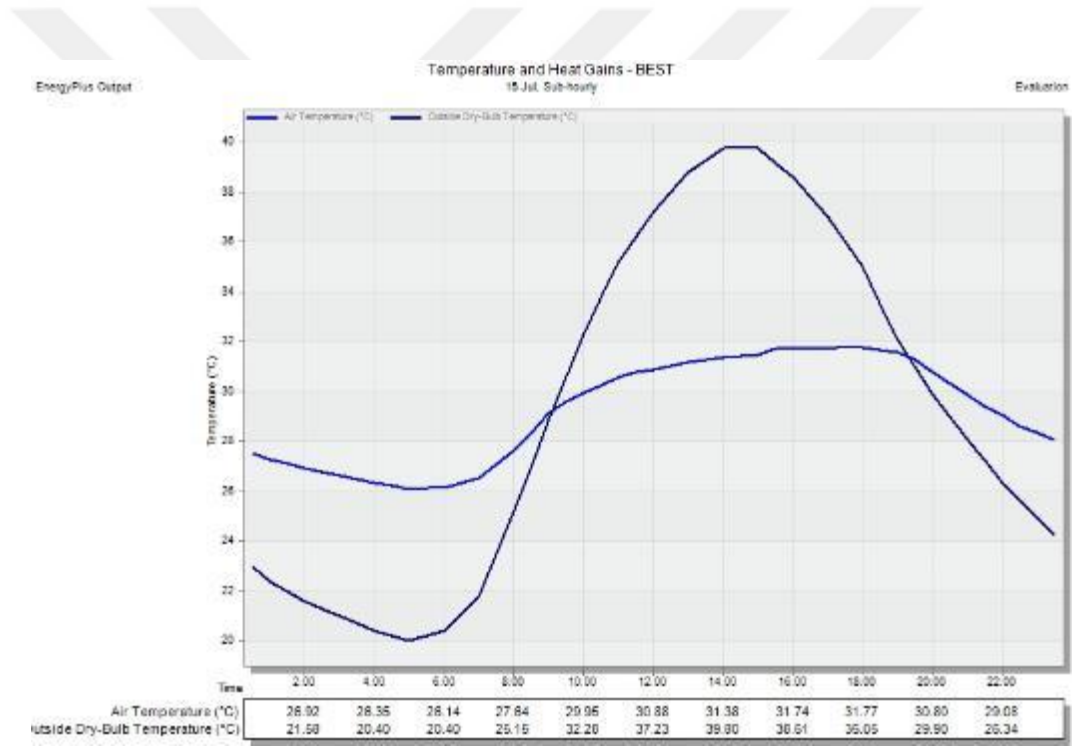
Olumlu durum senaryosu, ısı kazanımını minimize eden ve havalandırma verimliliğini maksimize eden tasarım özelliklerinin bir kombinasyonu ile karakterize edilmiştir. Simülasyonlardan elde edilen ana bulgular şunlardır:

Camlama: Çift Low-E (LoE) camlama, ısı transferini azaltmak için olumlu seçenek olarak belirlenmiştir. Bu tür camlama, görünür ışığın geçmesine izin verirken, kızılötesi radyasyonu yansıtarak güneş ısı kazanımını aza indirmekte ve iç ortam sıcaklıklarını daha serin tutmaktadır.

Pencere Yönü: Pencere yönü de pasif soğutmada kritik bir rol oynamıştır. Olumlu performans, pencerelerin tek bir tarafı kuzeye bakacak şekilde yerleştirildiğinde elde edilmiştir. Kuzeye bakan pencereler, özellikle günün en sıcak saatlerinde doğrudan güneş ışığına maruz kalmayı azaltarak ısı kazanımını minimize etmektedir. Bu yönlendirme, doğal havalandırma ile birleşerek olumlu senaryoda gözlemlenen daha düşük iç ortam sıcaklıklarına katkıda bulunmuştur.

Pencere Oranı: Olumlu durum senaryosunda %5’lik bir pencere-duvar oranı optimal bulunmuştur. Küçük bir pencere oranı doğal ışık geçişini sınırlasa da, içeriye giren ısı miktarını da önemli ölçüde azaltarak ısıl konforu artırmaktadır. Azaltılmış pencere alanı, iç mekanlara aşırı güneş radyasyonunun sızmasını engelleyerek olumlu durum performansına katkıda bulunmuştur.

Gölgeleme: Pencere yönelimi için olumlu senaryo kuzey olduğu için, bu senaryoda kullanılan uygun gölgeleme kuzey tarafında bulunmaktadır. Saçaklar veya panjurlar gibi gölgeleme elemanları, doğrudan güneş ışığını engellemeye etkili olmuştur. Kuzey tarafındaki gölgeleme güneş ışınlarının doğrudan pencerelere vurmasını engelleyerek, iç mekânda daha serin bir ortamın korunmasına yardımcı olmuştur.



Şekil 117. Olumlu durum senaryosu sonuçları

Genel olarak, olumlu durum senaryosu, optimal pasif soğutma performansını elde etmek için çift Low-E camlama, kuzeye bakan pencereler, %5 pencere oranı ve kuzey tarafında gölgeleme kombinasyonunu etkili bir şekilde kullanmıştır. Bu yapılandırmadaki test odası, 8.42 °C’lık bir sıcaklık düşüşü ve %21.16’lık bir performans artışı elde ederek, bu tasarım stratejilerinin önemli etkisini göstermiştir (Şekil 117).

6.4.2. Olumsuz Faktörlerin Senaryosu

Olumlu durum senaryosuna karşılık, olumsuz durum senaryosu; ısı kazanımını artıran ve zayıf havalandırmaya yol açan tasarım seçimleriyle tanımlanmıştır, bu da daha yüksek iç sıcaklıklara neden olmuştur.

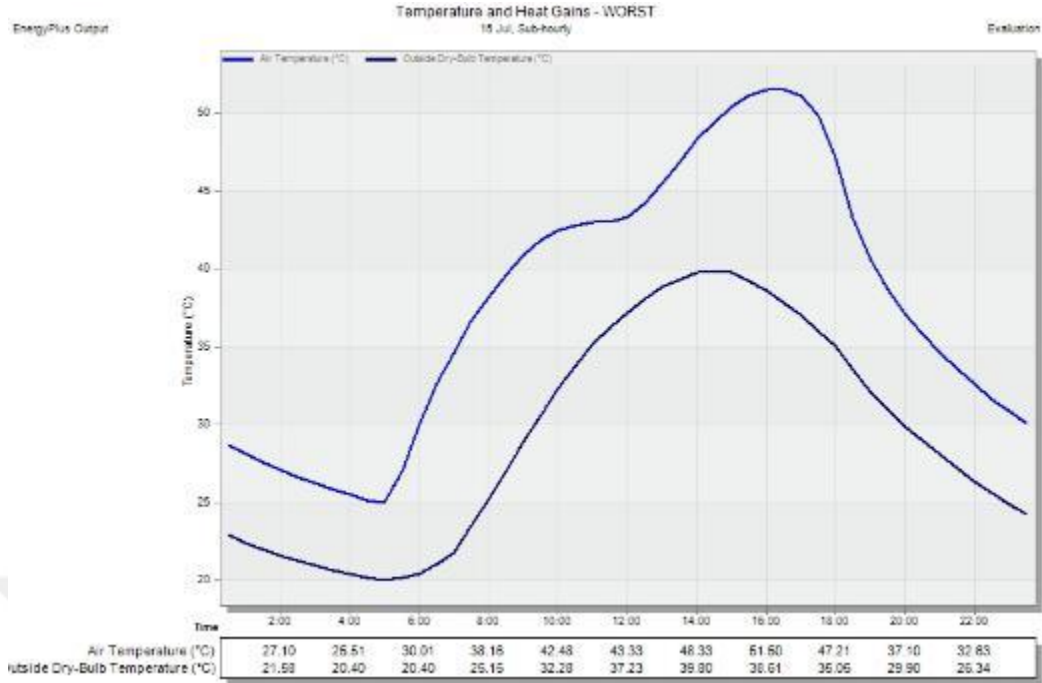
Olumsuz durum performansına katkıda bulunan ana faktörler şunlardır:

Camlama: Tek camlama, ısı yalıtım açısından en az etkili olan seçenek olarak ortaya çıkmıştır; ısı transferine karşı minimum direnç sağlar ve önemli miktarda güneş ısısının binaya girmesine izin verir.

Pencere Yönü: Olumsuz sonuçlar, pencerelerin dört yöne baktığı senaryolarla gözlemlenmiştir. Bu yapılandırma, çoklu yönlerden aşırı güneş ışığının girmesine olanak tanımış, bu da ısı kazanımını artırmış ve havalandırmayı kötüleştirmiştir. Güneşin etkisini kontrol etme yeteneği olmadan, bu yapılandırmadaki iç ortam, rahatsız edici şekilde sıcak hale gelmiş ve olumsuz durum performansına katkıda bulunmuştur.

Pencere Oranı: %90 Pencere-duvar oranı, olumsuz durum senaryosunda en az etkili bulunmuştur. Büyük pencere alanları, önemli miktarda güneş radyasyonunun binaya girmesine izin vermiş, bu da ısı kazanımını artırmış ve pasif soğutma stratejilerinin etkinliğini azaltmıştır. Yüksek pencere oranı, yetersiz camlama ve pencere yönüyle birleştiğinde, zayıf ısı performansına yol açmıştır.

Gölgeleme: Gölgelemenin yokluğu, olumsuz durum senaryosuna daha fazla katkıda bulunmuştur. Doğrudan güneş ışığını engelleyen gölgeleme elemanları olmadan, bina, güneş radyasyonunun tam yoğunluğuna, özellikle de pik saatlerde maruz kalmıştır. Pencerelerde gölgeleme eksikliği, iç mekân sıcaklıklarının artmasına ve ısı konforun önemli ölçüde düşmesine neden olmuştur.



Şekil 118. Olumsuz durum senaryosu sonuçları

Genel olarak, olumsuz durum senaryosu, tek camlama, dört taraflı pencere yönlendirmesi, yüksek pencere-duvar oranı ve gölgelemenin yokluğu gibi kötü tasarım seçimlerinin olumsuz etkisini göstermiştir. Bu yapılandırmadaki test odası, dış ortam sıcaklığının 8.53 °C üzerinde bir iç ortam sıcaklık artışı yaşamış ve -21.43%'lük bir ısı verimlilik düşüşüyle sonuçlanmıştır (Şekil 118).

Tablo 17. Simülasyon sonuçlarına dayanan olumlu ve olumsuz durum senaryolarının özet sonuçları

Test Odası Olumlu ve Olumsuz Durum Senaryoları		
Camlama	Çift Low-E (LoE)	Tek camlama
Pencere Yönü	Kuzey (tek taraf)	Tüm taraflar (dört taraf)
Pencere Oranı	%5	%90
Gölgeleme	Kuzey tarafı gölgelemesi	Gölgeleme yok
İç Sıcaklık	31.38°C	48.33°C
Sıcaklık Farkı	-8.42°C (dışarıdan)	+8.53°C (dışarıdan)
Performans Artışı	+21.16%	-21.43%

Bu çalışma, pasif soğutma stratejileri aracılığıyla optimal ısı konforun elde edilmesinde dikkatli tasarım düşüncelerinin önemini vurgulamaktadır. Simülasyonlardan elde edilen sonuçlar; camlama türü, pencere yönü, pencere oranı ve gölgeleme gibi tasarım

seçimlerinin bir binanın daha serin i sıcaklıkları koruma yeteneği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Çift Low-E camlama, kuzeye bakan pencereler, düşük pencere-duvar oranı ve uygun gölgeleme kullanan olumlu durum senaryosu, iç ortam sıcaklıklarını etkili bir şekilde düşürmüş ve ısı performansını %21.16 artırmıştır. Buna karşılık, tek camlama, çok taraflı pencere yönlendirmesi, yüksek pencere oranı ve gölgelemenin olmadığı olumsuz durum senaryosu, iç sıcaklık artışı ve %8.53 ve -21.43% performans düşüşü ile sonuçlanmıştır (Tablo 17).

Bu çalışmanın bulguları, mimari unsurların pasif soğutma potansiyelini artırmadaki kritik rolünü vurgulamaktadır. Olumlu durum senaryosunda tanımlanan tasarım stratejilerini benimseyerek, mimarlar ve planlamacılar sıcak iklimlerde bina performansını ve sakinler için ısı konforu önemli ölçüde artırabilir, enerji tüketimini azaltabilir. Tersine, olumsuz durum senaryosunda belirtilen tasarım hatalarından kaçınmak, aşırı ısı kazanımını önlemeye ve daha enerji verimli binalar oluşturmaya yardımcı olabilir. Gelecekteki araştırmalar, bu tasarım yapılandırmalarının uzun vadeli faydalarını ve farklı iklim bölgelerinde uygulanabilirliğini daha fazla keşfedebilir.

6.5. Konut Modellerinin Olumlu ve Olumsuz Faktör Senaryoları

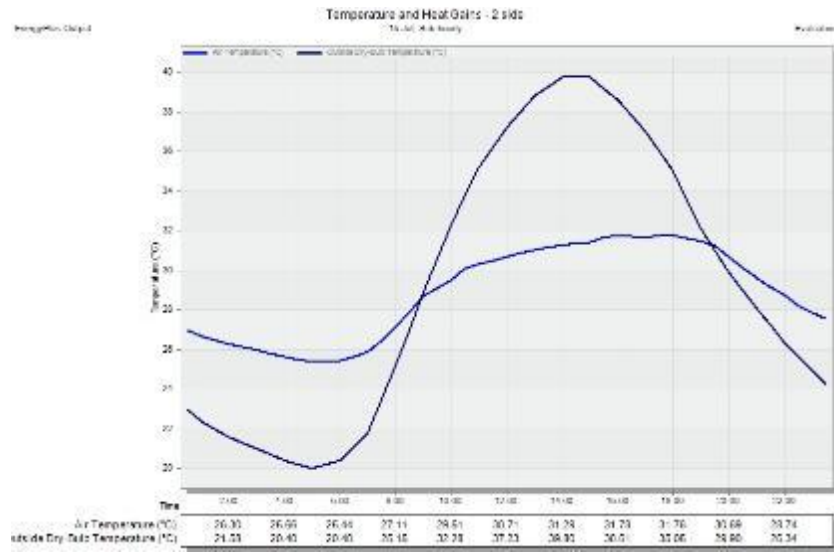
Çalışma, olumlu durum senaryosunda pasif tasarım stratejileri uygulanarak iki konut modelinin -avlulu konut ve standart konut-ısı performansını analiz etmiştir. Bu stratejiler, ift Low-E camlama, kuzey-güney pencere yönlendirmesi (iki taraf), %5 pencere oranı ve güney ile kuzey tarafında gölgeleme kullanımı içermektedir. Ayrıca, olumsuz durum senaryosu altında uygulanan stratejiler arasında tek camlama, dört taraflı pencere yönlendirmesi, %90 pencere oranı ve gölgeleme cihazı kullanılmaması bulunmaktadır. Amaç, bu parametrelerin iç ortam sıcaklıklarını azaltma ve ısı konforu artırma üzerindeki etkisini özellikle dış sıcaklıkların 39.8°C'ye ulaştığı pik ısı saatlerinde (öğlen 14:00) değerlendirmektir (Tablo 18).

Tablo 18. Olumlu ve olumsuz senaryolar altında avlulu ve standart konut modellerinde pasif tasarım stratejilerinin karşılaştırılması

Senaryo	Konut Modeli	Cam Tipi	Pencere Yönelimi	Pencere Oranı	Gölgeleme Elemanları	Dış Sıcaklık	En Yüksek Sıcaklık Saati
Olumlu Senaryo	Avlulu Konutu	Çift Low-E	Kuzey-Güney (iki taraf)	%5	Güney ve Kuzey tarafları	39.8°C	14:00
	Standart Konutu	Çift Low-E	Kuzey-Güney (iki taraf)	%5	Güney ve Kuzey tarafları	39.8°C	14:00
Olumsuz Senaryo	Avlulu Konutu	Tek Cam	Dört taraf	%90	Yok	39.8°C	14:00
	Standart Konut	Tek Cam	Dört taraf	%90	Yok	39.8°C	14:00

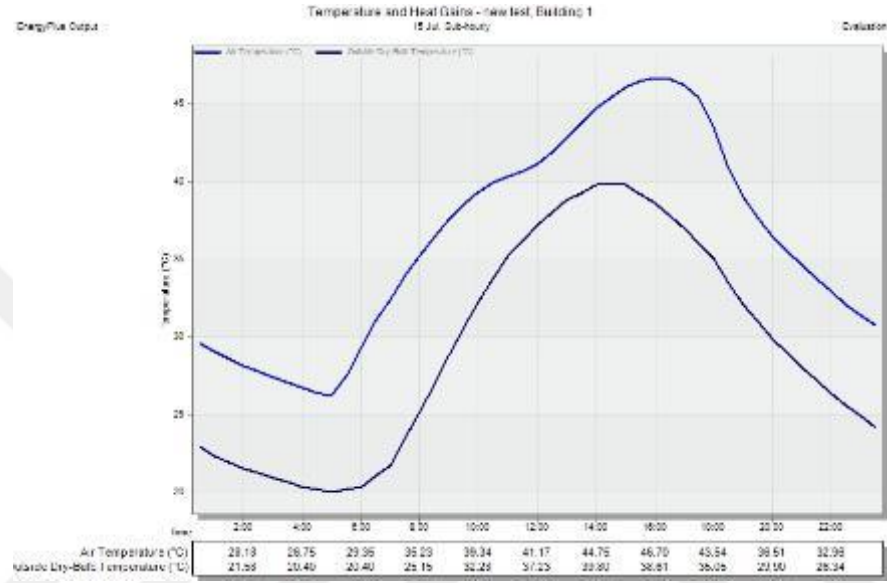
6.5.1. Avlulu Konut

Olumlu Faktörlerin Senaryosu: Avlulu konut türü, pasif tasarım stratejileri uygulandığında güçlü bir performans sergilemiştir. İç ortam sıcaklığı 31.29°C'ye düşmüştür. Bu da dış ortam sıcaklığı olan 39.8°C'den 8.51°C daha düşüktür. Bu düşüş, ısıl konforda %21.38'lik bir iyileşmeye karşılık gelmekte ve avlulu konut tasarımının optimal pasif soğutma teknikleriyle birlikte etkinliğini vurgulamaktadır (Şekil 119).



Şekil 119. Avlulu konuttaki olumlu durum senaryosunun sonucu

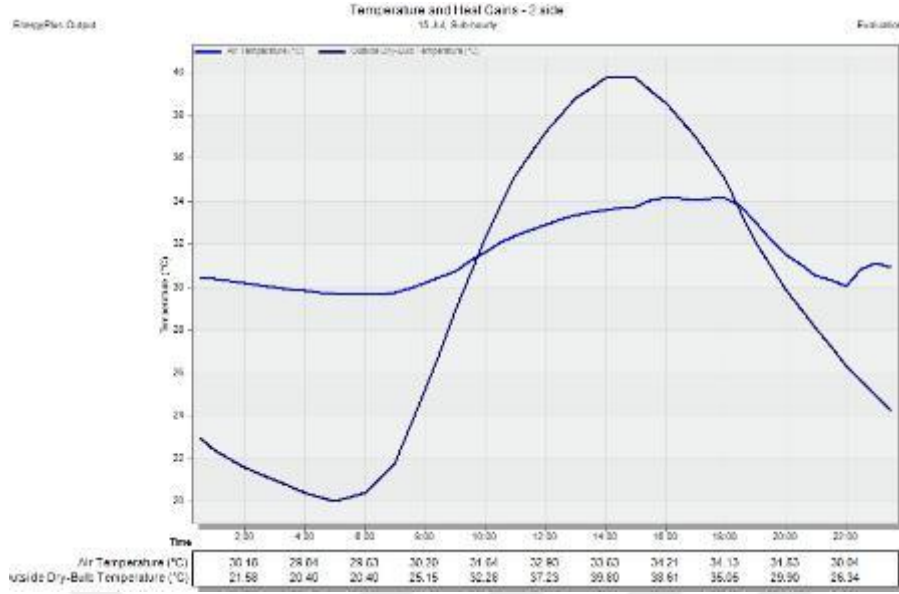
Olumsuz Faktörlerin Senaryosu: Olumsuz durum senaryosunda, avlulu konutun performansı önemli ölçüde kötüleşmiştir. İç ortam sıcaklığı 44.75°C 'ye yükselmiş, bu da pasif soğutma stratejilerinin daha az elverişli koşullarda ısıyı dengelemek için yeterli olmadığını göstermiştir. Bu durumda performans %12.43 oranında kötüleşmiş, iç ortam sıcaklığı dış ortamla kıyaslandığında artmıştır (Şekil 120).



Şekil 120. Avlulu konuttaki olumsuz durum senaryosunun sonucu

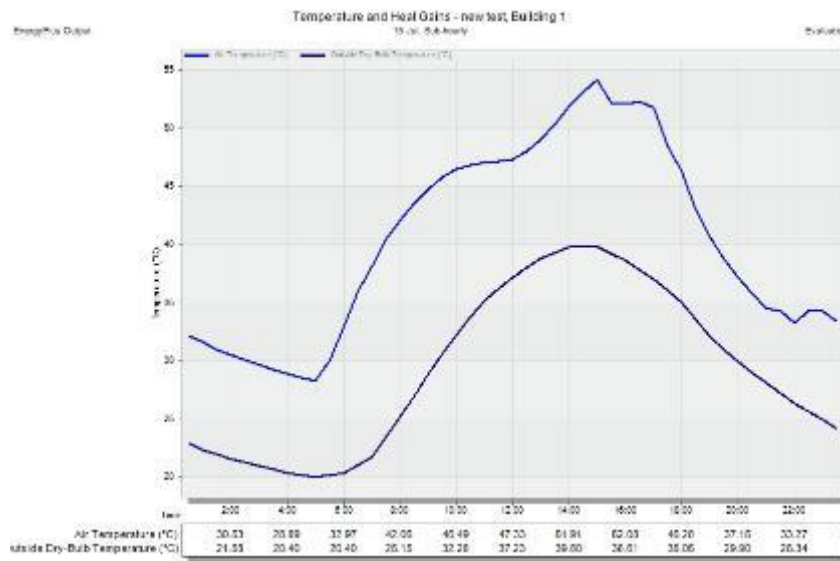
6.5.2. Standart Konut

Olumlu Faktörlerin Senaryosu: Standart konut türü, olumlu durum senaryosunda iyileşmeler göstermiştir, ancak sonuçlar avlulu konutun sonuçları kadar olumlu olmamıştır. İç ortam sıcaklığı 33.63°C 'ye düşmüştür, bu da dış ortam sıcaklığından 6.17°C daha düşüktür. Bu düşüş, ısıl performansta %15.5'lik bir iyileşmeyi temsil etmektedir. Bu senaryo bazı etkiler gösterse de, standart konut tasarımı, avlulu konut modeliyle karşılaştırıldığında havalandırma ve soğutma potansiyelini doğası gereği sınırlamaktadır (Şekil 121).



Şekil 121. Standart konuttaki olumlu durum senaryosunun sonucu

Olumsuz Faktörlerin Senaryosu: Olumsuz durum senaryosunda, standart konut olumsuz performans sergilemiş, iç ortam sıcaklığı 51.91°C 'ye yükselerek dış sıcaklığı önemli ölçüde aşmıştır. Performans %30.42 oranında kötüleşmiş, bu da modelin aşırı ısıyı yönetmedeki etkinliğinin düşük olduğunu göstermiştir. Pasif tasarım unsurları yeterince entegre edilmediğinde veya olumsuz yapılandırıldığında bu durum ortaya çıkmaktadır (Şekil 122) (Tablo 19).



Şekil 122. Standart konuttaki olumsuz durum senaryosunun sonucu

Her iki konut tipi için olumlu ve olumsuz senaryoları karşılaştırdığımızda, avlulu konutun ısı konfor açısından genel olarak daha iyi performans sergilediği açıktır. Merkezdeki açık alan aracılığıyla doğal havalandırmayı teşvik eden avlulu konutun tasarımı, hem soğutma hem de konforlu iç ortam sıcaklıklarının korunmasında daha etkilidir. Olumsuz durum senaryosunda avlulu konut, standart konuttan hala daha olumlu bir performans göstermekte, ancak her iki konut tipi de önemli sıcaklık artışları yaşamaktadır.

Tablo 19. Sonuçların özet tablosu

Konut Türü	Senaryo	Dış Sıcaklık (°C)	İç Sıcaklık (°C)	Sıcaklık Farkı (°C)	İyileşme (%)
Avlu	Olumlu Durum	39.8	31.29	-8.51	21.38%
Avlu	Olumsuz Durum	39.8	44.75	+4.95	-12.43%
Standart	Olumlu Durum	39.8	33.63	-6.17	15.5%
Standart	Olumsuz Durum	39.8	51.91	+12.11	-30.42%

Tablo 20, Amman'daki konutlara özgü ısı performans ve pasif soğutma tasarım stratejilerinin değerlendirilmesi sonuçlarını özetlemektedir. Gölgeleme teknikleri, cam türleri, pencere oranları ve yönelimler gibi çeşitli faktörleri inceleyerek, bu faktörlerin iç ortam sıcaklıkları üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Sunulan veriler, bu tasarım stratejilerinin ısı konforu ve enerji verimliliğini nasıl artırabileceğine dair öngörüler sağlamayı hedeflemektedir ve Amman'ın benzersiz iklim koşullarını dikkate almaktadır. Amaç, anlayışı artırmak ve gelecekteki mimari tasarımı sürdürülebilir ve konforlu yaşam alanlarına yönlendirmektir.

Analiz, pasif tasarım stratejilerinin, özellikle avlulu konutlarda, iç ortam sıcaklıklarını azaltma ve ısı konforu artırma üzerindeki önemli etkisini ortaya koymaktadır. Olumlu durum senaryosunda avlulu konut, iç ortam sıcaklıklarını %21.38 oranında düşürerek en yüksek performans iyileşmesini göstermiştir. Bu, avlu tasarımlarının etkili camlama, pencere yönlendirmesi, gölgeleme ve optimal pencere-duvar oranı ile birleştirildiğinde üstün soğutma kapasitesini gösterir.

Diğer yandan, standart konut türü, olumlu durum koşullarında iyileşmiş olmasına rağmen, genel olarak daha olumsuz performans göstermekte, olumlu durumda yalnızca

%15.5 iyileşme ve olumsuz durumda %30.42 performans düşüşü yaşamaktadır. Avlulu konut, olumsuz durum senaryosunda bile daha iyi bir ısı ortamı korumuş ve çeşitli koşullara uyum sağlama yeteneğini vurgulamıştır.

Sonuç olarak bu çalışma, mimari tasarımın ve pasif soğutma stratejilerinin iç ortam ısısını azaltmadaki kritik rolünü vurgulamaktadır. Hava akışını ve doğal soğutmayı kolaylaştırma yeteneği olan avlulu konut modeli, tüm senaryolarda standart konut türünden daha olumlu performans göstermektedir.

Tablo 20. Amman örneğinde ısı performans ve pasif soğutma tasarım stratejilerinin değerlendirilmesi sonuçları

Tip	Parametre	Senaryo	Saat 14:00'te Sıcaklık	Dış-İç Sıcaklık (Saat 14:00'te)	39.8°C'ye Göre Performans
TEST ODASI	Gölgeleme Senaryosu	Kuzey Gölgeleme	33.21	6.59	16.56 %
		Doğu Gölgeleme	33.09	6.71	16.86 %
		Batı Gölgeleme	32.56	7.24	18.19 %
		Güney Gölgeleme	32.52	7.28	18.29 %
		Gölgeleme Yok	35.19	4.61	11.58 %
	Cam Senaryosu	Tek Şeffaf Cam	37.21	2.59	6.51%
		Çift Şeffaf Cam	36.54	3.26	8.19 %
		Üçlü Şeffaf Cam	36.38	3.42	8.59 %
		Çift Low-E Şeffaf Cam	35.78	4.02	10.10 %
	Pencere Oranı	5 %	32.94	6.86	17.24%
		10 %	34.82	4.98	12.51%
		15 %	36.58	3.22	8.09%
		20 %	38.19	1.61	4.05%
		30 %	40.65	-0.85	-2.14%
		50 %	44.07	-4.27	-10.73%
		70 %	47.09	-7.29	-18.32%
		90 %	49.84	-10.04	-25.23%
	Pencere Yönelimi	1 Taraf Doğu	35.17	4.63	11.63%
		1 Taraf Kuzey	32.95	6.85	17.21%
		1 Taraf Güney	33.03	6.77	17.01%
		1 Taraf Batı	35.61	4.19	10.53%
		2 Taraf Güney-Doğu	36.57	3.23	8.12%
		2 Taraf Güney-Batı	37.05	2.75	6.91%
		2 Taraf Doğu-Batı	38.93	0.87	2.19%
		2 Taraf Kuzey-Güney	34.53	5.27	13.24%
		3 Taraf Doğu-Batı-Güney	40.04	-0.24	-0.60%
		4 Taraf	40.64	-0.84	-2.11%

Tablo 20'nin devamı

Tip	Parametre		Senaryo	Saat 14:00'te Sıcaklık	Dış-İç Sıcaklık (Saat 14:00'te)	39.8°C'ye Göre Performans
AMMAN KONUT TIPLERİ	GELENEKSEL	İç Sofalı	100 m ²	38.56	1.24	3.12%
			150 m ²	37.98	1.82	4.57%
			200 m ²	37.62	2.18	5.48%
			250 m ²	37.31	2.49	6.26%
			300 m ²	37.11	2.69	6.76%
			500 m ²	36.53	3.27	8.22%
		Avlulu	100 m ²	37.95	1.85	4.65%
			150 m ²	37.38	2.42	6.08%
			200 m ²	37.04	2.76	6.93%
			250 m ²	36.75	3.05	7.66%
			300 m ²	36.56	3.24	8.14%
			500 m ²	36.05	3.75	9.42%
		Dış Sofalı	100 m ²	38.71	1.09	2.74%
			150 m ²	38.01	1.79	4.50%
			200 m ²	37.6	2.2	5.53%
			250 m ²	37.22	2.58	6.48%
			300 m ²	37.02	2.78	6.98%
			500 m ²	38.11	1.69	4.25%
	AMMAN GÜNCEL KONUT	Standart	100 m ²	38.82	0.98	2.46%
			150 m ²	38.11	1.69	4.25%
			200 m ²	37.7	2.1	5.28%
			250 m ²	37.32	2.48	6.23%
			300 m ²	37.13	2.67	6.71%
			500 m ²	36.49	3.31	8.32%

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez, sıcak iklimlerdeki konut yapılarına yönelik farklı pasif soğutma tasarım özelliklerinin ısı verimliliği üzerindeki etkilerini incelemektedir. Özellikle avlulu konut tasarımlarının önemini vurgulayan bu çalışma; cam türü, pencere yönlendirmesi, pencere-duvar oranı, gölgeleme, bina boyutu ve mimari tür gibi çeşitli parametrelerin iç ortam sıcaklığı üzerindeki etkisini, özellikle zirve dış ortam sıcaklık koşulları altında sistematik olarak değerlendirmiştir. Çalışma, en etkili pasif soğutma stratejilerini belirlemek amacıyla, 100 m² ile 500 m² arasındaki çeşitli geleneksel ve çağdaş konut tiplerinin (avlulu, iç sofalı, dış sofalı ve standart) ve boyutlarının kapsamlı performans analizini gerçekleştirmek için DesignBuilder simülasyonlarını kullanmıştır.

Bulgular, pasif soğutma stratejilerinin iç mekân ısı konforunu önemli ölçüde artırdığını ve ısı kazanımlarını azalttığını göstermektedir. Avlulu konut tasarımı, değerlendirilmiş tüm senaryolarda optimal iç ortam sıcaklık düzenlemesi sunarak diğer konut tiplerine kıyasla üstün bir performans sergilemiştir. Avlulu konutlardaki merkezi açık alanlar doğal havalandırmayı önemli ölçüde artırırken, binanın düzeni hava akışını kolaylaştırmakta ve ısı birikimi minimize etmekte, bu da üstün performansa katkıda bulunmaktadır.

Geleneksel avlulu konut için optimal sonuç, çift Low-E cam kullanımı, iki taraflı havalandırma ile kuzey-güney pencere yönlendirmesi, %5 pencere-duvar oranı ve güney ve kuzey cephesinde gölgeleme ile elde edilmiş olup, dış sıcaklığı 39.8°C olan bir ortamda iç ortam sıcaklığını 8.51°C azaltarak %21.38'lik bir performans iyileşmesi sağlamıştır. Çağdaş tip (standart konut) ise en olumsuz performansı sergilemiş, olumsuz senaryoda iç ortam sıcaklığı 51.91°C'ye yükselmiş, bu da -%30.42 oranında olumsuz bir performans etkisi göstermiştir. Bulgular, özellikle geleneksel konut gibi doğası gereği daha düşük ısı verimliliğe sahip konut türleri için pasif soğutma bileşenlerinin titiz bir şekilde seçilmesi ve optimize edilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda çalışma amacına ulaşmıştır.

Araştırma, 500 m²'ye kadar olan daha büyük binaların, pasif soğutma stratejilerinden daha küçük binalara kıyasla daha fazla avantaj sağladığını göstermiştir. Bu; gölgeleme, pencere yerleşimi ve avlu gibi tasarım özelliklerini entegre etme fırsatlarının artmasına dayandırılmaktadır. Daha küçük konut boyutlarında bile, pencere camı ve gölgeleme gibi pasif soğutma unsurlarının stratejik uygulanması avantaj sağlamıştır.

Simülasyonlar; pencere yönlendirmesi ve pencere-duvar oranının önemini vurgulamıştır. Kuzey-güney yönlendirmesi ve %5 pencere-duvar oranı, doğal havalandırmayı maksimize ve doğrudan güneş kazanımını minimize ederek optimal sonuçlar elde etmiştir. %90 gibi artan pencere-duvar oranları, standart konut modelinde önemli ısı kazançlarına yol açmış, büyük pencereler aracılığıyla aşırı güneş etkisinin pasif soğutma stratejilerinin avantajlarını zayıflatabileceğini göstermiştir.

Araştırma soruları, iç mekân ısı performansını optimize etmede pasif soğutma stratejilerinin rolüne dair değerli bilgiler sunmuştur. Bulgular, Amman gibi sıcak iklimlerde konutların enerji verimliliğini artırabilecek temel tasarım ilkelerini vurgulamaktadır. Buna dayanarak, aşağıdaki sonuç, ana bulguları sentezleyerek çağdaş konutlarda pasif soğutmanın iyileştirilmesine yönelik sonuç önerileri sunmaktadır. Araştırma sorularına verilen yanıtlar aşağıda yer almaktadır:

1. Ürdün'ün geleneksel mimarisinde bulunan temel pasif soğutma stratejileri nelerdir ve bu stratejiler, enerji tüketimini azaltmak amacıyla Amman'daki modern yöntemler ile inşa edilmiş müstakil konut tasarımlarına nasıl uyarlanabilir?

Ürdün'ün geleneksel mimarisinde pasif soğutma stratejileri arasında avlulu konutlar, iç sofalı konutlar, dış sofalı konutlar, doğal havalandırma, gölgelendirme elemanları, uygun pencere tipleri ve pencere-duvar oranı gibi unsurlar bulunmaktadır. Bu stratejiler, bölgenin yüksek sıcaklıkları ve kurak iklim koşullarına yanıt olarak geliştirilmiş olup mekanik soğutmaya ihtiyaç duymadan iç mekân konforunu optimize etmeyi amaçlamıştır. Amman'daki modern müstakil konutlarda bu stratejilerin enerji verimliliğini artırmak amacıyla uyarlanması mümkündür. Örneğin, modern tasarımlarda avluların kullanımı çapraz havalandırmayı teşvik eder ve avlunun bir ısı yutağı olarak işlev görmesiyle buharlaşmalı soğutmayı destekler. Benzer şekilde saçaklar, panjurlar ve kafesli pencereler gibi gölgelendirme elemanları güneş kaynaklı ısı kazanımını en aza indirirken, pencere-duvar oranı da kritik bir faktördür. Küçük pencere alanları (%5 civarında), istenmeyen ısı kazanımını minimize ederken yeterli doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamaktadır. Ayrıca, çift Low-E (Double Low-E) cam kullanımı, ısı iletimini azaltırken optimum gün ışığı alımını sürdürerek modern mimaride önemli bir uyarlama sağlamaktadır. Bu unsurların bir araya getirilmesiyle, Amman'daki modern konutlarda klima kullanımına olan bağımlılık azaltılarak enerji tüketimi önemli ölçüde düşürülebilir.

2. Pencere yönelimi, cam türü, gölgelendirme elemanı ve havalandırma yöntemi gibi belirli tasarım parametreleri, Amman'ın sıcak ve kuru ikliminde pasif soğutmanın etkinliğini nasıl etkiler?

Amman'ın sıcak ve kuru ikliminde, belirli tasarım parametreleri pasif soğutmanın etkinliğini büyük ölçüde belirlemektedir. Pencere yönelimi en kritik faktörlerden biridir ve kuzey-güney yönelimi doğal havalandırmayı maksimize ederken doğrudan güneşin etkisini en aza indirir. Bu düzenleme, pencerelerin serinletici rüzgarları yakalamasını sağlarken, doğu-batı cephelerinde sık görülen yoğun öğleden sonra güneş ışığını engeller. Cam türü tercihi, özellikle çift Low-E cam kullanımı, ısı performans üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu cam türü, pencereler yoluyla ısı transferini minimize ederken yeterli gün ışığı girişine izin vererek gündüzleri yapay aydınlatma ihtiyacını azaltmaktadır. Güney ve batı cephelerinde güneş radyasyonunun en yoğun olduğu alanlarda saçaklar ve panjurlar gibi gölgelendirme elemanları kritik bir rol oynar. Bu elemanlar, güneş ısısı kazanımını azaltarak iç mekân sıcaklıklarını önemli ölçüde düşürebilmektedir. Ayrıca, çapraz havalandırma gibi stratejiler, konut içindeki serin hava dolaşımını kolaylaştırarak doğal serinletmeyi artırır. Stratejik olarak yerleştirilmiş pencereler, havalandırma menfezleri ve avlular gibi açık alanlar sayesinde etkin doğal havalandırma sağlanarak mekanik soğutma sistemlerine olan bağımlılık önemli ölçüde azaltılabilir.

3. Pasif soğutma tasarım unsurları (cam türü, pencere yönelimi, pencere-duvar oranı, gölgelendirme vb.) konut binalarındaki iç mekân sıcaklık düzenlemelerini nasıl etkiler?

Pasif soğutma tasarım unsurları, iç mekân sıcaklıklarını düzenlemede kritik bir rol oynayarak ısı kazanımını, ısı kaybını ve hava akışını kontrol etmektedir. Çift Low-E cam kullanımı, güneş radyasyonunun iç mekâna girişini sınırlandırarak iç ortamda ısı birikimini azaltmaktadır. Pencere yönelimi, binanın aldığı güneş ışığı miktarını ve hava akışını belirleyen temel bir faktördür; kuzey-güney yönelimli pencereler, doğrudan güneşin etkisini en aza indirerek doğal havalandırmayı artırmaktadır. Pencere-duvar oranı da iç mekân sıcaklığını dengeleyen bir diğer önemli unsurdur. Küçük pencere alanları (%5 civarında), aşırı ısı kazanımını engelleyerek ısı konforu artırırken, yine de yeterli doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamaktadır. Gölgelendirme elemanları, özellikle güney ve batı cephelerinde yer alan panjurlar ve saçaklar, doğrudan güneş ışınlarının iç mekâna girişini önleyerek iç sıcaklık dalgalanmalarını azaltmaktadır. Bu unsurların etkin bir şekilde bir araya getirilmemesi durumunda, aşırı ısı kazanımı iç mekân sıcaklıklarında önemli dalgalanmalara yol açarak ısı konforu olumsuz etkileyebilir ve enerji talebini artırabilir.

Doğru kombinasyon ile tasarlanmış pasif soğutma önlemleri, iç mekân sıcaklıklarını dengede tutarak soğutma sistemlerine duyulan ihtiyacı azaltır.

4. İç mekân ısı kazançlarını azaltmak ve yüksek dış sıcaklıklar sırasında ısıl konforu artırmak için bu unsurların olumlu kombinasyonu nedir?

İç mekân ısı kazanımlarını en aza indirerek ısıl konforu artırmada en etkili pasif soğutma kombinasyonu, birbirini tamamlayan birkaç stratejinin entegrasyonunu gerektirir. Çalışma sonuçlarına göre, en uygun kombinasyon; çift Low-E cam kullanımı, kuzey-güney yönelimli pencereler, %5 pencere-duvar oranı ve kuzey ve güney cephelerinde stratejik olarak konumlandırılmış gölgelendirme elemanlarından oluşmaktadır. Çift Low-E cam, güneş radyasyonunun önemli bir kısmını yansıtarak iç ortam sıcaklıklarını düşürmektedir. Kuzey-güney yönelimli pencereler, doğal hava akışını en üst düzeye çıkararak serinletici rüzgarların bina içinden geçişini kolaylaştırırken, doğrudan güneşin olumsuz etkisini de sınırlandırmaktadır. Pencere-duvar oranının %5 olarak belirlenmesi, gereksiz ısı kazanımını engellemekte ve iç mekân aydınlatması için yeterli doğal ışığı sağlamaktadır. Son olarak, kuzey ve güney cephelerinde kullanılan saçaklar ve panjurlar, düşük açılı güneş ışınlarını engelleyerek aşırı ısınmayı önlemektedir. Bu stratejilerin kombinasyonu, iç mekân sıcaklıklarında ortalama 8.51°C'lik bir düşüş sağlamakta, böylece ısıl konforu artırarak mekanik soğutma ihtiyacını önemli ölçüde azaltmaktadır.

5. Bina büyüklüğü, iç sıcaklıkların düşürülmesi için pasif soğutma çözümlerinin etkinliğini nasıl etkiler?

Bina büyüklüğü, pasif soğutma stratejilerinin etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Özellikle 500 m²'ye kadar olan büyük ölçekli yapılar, pasif soğutma stratejilerinden daha fazla yararlanabilmektedir. Daha geniş alanlar; doğal havalandırma, gölgelendirme ve ısı tamponlama için daha fazla fırsat sunmaktadır. Büyük avlular, buharlaşmalı soğutmayı destekleyerek iç mekân sıcaklıklarının daha dengeli kalmasını sağlamaktadır. Daha küçük yapılarda ise pencere camları ve gölgelendirme elemanları gibi pasif soğutma stratejileri iç mekân konforunu artırabilse de, sınırlı yüzey alanı nedeniyle soğutma potansiyeli nispeten düşük kalmaktadır. Bu nedenle, büyük yapılar pasif soğutma önlemlerini daha etkili bir şekilde entegre edebilirken, küçük binalar için dikkatli tasarım ve stratejik soğutma elemanlarının yerleşimi, maksimum verimlilik sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

6. Pasif soğutma açısından olumlu performansa sahip geleneksel konut tipi (avlulu konut, iç sofalı konut, dış sofalı konut) hangisidir?

Pasif soğutma açısından en iyi performansı sergileyen geleneksel konut tipi avlulu konutlardır. Avlunun merkezde konumlanması, doğal havalandırmayı ve ısı düzenlemeyi destekleyen bir ısı yutağı işlevi görmektedir. Sıcak hava avludan yükselerek dışarı atılırken, serin hava yapı içerisindeki açıklıklar aracılığıyla içeriye girmektedir. Bu hava akışı, binanın tamamında etkin bir serinletme sağlayarak iç mekân sıcaklıklarını stabilize etmektedir. Ayrıca, avlunun zemin ve duvarları gece boyunca serinliği depolayarak gündüz saatlerinde ortama geri vermektedir. İç sofalı ve dış sofalı konutlar benzer pasif soğutma stratejileri barındırsa da, hava akışını avlulu konutlar kadar etkin yönlendiremedikleri için sıcak havalarda iç mekân sıcaklıkları daha yüksek olabilmektedir.

7. Pasif soğutma tasarımında olumsuz senaryolar nelerdir ve bu senaryolar konut binalarındaki iç mekân ısı kazançlarını nasıl etkiler?

Pasif soğutma tasarımında karşılaşılan olumsuz senaryolar, ana tasarım parametrelerinin yanlış uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin, tek cam kullanımı, çok yönlü pencere açıklıkları ve yüksek pencere-duvar oranları (%90 gibi) pasif soğutma açısından düşük performans sergileyen tasarım hatalarıdır. Tek cam, çok fazla ısı girişine izin vererek iç mekân sıcaklıklarının hızla yükselmesine neden olmaktadır. Doğu-batı yönelimli çok sayıda pencere, uzun süre doğrudan güneş ışınlamına maruz kalmaya yol açarak iç mekân ısını artırır. Yüksek pencere-duvar oranları, özellikle yeterli gölgelendirme olmadığında, iç mekâna giren güneş ışığını büyük ölçüde artırarak aşırı ısınmaya sebep olmaktadır. Bu faktörler optimize edilmediğinde, iç mekân sıcaklıkları dış ortam sıcaklıklarından bile daha yüksek değerlere ulaşabilir. Yapılan simülasyon analizlerinde, iç mekân sıcaklıklarının 51.91°C'ye kadar çıkabildiği ve bu durumun %30.42 oranında bir performans düşüşüne yol açtığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, yanlış tasarım kararları ısı konforu ciddi şekilde bozarak mekanik soğutmaya olan bağımlılığı artırmaktadır.

Bu çalışma, sıcak iklimlerde konut binalarında pasif soğutma stratejilerini optimize etmeye yönelik birkaç ana öneri sunmaktadır:

1. Avlulu konutlar, sıcak iklimler için konut mimarisinde pasif soğutma özelliklerini artırması nedeniyle vurgulanmalıdır. Merkezi açık alan, doğal havalandırmayı kolaylaştırır ve iç ortam sıcaklığını düşürerek tasarımın verimliliğini artırır. Avlu unsurlarının modern konut tasarımlarına entegrasyonu, ısı konforu iyileştirebilir.

2. Çift Low-E cam, ısı kazançlarını en aza indirme konusunda diğer cam türlerine göre üstün bir performans göstermektedir. Bu cam türü, iç mekân konfor seviyelerini korurken konut binaları için önerilmektedir.
3. Kuzey-güney pencere yönlendirmesi, iki taraflı havalandırma ile birleştirildiğinde doğal hava akışını artırır ve güneş ısısının olumsuz etkilerini azaltır. Ayrıca, güney ve kuzey cephelerde gölgeleme, doğrudan güneş ısısını engelleyerek iç sıcaklıkları düşürmek için mimari tasarımlarda yer almalıdır.
4. Pencere-duvar oranında %5'lik bir değer, ısı kazançlarını yönetmek için optimal bulunmuş ve yeterli gün ışığı ile havalandırma sağlandığı görülmüştür. Sıcak iklimlerde %20'yi aşan oranlar, özellikle standart konut tasarımları için önerilmez, çünkü bu oranlar, güneş ısı kazanımlarını artırır ve pasif soğutma yöntemlerinin etkinliğini azaltır.
5. Daha büyük ölçekli konutlar, pasif soğutma stratejilerinden daha fazla yarar sağlarken, daha küçük konutlar da pasif tasarım unsurlarının dikkatlice uygulanmasıyla önemli iyileşmeler elde edebilir. Mimarlar ve tasarımcılar, bu stratejileri konut yapılarına özgü boyut ve yapısal özelliklere göre uyarlamalıdır.
6. Sıcak iklimler için standart konut tasarımı, pasif soğutma senaryolarında sürekli olumsuz performans göstermektedir. Bunun yerine, dış sofa veya avlu gibi alternatif düzenlemeler dikkate alınmalıdır. Isı kazanımlarını azaltmak için, standart tasarıma dahil edilmesi gereken pasif soğutma özellikleri arasında çift Low-E cam, gölgeleme ve dikkatli pencere yerleşimi bulunmalıdır.
7. Gelecek araştırmalar, pasif soğutma stratejilerine odaklanırken, pasif bileşenleri aktif soğutma sistemleri (örneğin fanlar ve buharlaştırıcı soğutma) ile birleştiren hibrit çözümlerin entegrasyonunu incelemelidir. Bu, önemli sıcaklık değişimleri olan bölgelerde konut binaları için daha kapsamlı bir çözüm sunabilir.

Bu çalışma, pasif soğutma tekniklerinin konut yapılarının ısıl performansını artırmadaki önemini vurgulamaktadır. Mimarlar ve tasarımcılar cam, gölgeleme, pencere yönlendirmesi ve diğer tasarım faktörlerini titizlikle değerlendirerek iç ortam ısı kazançlarını büyük ölçüde azaltabilir, kullanıcı konforunu artırabilir ve sıcak bölgelerde aktif soğutma sistemlerine olan ihtiyacı azaltabilirler. Avlulu konut tasarımlarına öncelik vererek ve önerilen teknikleri uygulayarak sürdürülebilir ve ısıl verimli konut alanları üretilebilir.

8. KAYNAKLAR

- Ahmed, K., 2010. Earth cooling techniques in sustainable building design. *Architectural Research Quarterly*, 14(3), pp.145-154.)
- Aktacir, M.A., Büyükalaca, O. & Yılmaz, T., 2010. A case study for influence of building thermal insulation on cooling load and air-conditioning system in the hot and humid regions. *Applied Energy*, 87(2), pp.599-607.
- Al Rifai, T. & Kanaan, R. 1987. *The Earlier Houses of Amman*. Amman.
- Alasad, M, 2008. 'Views in the Concept of Islamic Architecture: Return to the Aspiration of Islamic Architecture is not mere copying but Development', *Alhayat*, 14-5-1992, p19. (in Arabic)
- Al-Asad, M., Khammash, A. & Lyons, B., 1997. *Old Houses of Jordan: Amman, 1920-1950*. Turab.
- Alatta, R. and Alamat, R., 2017. The role of revitalizing the traditional house in highlighting social-cultural and ecological dimensions in contemporary housing design. *Int. J. Adv. Res. Sci. Eng. Technol*, 4, pp.4606-4617.
- Aldabbas, A.H.M. and Atiyat, A.D.I., 2016. The impact of population migrations in contemporary Amman city architecture. *Arts and Design Studies*, 49, pp.66-75.
- Algburi, O.H.F., 2018. An Energy Simulation Study: Reducing Cooling Energy of Residential Buildings Based On Vernacular Architecture And Passive Cooling Techniques.
- Aljawder, H.M.H., 2014. Residential window: daylight vs visual privacy.
- Almatarneh, R.T., 2013. Energy-Efficient Building Design: towards climate-responsive architecture-A case study of As-Salt, Jordan. *Advanced Research in Engineering Sciences "ARES"*, 1(2), 23-38.
- Al-Murahhem, F.M., 2008. Behind the roshān: Visualising the roshān as an architectural experience in traditional domestic interiors. *University of Brighton*.
- Al-Nammari, F.M., 2003. The preservation of vernacular architecture in Jordan: development chances lost. In *6th US/ICOMOS International Symposium: Managing conflict and conservation in historic cities: integrating conservation with tourism, development and politics* (17-17).
- Al-Obaidi, K.M., Ismail, M. and Rahman, A.M.A., 2014. Passive cooling techniques through reflective and radiative roofs in tropical houses in Southeast Asia: A literature review. *Frontiers of Architectural Research*, 3(3), 283-297.

- Al-Sanea, S.A. and Zedan, M.F., 2011. Improving thermal performance of building walls by optimizing insulation layer distribution and thickness for same thermal mass. *Applied Energy*, 88(9), 3113-3124.
- Alsubeh, M.A., 2013. A strategic framework for sustainable construction in Jordan. *Civil and Environmental Research*, 3(2), 102-107.
- Alzoubi, H.H. and Almalkawi, A.T., 2019. A comparative study for the traditional and modern houses in terms of thermal comfort and energy consumption in Umm Qais city, Jordan. *Journal of Ecological Engineering*, 20(5).
- Alzoubi, Hussain H. and Amneh H. Al-Zoubi., 2010. "Assessment of building façade performance in terms of daylighting and the associated energy consumption in architectural spaces: Vertical and horizontal shading devices for southern exposure facades." *Energy Conversion and Management* 51, no. 8: 1592-1599.
- Atallah, S., Khan, M.A. and Malkawi, M., 2001. Water conservation through public awareness based on Islamic teachings in the Eastern Mediterranean region. *Water Management in Islam; United Nations University Press: Tokyo, Japan*, pp.49-60.
- Azlitni, B.R.K., 2005. The development of physical and urban planning systems in Libya-sustainability of planning projects.
- Bakig, Arslan Ramadan, 1983, *Amman: Yesterday and Today*, W.S. Cowell, London.
- Bakig, Arslan Ramadan, 2002, *Amman: A History with Pictures*, Amman Municipality, Amman, Jordan.
- Belda, M., Holtanová, E., Halenka, T. and Kalvová, J., 2014. Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. *Climate research*, 59(1), 1-13.
- Berger, M., 2018. Advances in radiative cooling technologies for sustainable architecture. *Energy and Buildings*, 174(1), 136-145.
- Bessoudo, M., 2008. *Thermal comfort conditions near highly glazed façades: an experimental and simulation study* (Doctoral dissertation, Concordia University).
- Blair, T.A., 1942. *Climatology: general and regional*.
- Butera, F.M., 1998. —Principles of thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2(1-2), 39-66.
- Camuffo, D., della Valle, A. and Becherini, F., 2020. A critical analysis of the definitions of climate and hydrological extreme events. *Quaternary International*, 538, 5-13.
- Canizaro, V.B., 2007. *Architectural regionalism: Collected writings on place, identity, modernity, and tradition*. Princeton Architectural Press.
- Chen, D. and Chen, H.W., 2013. Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. *Environmental Development*, 6, 69-79.

- Crichton, D., Nicol, F. and Roaf, S., 2009. *Adapting buildings and cities for climate change*. Routledge.
- Dahabreh, S.M., 2020. Trends in the contemporary architecture of Amman. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(7), 1658.
- Daher, R., 2008 B. Celebrating and Qualifying Amman: The City of Many Hats. *Jordan Property Magazine*.
- Daher, R.F., 2008 A. Amman's vanishing legacy of modernity. *Retrieved from*.
- Daher, R.F., 2008 C. Amman: disguised genealogy and recent urban restructuring and neoliberal threats. In *The Evolving Arab City* (pp. 51-82). Routledge.
- Dalman. Bernard. (1965). arbeit and sitte in palastina. Band VII, Hildesheim: G.Olms.
- Danby, M., 1982. Building Design in Hot, Dry Climates. *G. Golany*.
- De Dear, R., & Brager, G. (2002). "Thermal comfort in naturally ventilated buildings." *ASHRAE Journal*.
- Dehghan, A.A., Esfeh, M.K. and Manshadi, M.D., 2013. Natural ventilation characteristics of one-sided wind catchers: experimental and analytical evaluation. *Energy and Buildings*, 61, 366-377.
- Edwards, B., Sibley, M., Land, P. and Hakmi, M. eds., 2006. *Courtyard housing: past, present and future*. Taylor & Francis.
- El-Shorbagy, A.M., 2010. Design with nature: windcatcher as a paradigm of natural ventilation device in buildings. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS*, 10(03), 26-31.
- Fathy, H., 1986. Natural energy and vernacular architecture.
- Ficarelli, L. (2008). The Domestic Architecture in Egypt between Past and Present. The Passive Cooling in Traditional Construction. In *Proceedings of the Third International Conference on Construction History* (Vol.2, pp. 54-72). Cottbus, Germany: University of Technology.
- Fuchs, R., 1996. The Palestinian Arab House: The Ottoman Connection. *Warwick, UK: The University of Warwick*.
- Fuchs, Ron, 1998a, "Palestinian Vernacular Architecture - the Ottoman Connection" in S. Ireland & W. Bechhoefer eds. *The Ottoman House*, British Institute of Archaeology at Ankara Monograph no. 26, The British Institute of Archaeology at Ankara and the Center for Eastern-Roman Studies, University of Warwick, UK, 54-74.
- Fuchs, Ron, 1998b, "The Palestinian Arab House and the Islamic Primitive Hut,"

- Fuchs, Ron, 2000, "Public Works in the Holy Land: Government Buildings under the British Mandate in Palestine, 1917-48" in L. Campbell ed., *Twentieth Century Architecture and Its Histories, Society of Architectural Historians of Great Britain*, 275-306.
- Geetha, N.B. and Velraj, R.J.E.E.S., 2012. Passive cooling methods for energy efficient buildings with and without thermal energy storage—A review. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 29(2), 913-946.
- Givnish, T.J., 2002. Adaptive significance of evergreen vs. deciduous leaves: solving the triple paradox. *Silva fennica*, 36(3), 703-743.
- Givoni, B. (1976). *Man, Climate And Architecture*. (Second edition). New York: Elsevier Publishing Company Limited.
- Givoni, B. (1994). *Passive Low Energy Cooling Of Buildings*. New York: John Wiley & Sons.
- Givoni, B. (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. Canada: John Wiley & Sons.
- Givoni, B., 1974. Buildings for hot climates.
- Givoni, B., 1992. Comfort, climate analysis and building design guidelines. *Energy and buildings*, 18(1), 11-23.
- Givoni, B., 1994. *Passive low-energy cooling of buildings*. John Wiley & Sons.
- Givoni. (1969). *Man, Climate And Architecture* (First edition), New York: Elsevier Publishing Company Limited
- Goussous, J. and Yasin, L., 2015. Towards conservation and Urban Rehabilitation: A Framework for the case of Kherfan Street-Amman, Jordan. *Journal of American Science*, 11(5).
- Grove, A.T., 1977. The geography of semi-arid lands. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 278(962), 457-475.
- Gut, P. and Ackerknecht, D., 1993. *Climate responsive buildings: appropriate building construction in tropical and subtropical regions*.
- Hamarneh, M., 1996. Amman in British travel accounts of the 19th century. *Amman. The City and its Society*, 379-403.
- Hammad, F. and Abu-Hijleh, B., 2010. The energy savings potential of using dynamic external louvers in an office building. *Energy and Buildings*, 42(10), 1888-1895.
- Harkouss, F., Fardoun, F. and Biwole, P.H., 2018. Passive design optimization of low energy buildings in different climates. *Energy*, 165, 591-613.
- Hartmann, D.L., 2015. *Global physical climatology* (Vol. 103). Newnes.

- Heiselberg, P. (2002). *Principles of hybrid ventilation Technical Report*. Aalborg University. Hybrid Ventilation Centre, Denmark.
- Haysam. (2024, Mayıs 15). *Mashrabiya windows Cairo, Egypt 1865*: <https://ar.pinterest.com/pin/394416879850347894/>, adresinden alınmıştır.
- Houghton, D.D. and World Meteorological Organization, 2002. *Introduction to climate change: Lecture notes for meteorologists*. Geneva, Switzerland: Secretariat of the World Meteorological Organization.
- Iqbal, M., 2012. *An introduction to solar radiation*. Elsevier.
- Jaber, S. and Ajib, S., 2011. Optimum, technical and energy efficiency design of residential building in Mediterranean region. *Energy and Buildings*, 43(8), 1829-1834.
- Jarrar, O.M., 2013. Cultural influences in Jordanian architectural practices: Post 1990.
- Jean and Setenay Shami, *Amman: the city and its Society*, CERMOC, Lebanon, 89-107.
- Jomehzadeh, F., Nejat, P., Calautit, J.K., Yusof, M.B.M., Zaki, S.A., Hughes, B.R. and Yazid, M.N.A.W.M., 2017. A review on windcatcher for passive cooling and natural ventilation in buildings, Part 1: Indoor air quality and thermal comfort assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 736-756.
- Jordan National Geographic Center, (1984).” National Atlas of Jordan, climate and agroclimatology”. Part I, first edition, JNGC, Amman, Jordan
- Kamal, M.A., 2012. An overview of passive cooling techniques in buildings: design concepts and architectural interventions. *Acta Technica Napocensis: Civil Engineering & Architecture*, 55(1), 84-97.
- Khammash, A., 1986. *Notes on village architecture in Jordan*. Univ. Art Museum, University of Southwestern Louisiana.
- Khatami, N., 2009. *The wind-catcher: a traditional solution for a modern problem*. University of South Wales (United Kingdom).
- Kolokotsa, D.E.K.D., Rovas, D., Kosmatopoulos, E.A. and Kalaitzakis, K., 2011. A roadmap towards intelligent net zero-and positive-energy buildings. *Solar energy*, 85(12), 3067-3084.
- Konya, A., 2013. *Design primer for hot climates*. Elsevier.
- Kormaníková, L., Achten, H., Kopřiva, M. and Kmeť, S., 2018. Parametric wind design. *Frontiers of Architectural Research*, 7(3), 383-394.
- Labin, A.M.J.E. and Aldeek, Z.A., 2017. The design elements and building techniques at the traditional Jordanian dwellings. *International Review of Engineering and Computer Sciences*, 2(3), 12-20.

- Littler, J. and Thomas, R., 1984. *Design with energy: the conservation and use of energy in buildings* (No. 8). Cambridge University Press.
- Mallon, K.R., Assadian, F. and Fu, B., 2017. Analysis of on-board photovoltaics for a battery electric bus and their impact on battery lifespan. *Energies*, 10(7), 943.
- Manioğlu, G. and Oral, G.K., 2015. Effect of courtyard shape factor on heating and cooling energy loads in hot-dry climatic zone. *Energy Procedia*, 78, 2100-2105.
- Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F.G., Sabio-Ortega, A. and García-Cruz, A., 2015. Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and sustainable energy reviews*, 49, 736-755.
- Masmoudi, S. and Mazouz, S., 2004. Relation of geometry, vegetation and thermal comfort around buildings in urban settings, the case of hot arid regions. *Energy and Buildings*, 36(7), 710-719.
- Matrouk, M. and Goussous, J., 2011. Recipient cognition and house identity in Jordanian architecture. *The Anthropologist*, 13(4), 271-281.
- Mavromatidis, G., 2011. Thermal insulation techniques and their application in contemporary sustainable architecture. *Building and Environment*, 45(4), 964-975.
- McQuitty, A., 2007. Khirbat Faris: Vernacular Architecture on the Karak Plateau, Jordan (MSR XI. 1, 2007).
- Meir, I.A. and Roaf, S.C., 2002. Thermal comfort–thermal mass: housing in hot dry climates. *Indoor Air*, 2002, 1050-1055.
- Muhaisen, A.S., 2006. Shading simulation of the courtyard form in different climatic regions. *Building and Environment*, 41(12), 1731-1741.
- Narguess, K. (2009). *The Wind-Catcher, A traditional Solution for A modern Problem*. Master thesis, University of Glamorgan, Morgannwg.
- Nguyen, J.L. and Dockery, D.W., 2016. Daily indoor-to-outdoor temperature and humidity relationships: a sample across seasons and diverse climatic regions. *International journal of biometeorology*, 60(2), 221-229.
- Olgyay, V., 2015. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism-new and expanded edition. In Design with Climate. Princeton university press.
- Özdemir, B.B., 2005. *Energy efficient building design as passive systems for a sustainable environment* (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis, Istanbul Technical University Institute of Science and Technology).
- Phillips, D. (2004). *Daylighting: Natural Light In Architecture* (First edition.). New York: Architectural Press.
- Rababe'h, S., 2010. Nabataean Architectural Identity and its Impact on Contemporary Architecture in Jordan. *Dirasat, Engineering Sciences*, 37(1), pp.27-52.

- Rifai, T., 1996. Amman city centre: Typologies of architecture and urban space. *J. Hannyer, & S. Shami, Amman the City and its Society*, 499-526.
- Rjoub, A. and Mahmoud, A., 2012. The Emergence of Agro-Pastoral Villages in Jordan Hamamet al-Olaimat village as a Case Study. *Journal of Human Ecology*, 38(3), 231-243.
- Rjoub, A., 2016. The relationship between heritage resources and contemporary architecture of Jordan. *Architecture Research*, 6(1), 1-12.
- Rogan, Eugene, 1996, "The making of a capital: Amman, 1918-1928", in Hanoyyer,
- Rogan, Eugene, 1999, *Frontiers of the State in the Late Ottoman Empire: Transjordan, 1850-1921*, Cambridge University Press, Cambridge, Britain.
- Rojas, D., 2012. Principles and application of evaporative cooling for thermal comfort and energy efficiency. *Renewable Energy Journal*, 47(1), 106-113.
- Rosenberg, N.J., Blad, B.L. and Verma, S.B., 1983. *Microclimate: the biological environment*. John Wiley & Sons.
- Royal Scientific Society (1990) "Salt: A plan for action. Salt Development Corporation". RSS, Amman, Jordan
- Royal Scientific Society (2006). "Defining Ways to Improve Thermal Comfort in Buildings and Reduce Energy Consumption in Buildings in Jordan". Building Research Center, RSS, Amman, Jordan.
- Royal Scientific Society (2007), Climatic Design of Buildings and Urban Areas, Advanced Training Program, RSS, Jordan and Lund University, Sweden.
- Santamouris, M. and Kolokotsa, D., 2013. Passive cooling dissipation techniques for buildings and other structures: The state of the art. *Energy and Buildings*, 57, 74-94.
- Santamouris, M. ed., 2019. Cooling energy solutions for buildings and cities. World Scientific.
- Santamouris, M., 2006. Thermal mass and night ventilation in office buildings. *Solar Energy*, 80(10), 1163-1172.
- Shawash, J., 2003. Architecture in Amman during the Emirate of Transjordan, 1921-1946. *Unpublished Master Thesis, University of Jordan*.
- Shawash, J., 2011. *Al-Balad as a place of heritage: problematising the conceptualisation of heritage in the context of Arab Muslim Middle East* (Doctoral dissertation, University College London).
- Sinjab, Kamil, (1965). *Das Arabische Wohnhaus in Syrien*, Dissertation TH Aachen
- Song, Y.L., Darani, K.S., Khdair, A.I., Abu-Rumman, G. and Kalbasi, R., 2021. A review on conventional passive cooling methods applicable to arid and warm climates

considering economic cost and efficiency analysis in resource-based cities. *Energy Reports*, 7, 2784-2820.

Steele, J. and Badran, R., 2005. *The architecture of Rasem Badran: narratives on people and place*. New York, NY: Thames & Hudson.

Szokolay, S., 2004. *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design* Elsevier.

Tanabe, S. and Kimura, K., 1994. *Effects of air temperature, humidity, and air movement on thermal comfort under hot and humid conditions* (No. CONF-9406105-). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA (United States).

URL-1. (25 Nisan 2025). Radiant Barrier, NECS Arkansas: www.necs-arkansas.com/radiant-barrier.html adresinden alınmıştır.

URL-2. (25 Nisan 2025). Isıcam S Series: www.yavuzcam.com/isicam-s-series-EN.html adresinden alınmıştır.

URL-3. (25 Nisan 2025). Passive Designs for Natural Air Conditioning, Kurious: www.kurious.ku.edu.tr/en/passive-designs-for-natural-air-conditioning.html adresinden alınmıştır.

URL-4. (25 Nisan 2025). Step 1: Natural Ventilation System, Marmar Blog, www.marmar.home.blog/2018/09/10/step-1-natural-ventilation-system.html adresinden alınmıştır.

URL-5. (25 Nisan 2025). Lecture, The Voyage Gazette: www.thevoyagegazette.wordpress.com/2020/07/10/lecture.html adresinden alınmıştır.

URL-6. (25 Nisan 2025). Jordan, Encyclopaedia Britannica: www.britannica.com/place/Jordan.html adresinden alınmıştır.

URL-7. (25 Nisan 2025). Jordan Physical Map (Satellite View): www.maphill.com/jordan/location-maps/physical-map/satellite-outside.html adresinden alınmıştır.

URL-8. (25 Nisan 2025). Jordan Geological Society: www.jgs-jo.net.html adresinden alınmıştır.

URL-9. (25 Nisan 2025). Jordan Climate Report: www.weatheronline.co.uk/reports/climate/Jordan.html adresinden alınmıştır.

URL-10. (25 Nisan 2025). Jordan Meteorological Department: [www://jmd.gov.jo.htm](http://www.jmd.gov.jo.htm) adresinden alınmıştır.

URL-11. (25 Nisan 2025). Climate to Travel: www.climatestotravel.com.html adresinden alınmıştır.

URL-12. (25 Nisan 2025). RCCC Country Profiles: www.climatecentre.org/wp-content/uploads/RCCC-Country-profiles-Jordan-2024_final.pdf.html adresinden alınmıştır.

- URL-13. (25 Nisan 2025). Climate of Amman, Jordan: www.climatestotravel.com/climate/jordan/amman.html adresinden alınmıştır.
- URL-14. (25 Nisan 2025). Climate of Amman, Jordan: www.climatestotravel.com/climate/jordan/amman.html adresinden alınmıştır.
- URL-15. (25 Nisan 2025). Google Earth: www.earth.google.com.html adresinden alınmıştır.
- URL-16. (25 Nisan 2025). Murtada House: www.archilovers.com/projects/279968/murtada-house.html adresinden alınmıştır.
- Venkiteswaran, V.K., Liman, J. and Alkaff, S.A., 2017. Comparative study of passive methods for reducing cooling load. *Energy Procedia*, 142, pp.2689-2697.
- Walker, R. and Pavía, S., 2015. Thermal performance of a selection of insulation materials suitable for historic buildings. *Building and environment*, 94, pp.155-165.
- Williamson, J.P., 1998. Rasem Badran and the Jordanian House: Vernacular References. In *Proceedings of the ACSA Annual Meeting* (p. 359). Association of Collegiate Schools of Architecture.
- Yakubu, P. W., Alibaba, H. Z. (2019). Performance of courtyard systems of housing in hot and humid climate (Bauchi, Nigeria). *International Journal of Civil and Structural Engineering Research*, 6(2), 128-139.
- Yılmaz, Y. and Koçlar Oral, G., 2018. An approach for an educational building stock energy retrofit through life-cycle cost optimization. *Architectural Science Review*, 61(3), pp.122-132.
- Zarandi, M.M., 2009. Analysis on Iranian wind catcher and its effect on natural ventilation as a solution towards sustainable architecture (Case Study: Yazd). *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 3(6), 668-673.

ÖZGEÇMİŞ

Alaa Aldeen ALJADAAN, 2015 yılında Philadelphia Üniversitesi'nden mezun oldu. Aynı yıl Türkiye Bursları kapsamında Gazi Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2018 bahar döneminde Erasmus programı aracılığıyla Politecnico di Milano Üniversitesi'nde bir dönem eğitim aldı ve 2018 yılında yüksek lisansını tamamladı. Ardından Ürdün'de bir mimarlık firmasında çalıştı. 2019 yılında yeniden Türkiye Bursları kapsamında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde doktora öğrenimine başladı.

