



**İRAN'DAKİ GELENEKSEL HAMAM YAPILARINDA DOĞAL  
HAVALANDIRMA: MİRZA MEHDİ HAMAMI ÖRNEĞİ**

**Saeideh NAJAFİNASAB**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2022**

## ETİK BEYAN

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Saeideh NAJAFINASAB

16/02/2022

İRAN'DAKİ GELENEKSEL HAMAM YAPILARINDA DOĞAL  
HAVALANDIRMA: MİRZA MEHDİ HAMAMI ÖRNEĞİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Saeideh NAJAFİNASAB

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2022

ÖZET

İyi bir iç hava kalitesi oluşturulmasında havalandırma önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak uygun havalandırmanın mümkün olduğu kadar doğal yollarla sağlanması, yani pasif yöntemleri kullanması gerekmektedir. Çağdaş yapıların enerji tüketim oranı sektörel ve akademik platformlarda tartışılırken, geleneksel mimarinin iklime odaklı yaklaşımlarının bu doğrultuda uygun model olabileceği konusu sık sık gündeme gelmektedir. Fosil kaynaklarının tüketimini azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmayı göz önünde bulundurarak, geleneksel yöntemleri incelemek faydalı olacaktır. Bu çalışmada İran geleneksel hamamlarının doğal havalandırmasını farklı alternatifler de ekleyerek CFD analiz yöntemiyle incelenmiş, termal konfor sağlama koşulları ve insanların memnuniyetsizlik oranları değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu : 80107

Anahtar Kelimeler : Doğal havalandırma, CFD, Geleneksel Tebriz hamamları,  
Yenilenebilir enerji

Sayfa Adedi : 95

Danışman : Prof. Dr. Cüneyt KURTAY

INVESTIGATION OF IRANIAN TRADITIONAL BATHS IN TERMS OF NATURAL  
VENTILATION: EXAMPLE OF MIRZA MEHDI BATHROOM

(M. Sc. Thesis)

Saeideh NAJAFINASAB

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2022

ABSTRACT

Ventilation is an important criterion in creating a good indoor air quality. However, appropriate ventilation should be provided naturally which can be implemented using passive methods. While the energy consumption rate of contemporary buildings is being discussed on sectoral and academic platforms, the capability of traditional architecture's climate-oriented approaches to provide a suitable model in this direction is frequently on the agenda. It would be useful to examine traditional methods, considering the use of renewable energy sources to reduce the consumption of fossil resources. In this study, the natural ventilation of Iranian traditional baths was examined by adding different alternatives, using the CFD analysis method and the thermal comfort conditions and the dissatisfaction rates of people were evaluated.

Science Code : 80107  
Key Words : Natural ventilation, CFD, Traditional Tabriz baths, Renewable energy  
Page Number : 95  
Supervisor : Prof. Dr. Cüneyt KURTAY

## TEŐEKKÖR

Tez çalıőmam süresi boyunca bana yardımcı olan, bilgi ve deneyimleriyle desteğini esirgemeyen, anlayıő ve hoőgörüsüyle yakından ilgilenen kıymetli danıőmanım Prof. Dr. Cüneyt KURTAY'a katkılarından dolayı, ayrıca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli annem, babam ve abim İhsan'a teőekkürlerimi sunarım.



**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. DOĞAL HAVALANDIRMA.....	5
2.1. Doğal Havalandırmanın Önemi .....	5
2.2. Doğal Havalandırmada Hava Akımı ile İlgili Temel Prensipler.....	6
2.3. Yapıların Havalandırması .....	8
2.3.1. Havalandırmanın temel ilkeleri.....	8
2.3.2. Doğal havalandırma yöntemleri.....	9
2.4. Yapı İçi Hava Niteliği .....	12
2.4.1. İç ortam hava sıcaklığı .....	13
2.4.2. İç ortam bağıl nem oranı .....	13
2.4.3. Ortam içindeki hava akış hızı.....	14
2.5. Havalandırma Gereksinimi .....	15
2.6. Havalandırma ve Termal Konfor .....	15
3. GELENEKSEL İRAN HAMAMLARI.....	19
3.1. İran Hamamlarının Mimari Tasarımı ve İklimin Etkisi .....	20
3.2. İran Hamamlarının Bölümleri .....	22
3.3. İran Hamamlarının Havalandırma ve Aydınlatması .....	24

4. DESIGN BUILDER PROGRAMIYLA HAVA AKIŞ SİMÜLASYONU VE ÖRNEK ÇALIŞMA (MİRZA MEHDİ HAMAMI) .....	27
4.1. Mirza Mehdi Hamamı Tanıtımı .....	27
4.2. Hamamın Mevcut Durum Değerlendirmesi.....	30
4.2.1. Farklı açıklıklar için doğal havalandırma analizi.....	30
4.2.2. Farklı alternatifler için CFD analzi .....	33
4.3. Sonuçların Değerlendirmesi.....	45
4.3.1. Soyunmalık bölümü .....	48
4.4. Doğal Havalandırmayı İyileştirmek Amacıyla Eklenen Alternatif Açıklıklar ....	50
4.4.1. Alternatif: (A1) .....	52
4.4.2. Alternatif: (A2) .....	54
4.4.3. Alternatif: (A3) .....	56
4.5. Eklenen Açıklıkların Değerlendirmesi .....	58
4.5.1. Ilımlık bölümü.....	58
4.5.2. Soyunmalık bölümü .....	60
4.6. Genel Değerlendirme .....	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	65
KAYNAKLAR .....	83
EKLER.....	87
EK-1. Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları .....	88
ÖZGEÇMİŞ .....	95

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Hamamların mimari özellikleri.....	24
Çizelge 4.1. Farklı alternatiflerde açık olan pencereler .....	30
Çizelge 4.2. Duvarlar üzerinde eklenen ekstra açıklık .....	51
Çizelge 4.3. Genel değerlendirme tablosu (21 Aralık) .....	62
Çizelge 4.4. Genel değerlendirme tablosu (21 Temmuz) .....	63



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Doğal konveksiyon ve basınç farklılıkları nedeniyle hava hareketinin oluşumu .....	5
Şekil 2.2. Hava akım şekilleri .....	6
Şekil 2.3. Hava deviniminin davranışı .....	7
Şekil 2.4. Tek yönlü, karşılıklı/çapraz (yükseklik derinlik oranı) ve baca etkisiyle havalandırma .....	9
Şekil 2.5. Tek taraflı havalandırma kesit gösterimi .....	10
Şekil 2.6. Tek taraflı havalandırma plan gösterimi .....	10
Şekil 2.7. Çift taraflı havalandırma kesit gösterimi .....	11
Şekil 2.8. Çift taraflı havalandırma plan gösterimi .....	11
Şekil 2.9. Baca etkisi olan havalandırma kesit gösterimi .....	11
Şekil 2.10. Baca etkisi olan havalandırma plan gösterimi .....	12
Şekil 2.11. Baca etkili olan havalandırma bina kesit gösterimi .....	12
Şekil 2.12. Havadaki su buharının kullanıcılar tarafından değerlendirilmesi .....	14
Şekil 2.13. PMV ve PPD değerleri arasındaki ilişki .....	17
Şekil 3.1. İranın 4 farklı iklim bölgesi .....	19
Şekil 3.2. Kordeşt hamamı (Culfa-İran) (soğuk iklim bölgesinde).....	20
Şekil 3.3. Golşen hamamı (Lahican-İran) (ılıman nemli iklim bölgesinde) .....	20
Şekil 3.4. Şah hamamı (İsfahan-İran) (sıcak ve kuru) .....	21
Şekil 3.5. Gelledari hamamı (Bandarabbas-İran) (sıcak nemli) .....	21
Şekil 3.6. Hamamın bölümleri .....	23
Şekil 3.7. Girişi ve serbineyi bağlayan koridor.....	24
Şekil 3.8. Aydınlatma .....	25
Şekil 4.1. Mirza Mehdi hamamının plan ve kesitleri .....	28
Şekil 4.2. Mirza Mehdi hamamının çatısındaki açıklıklar .....	29
Şekil 4.3. Temmuz ayında doğal havalandırma 4 farklı açıklık modelinde .....	31

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.4. Aralık ayında doğal havalandırma 4 farklı açıklık modelinde .....	32
Şekil 4.5. CFD analizi çalışma arayüzü .....	33
Şekil 4.6. Tüm pencereler kapalı .....	34
Şekil 4.7. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler kapalıyken	34
Şekil 4.8. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv) ve ortalama memnuniyetsizlik (ppd), tüm Pencereler kapalıyken .....	35
Şekil 4.9. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler kapalıyken...	36
Şekil 4.10. 21 Aralık saat 10.00'da termal konfor(pmv) tüm pencereler kapalıyken....	36
Şekil 4.11. 1 ve 2 numaralı pencereler saat 09.00-22.00 arası açık tutulmuştur.....	37
Şekil 4.12. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 1. ve 2 numaralı pencere açıkken .....	37
Şekil 4.13. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv) ve ortalama memnuniyetsizlik (ppd), 1. ve 2 numaralı pencere açıkkenαA (1- 2 numaralı açık): 21 aralık .....	38
Şekil 4.14. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 1. ve 2 numaralı pencere açıkken.....	39
Şekil 4.15. Aralık saat 10.00'da termal konfor (pmv)βA (3- 4- 5- 6- 7- 8 numaralı açık): 21 Temmuz.....	39
Şekil 4.16. βA alternatifi pencereler saat 09.00-22.00 arası açı .....	40
Şekil 4.17. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 3-4-5-6-7-8 numaralı pencere açıkken.....	40
Şekil 4.18. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 3-4-5-6-7-8 numaralı pencere açıkken.....	41
Şekil 4.19. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 3-4-5-6-7 numaralı pencere açıkken .....	41
Şekil 4.20. 21 Aralık saat 10.00'da termal konfor(pmv) 3-4-5-6-7 numaralı pencere açıkken .....	42
Şekil 4.21. Tüm pencereler saat 09.00-22.00 arası açık tutulmuştur .....	42
Şekil 4.22. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler açıkken..	43
Şekil 4.23. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv) ve ve ortalama memnuniyetsizlik (ppd tüm Pencereler açıkken .....	43

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.24. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler açıkken.....	44
Şekil 4.25. 21 Aralık saat 10.00'da termal konfor(pmv) tüm pencereler açıkken.....	44
Şekil 4.26. Aralık ayı emnuniyetsizlik oranı her 4 açıklık modelinde.....	45
Şekil 4.27. Analizlerin incelendiği kesitler.....	46
Şekil 4.28. Mevcut durumun hava sıcaklığı grafiği (ılımlık).....	47
Şekil 4.29. Mevcut durumun hava hızı grafiği (ılımlık) .....	47
Şekil 4.30. Mevcut durumun PMV grafiği (ılımlık) .....	48
Şekil 4.31. Mevcut durumun PPD grafiği (ılımlık) .....	48
Şekil 4.32. Mevcut durumun hava sıcaklığı grafiği (soyunmalık).....	49
Şekil 4.33. Mevcut durumun hava hızı grafiği (soyunmalık) .....	49
Şekil 4.34. Mevcut durumun PMV grafiği (soyunmalık) .....	49
Şekil 4.35. Mevcut durumun PPD grafiği (soyunmalık) .....	50
Şekil 4.36. Temmuz ayında doğal havalandırma 4 farklı alternatifte .....	52
Şekil 4.37. Mevcut pencerelere ve eklediğimiz a1 pencere açık.....	53
Şekil 4.38. Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A1 .....	53
Şekil 4.39. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv), A1 .....	54
Şekil 4.40. Temmuz saat 10.00'da ortalama memnuniyetsizlik oranı (ppd) A1 .....	54
Şekil 4.41. Mevcut pencerelere ve eklediğimiz 9, 10, 11 pencereler açık.....	55
Şekil 4.42. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A2 .....	55
Şekil 4.43. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv), A2 .....	56
Şekil 4.44. 21 Temmuz saat 10.00'da ortalama memnuniyetsizlik oranı (ppd) A2 .....	56
Şekil 4.45. Mevcut pencerelere ve eklediğimiz 9, 10, 11, 12, 13, 14 pencereler açık...	57
Şekil 4.46. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A3 .....	57
Şekil 4.47. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv), A3 .....	58
Şekil 4.48. 21 Temmuz saat 10.00'da ortalama memnuniyetsizlik oranı (ppd) A3 .....	58
Şekil 4.49. 3 farklı alternatifin hava sıcaklığı grafiği (ılımlık) .....	59

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.50. 3 farklı alternatifin hava hızı grafiği (ılımlık).....	59
Şekil 4.51. 3 farklı alternatifin PMV grafiği (ılımlık) .....	59
Şekil 4.52. 3 farklı alternatifin PPD grafiği (ılımlık).....	60
Şekil 4.53. 3 farklı alternatifin hava sıcaklığı grafiği (soyunmalık) .....	60
Şekil 4.54. 3 farklı alternatifin hava hızı grafiği (soyunmalık).....	61
Şekil 4.55. 3 farklı alternatifin PMV grafiği (soyunmalık) .....	61
Şekil 4.56. 3 farklı alternatifin PPD grafiği (soyunmalık).....	61
Şekil 5.1. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava sıcaklığı (Temmuz).....	66
Şekil 5.2. Eklenen alternatiflerde hava sıcaklığı (Temmuz).....	67
Şekil 5.3. Farklı alternatiflerde saatteki hava sıcaklığı grafiği (Temmuz).....	67
Şekil 5.4. Farklı alternatiflerde saatteki hava değişim sayısı saat 10 (Temmuz).....	68
Şekil 5.5. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava sıcaklığı (Aralık) .....	69
Şekil 5.6. Mevcut durumun farklı alternatiflerde saatteki hava sıcaklığı grafiği (Aralık)	70
Şekil 5.7. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava akışı ve hızı (Temmuz).....	71
Şekil 5.8. Eklenen alternatiflerde hava akışı ve hızı (Temmuz) .....	72
Şekil 5.9. Farklı alternatiflerde saatteki ortalama hava hızı (Temmuz).....	72
Şekil 5.10. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava akışı ve hızı (Aralık).....	73
Şekil 5.11. Farklı alternatiflerde saatteki ortalama hava hızı (Aralık).....	74
Şekil 5.12. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PMV (Temmuz) .....	75
Şekil 5.13. Eklenen alternatiflerde PMV (Temmuz) .....	76
Şekil 5.14. Farklı alternatiflerde saatteki ortalama PMV grafiği (Temmuz).....	76
Şekil 5.15. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PMV (Aralık) .....	77
Şekil 5.16. Farklı alternatiflerde PMV grafiği (Aralık) .....	78
Şekil 5.17. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PPD (Temmuz) .....	79
Şekil 5.18. Eklenen alternatiflerde PMV (Temmuz) .....	80
Şekil 5.19. Farklı alternatiflerde saatteki PPD miktarı (Temmuz) .....	80

**Şekil****Sayfa**

Şekil 5.20. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PPD (Aralık) ..... 81



## SİMGELER VE KISALTMALAR

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

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
°	Derece
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
cm	Santimetre
m	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m/s	Metre/saniye
PMV	Tahmini Ortalama Isıl Duyum
PPD	Tahmini Ortalama Memnuniyetsizlik Oranı



## 1. GİRİŞ

İnsanın yaşamını nitelikli olarak sürdürebilmesi için gerekli iç hava kalitesinin sağlanması ve yapı içinde çeşitli nedenlerle oluşabilen hava kirliliğinin giderilmesi için yapının yeterli bir şekilde havalandırılması gerekir. Havalandırma, yapma sistemlerin kullanılması ya da doğal yollar ile sağlanabilir. Yapılarda havalandırmanın doğal yollarla sağlanması enerji korunumu, ekonomi ve sağlık açısından yapma sistemlere göre daha olumludur [1].

İyi bir iç hava kalitesi oluşturulmasında havalandırma önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak uygun havalandırmanın mümkün olduğu kadar doğal yollarla sağlanması, yani pasif yöntemleri kullanması gerekmektedir. Çünkü enerji kullanımını sonucu oluşan çevre sorunlarının olumsuz etkileri günümüzde gittikçe daha fazla hissedilmektedir [2].

Geleneksel yapıların doğal iklimlendirmeye yönelik özellikleri günümüz yapıları için yol gösterici olabilir. Bu çalışmada geleneksel hamamların doğal havalandırma sistemini inceleyerek günümüzdeki yapılara uygulama yöntemlerini ortaya koymak hedeflenmektedir.

### Araştırmanın amacı

Geleneksel hamam yapıları incelenerek, nemin ve sıcaklığın fazla olduğu bu mekanlarda istenen konfor düzeyinin sağlanıp sağlanmadığı, sağlanıyorsa kullanılan geleneksel yöntemlerin günümüzdeki yöntemlere dönüştürebilme ve çağdaş yapılara uyarlayabilme yöntemlerinin ortaya konmasıdır.

### Araştırmanın yöntemi

Iran'daki hamamların gerek mimari tasarım, gerekse havalandırma sistemlerine ilişkin literatür çalışması, Konu ile ilgili yönetmelik ve standartların araştırılması, Geleneksel hamamların 3D model ve simülasyonu oluşturularak sonuçlara ulaşılması, sonuçların değerlendirilmesi.

## Literatür taraması

İnci yuyucu tezinde İstanbul'un Beylikdüzü Avcılar Esenler'de bulunan 4 yeni projenin doğal havalandırması değerlendirilmiştir. Projeler seçilirken, konumlanma, yönelme, biçimlenme kararlarıyla ve çevresel özellikleriyle birbirlerinden farklılaşarak öne çıkan projeler olmalarına dikkat edilmiştir. Daha sonra Revit ve Follow design programlarından destek alarak simülasyon yapılmıştır. Yapılan analiz ve araştırmalar sonucunda, Beylikdüzü ve civarındaki incelenen projelerde, doğal havalandırma tekniklerini dikkate alan bir yaklaşımın mevcut olmadığı görülmüştür [3].

Ailar Habibzade doğal havalandırmada geleneksel rüzgar kulelerinin çalışma ilkeleri ve bu doğrultuda yeni yapılacak rüzgar kulelerinde performansı artıracak çözümler öneren araştırmaların incelenmesi ve değerlendirmesi yapılmıştır [4].

Naide sevim tezinde kentlerde giderek çoğalan yüksek katlı konut yapılarında, doğal havalandırmanın gerekliliği ve cepheler aracılığıyla sağlanan doğal havalandırma çözümleri üzerinde durulmaktadır. Farklı iklim, çevre ve yapı özelliklerine sahip doğal havalandırma yüksek konut yapısı örnekleri incelenmiştir. İklim ve çevre verileri doğru analiz edilerek, doğal havalandırma ilkelerinin tasarım aşamasında yapılara dahil edilmesiyle, birçok farklı durumda az enerji ile doğal havalandırma sağlamanın olanaklı olduğu görülmüştür [5].

Hossein safari bir makalesinde doğal havalandırma, evin içinden nemin atılmasını önleyen çözümlerden biridir. Bu çalışmada rüzgar dikkate alınmıştır ve ılıman ve nemli iklim bölgesinden örnek seçip Design Builder 4.5 tarafından CFD modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve sonuçların iki bölümde karşılaştırmalı olarak incelenmiştir İran'da son yıllarda doğal havalandırmanın çok fazla dikkate alınmadığı göz önüne alındığında, bu tür çalışmalar tasarımcıların yenilenebilir enerjileri anlamalarına yardımcı olabilir. Bu, daha iyi havalandırmaya ulaşmak için temiz enerjilere dayalı bilinçli tasarım yapmaya yardımcı olacaktır [6].

Zehra Edib bir makalesinde Dezful şehrinde bulunan ve zemin kotu altında yer alan shavadunların designBuilder programını kullanarak doğal havalandırması incelenmiştir. Farklı derinliklere sahip iki shevadun seçilip sonuçları karşılaştırılmıştır. Doğal havalandırma mekanizması farklı shevadunlarda nasıldır? shevadunların biçimi ve yönü

doğal ve açıklıkların bulunduğu yerler havalandırmayı nasıl etkiliyor? Gibi sorulara cevap verme çalışılmıştır [7].

Jiafang Song (2015) “The Improvement of Ventilation Design in School Buildings Using CFD Simulation” adlı makalesinde in’in okullarında sıcak havalarda, aynı anda çok fazla öğrencinin olması nedeniyle, sınıflardaki termal koşullar, özellikle bđyđk konferans salonları için öğrencinin öğrenmesini etkileyecek kadar yetersizdi. Bu nedenle, okul binalarının havalandırma koşullarını incelemek ve okul binalarının havalandırma tasarımını iyileştirmek için etkili yöntemleri araştırmak önemlidir. Bu alışma, bir sınıfta ventilasyon performansını artırmak için Fluent CFD yazılımını kullanarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, dört farklı havalandırma sistemi simđle edilmiş, karşılaştırılmış ve analiz edilmiştir.

#### Araştırmanın nemi

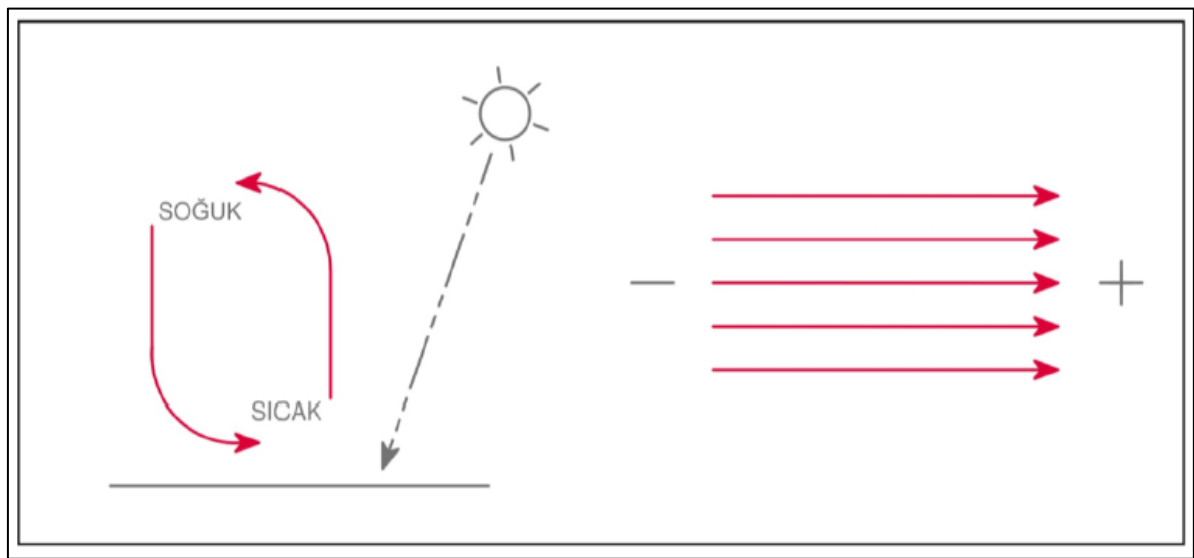
Genelde konut, ofis ve okul yapıları gibi uygulaması çok olan yapılarda incelenen doğal havalandırma çalışmalarında, ağırlıklı olarak termal konfor kontrol edilmeye çalışılmış. Havalandırma üzerinde etkili olan iklim bölgesi, yn, cephe malzemeleri ve rđzđar bacaları gibi yöntemler ele alınmıştır.

Bu çalışmada ise hamam yapıları ele alınarak, İnan’daki hamam yapılarında kullanılan geleneksel yöntemler incelenmiş, aynı zamanda hijyenin çok önemli olduğu ve nemin fazla olduğu bu yapılarda alternatif havalandırma elemanları eklenerek etkileri değerlendirilmiştir.



## 2. DOĞAL HAVALANDIRMA

Doğal havalandırma, atmosfer havasının mekanik sistemler kullanmadan yapı içine alınması ve yapı içindeki kullanılmış havanın yapı dışına çıkarılması olarak tanımlanır [8]. Başka bir tanımlamaya göre, doğal havalandırma isteyerek açılmış olan bölümlerden rüzgar, iç ve dış hava sıcaklıkları arasındaki farklardan kaynaklanan basınç farkı dolayısı ile oluşan bir sistemdir [9] (Şekil 2.1). Böylece kapalı bir mekândaki kullanılmış, kirli ve ısınmış hava, dış ortamdaki temiz, kirletici içermeyen hava ile yer değiştirir.



Şekil 2.1. Doğal konveksiyon ve basınç farklılıkları nedeniyle hava hareketinin oluşumu [10]

### 2.1. Doğal Havalandırmanın Önemi

Doğal havalandırma iç ortam hava kalitesini arttırmak amacıyla iç mekânda biriken kirli havayı, dış ortamdaki temiz hava ile değiştirmektir. İç mekân hava kalitesinin düşük olması insan sağlığını ve çalışma verimini olumsuz yönde etkilemektedir [12]. Amerikan Çevre Koruma Ajansı'nın yaptığı çalışmaya göre, iç hava kalitesinin düşük olması; astım, kanser, gelişme bozuklukları ve üreme, bağışıklık ve kardiyovasküler sistemlerine zarar vermek gibi insan sağlığını olumsuz etkileyecek birçok sorunu beraberinde getirmektedir [13].

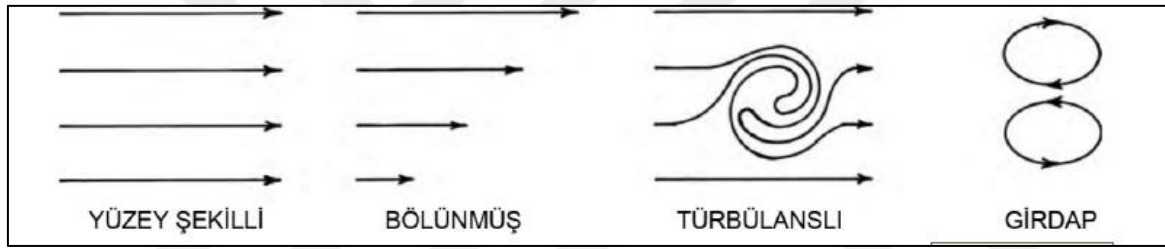
Doğal havalandırma özellikle hamam gibi nemli mekanlarda biriken nemli havanın rüzgâr yoluyla taşınmasını sağlayarak kullanıcıların ısısal konforunu arttırmak ve yapıyı

serinletmektir. Nem taşınımı, aktif sistemler ile sağlanabileceği gibi, erken tasarım aşamasında alınabilecek doğru kararlar ile pasif iklimlendirme yollarıyla da sağlanabilir.

## 2.2. Doğal Havalandırmada Hava Akımı ile İlgili Temel Prensipler

Havalandırma Doğal yöntemlerini uygulamak için aşağıda verilen hava akımıyla ilgili temel bilgilerin bilinmesi önemli olmaktadır [10];

1. Hava akımının nedenleri: Hava ya doğal konveksiyon akımları nedeniyle ya da basınç farklılıkları nedeniyle akar.
2. Hava akımının tipleri: Dört temel hava akımı türü vardır: tabakalı (yüzey şekilli), ayrılmış (bölünmüş), türbülanslı ve girdap şeklinde (Şekil 2.2).



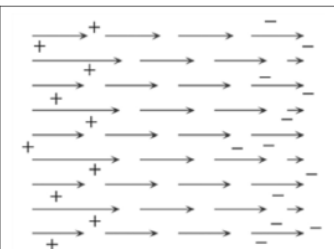
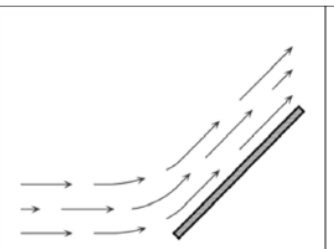
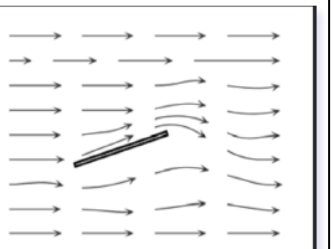
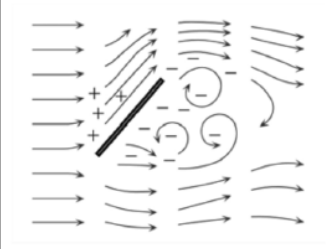
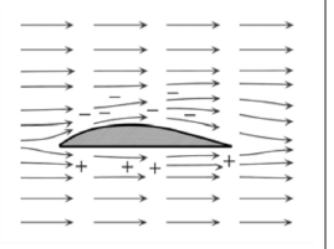
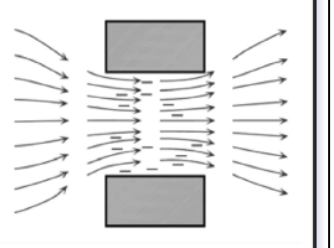
Şekil 2.2. Hava akım şekilleri [10]

3. Atalet: Hava bir miktar kütleyle sahip olduğundan, hareketli hava düz bir çizgide gitme eğilimindedir. Yönünü değiştirmeye zorlandığında hava akımları eğriyi takip eder ve asla dik açıda olmaz.
4. Hava korunumu: Hava yapı alanında ne yaratılabilir ne de yok olabilir, bu nedenle bir binaya yaklaşan hava ile ayrılan hava eşittir. Böylece hava akımını gösteren çizgiler süreklilik göstermelidir.
5. Yüksek ve alçak basınç alanları: Hava bir binanın rüzgâr yönündeki cephesine vuduğunda, sıkışır ve pozitif basınç oluşturur. Aynı zamanda, rüzgâr altı cephesinden emildiğinde, negatif basınç oluşturur.
6. Bernoulli etkisi: Bir akışkanın hızının arttığı durumda statik basıncı azalır. Bu olgu nedeniyle venturi tüpünün daralmasında negatif basınç vardır. Bir uçak kanadının kesiti yarım venturi tüp gibidir. Zeminden yukarı doğru yükseldikçe havanın hızı hızla artar. Böylece çatı seviyesindeki basınç zemindeki pencere seviyesindeki basınçtan düşüktür.

Sonuç olarak, ventüri tüpü geometrisinin yardımı bile olmadan Bernoulli etkisi ile çatı açıklıkları arasından hava dışarı verilir.

7. Baca etkisi: Doğal konveksiyon hareketi nedeniyle havanın yapıdan çıkarılmasıdır (sıcaklık ve nem farklılıklarından dolayı havanın yoğunluğunun değişmesi ile meydana gelir). Baca etkisi eğer iki dikey açıklık arasındaki iç sıcaklık farkının, aynı açıklıkların seviyesindeki dış sıcaklık farkından daha büyük olması durumunda havayı dışarı atar. Baca etkisinin avantajı Bernoulli etkisi gibi rüzgâra bağımlı olmamasıdır. Dezavantajı ise zayıf bir kuvvet olması ve havanın çok hızlı hareket edememesidir. Pek çok sıcak yaz günlerinde, özellikle iyi bir dikey havalandırma yaratmak için, yukarıda bahsedilen bernoulli ve venture etkisi kombine edilebilir.

Yapıda istenen düzeyde havalandırmanın doğal yöntemlerle sağlanmasında hava deviniminin oluşumu, hızı, davranışı, biçimlenişi, yapı çevresinde ve içinde ortaya çıkardığı basınç bölgelerinin dağılımı ve basınç düzeyleri önemlidir. Devinim her durumda havanın yüksek basınçlı (pozitif) bölgesinden alçak basınçlı (negatif) bölgesine doğru akmasıyla gerçekleşir; akarken karşılaştığı engellere göre farklı davranışlar gösterir ve engelin çevresinde farklı hava basınç bölgeleri oluşturur. Şekil 2.3’de hava deviniminin davranışı görülmektedir [11].

		
<b>Hava deviniminin oluşumu</b> Havanın yüksek basınçlı bölgeden alçak basınçlı bölgeye akması	<b>Hava deviniminin yönü</b> Engelle karşılaşan havanın yön değiştirmesi	<b>Hava deviniminin doğrultusu</b> Dar açılı engelin hava akımını etkilemesi
		
<b>Hava deviniminde burgaçlar</b> Geniş açılı engelin hava akımını etkilemesi	<b>Bernoulli etkisi</b> Engel nedeniyle akış hızının artması ve hava basıncında düşme	<b>Venturi etkisi</b> Sıkışma nedeniyle akış hızının artması ve hava basıncında düşme

Şekil 2.3. Hava deviniminin davranışı [11]

### 2.3. Yapıların Havalandırması

Kullanıcı açısından önemli sağlık etkileri bulunan yapı içi hava kirleticilerinin giderilmesi yapının havalandırılması ile sağlanabilir.

#### 2.3.1. Havalandırmanın temel ilkeleri

Kullanıcı açısından önemli sağlık etkileri bulunan yapı içi hava kirleticilerinin giderilmesi yapının havalandırılması ile sağlanabilir. Kapalı bir mekândaki kullanılmış olan kirli havanın yerini temiz havanın alması, yani düşük kalitede olan, içinde kirleticiler bulunan havanın yüksek kalitede, kirletici içermeyen hava ile değiştirilmesi havalandırma olarak tanımlanır [17].

Yapının havalandırılmasında; temiz atmosfer havasının yapı içine alınması, bu havanın iç mekânda dağılmasının sağlanması ve kullanılan kirli havanın yapı dışına atılması temel adımlardır [18].

Hava yüksek basınçlı noktadan alçak basınçlı noktaya doğru akar. Bir iç mekânda hava deviniminin sağlanabilmesi için havanın mekâna girdiği nokta ile mekândan çıktığı nokta arasında bir basınç farkı yaratılması gerekir. Basınç farkı ne kadar yüksek olursa akacak hava miktarı o kadar artacaktır [19].

Mekân içindeki hava akışı, kullanıcının hava hareketini duyumsaması ve hava kirleticilerinin mekândan uzaklaştırılması açısından önemlidir. Kullanılan hava kirlenir ve ısınır. Isınmasıyla genleşir, hafifler ve böylece yükselir. Yükselen sıcak havanın yerini soğuk ve temiz hava alır. Buna göre bir iç mekânda temiz ve soğuk hava dösemeye, kirli ve sıcak hava tavana yakın kısımlarda bulunur [20]. İnsan fizyolojisi gereğince mekânda temiz havanın döşeme üzerinden 2 metre yüksekliğe kadar etkin olması beklenir. Ayrıca kullanıcı, konfor sınırları içinde hava devinimini belirli bir akış hızında duyumsamak ister [21].

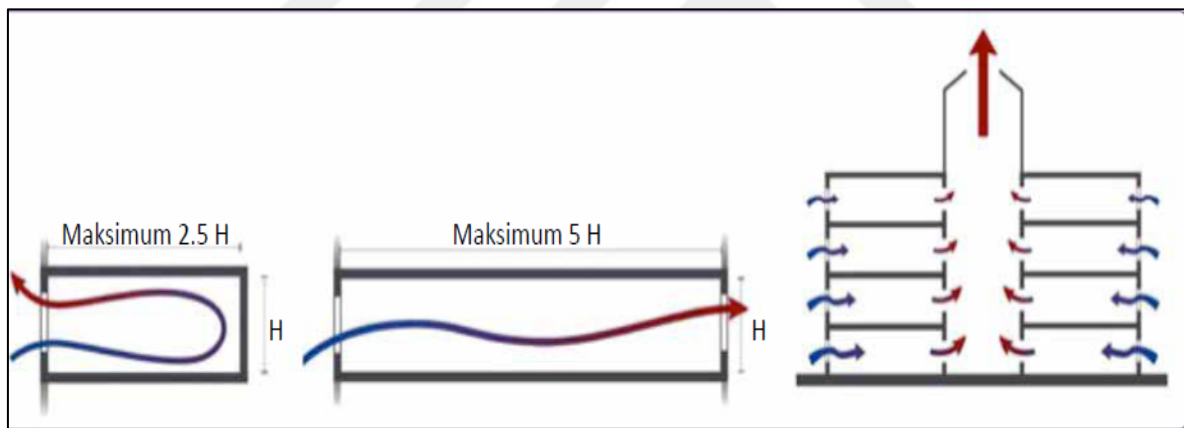
Doğal havalandırma temel olarak;

- Dış çevrede yapıyı etkileyen hava hareketlerine,
- Yapı içi ve dış atmosfer havası arasındaki sıcaklık farkına,
- Bu sıcaklık farkı ile yaratılan baca etkisinin düzeyine

- Hava hareketleri ve sıcaklık farkı ile yapı çevresinde ve yapının içinde oluşan hava basıncı düzeylerine
- Yapı kabuğundaki hava giriş – çıkış boşluklarının düzenine ve boyutlarına
- Yapı içinde hava akışı için oluşturulan doğrultuya, yola ve bu yol üzerindeki engellere bağlı olarak oluşur [8].

### 2.3.2. Doğal havalandırma yöntemleri

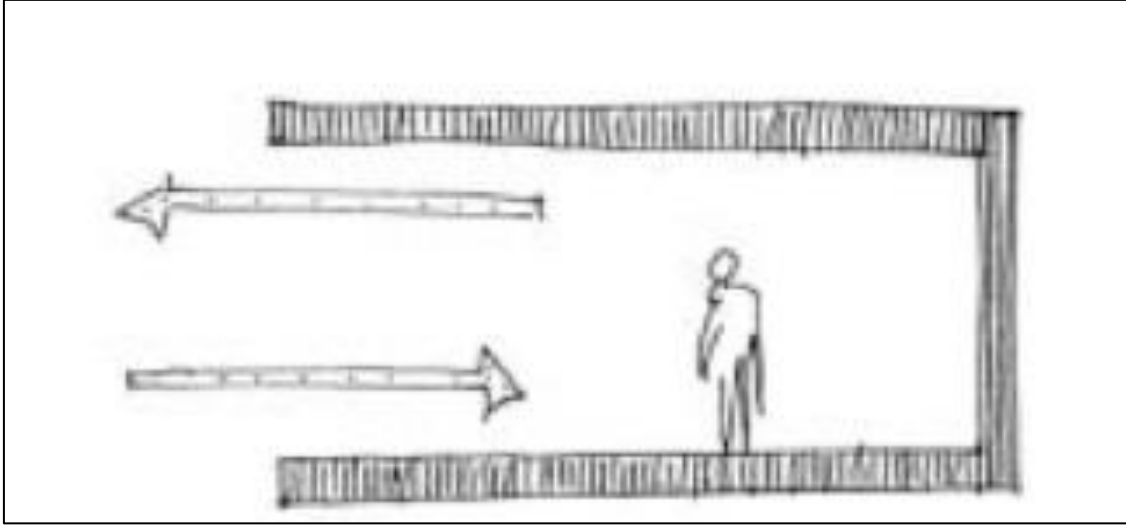
Tek yönlü havalandırmada hava girdiği açıklıktan, mekanı dolaşarak tekrar geri çıkar. Çapraz havalandırma yöntemi rüzgarın yüksek basınçtan alçak basınç alanına doğru hareket etmesi sayesinde gerçekleşir. Baca etkisi ile havalandırma ise, yapının içi ve dışı arasındaki veya yapı içindeki farklı bölgeler arasındaki sıcaklık ve yükseklik farkından kaynaklanan yoğunluk farkları sebebiyle oluşur. Tek yönlü havalandırma için yükseklik ve derinlik oranı için ideal bir oran vardır [18] (Şekil 2.4).



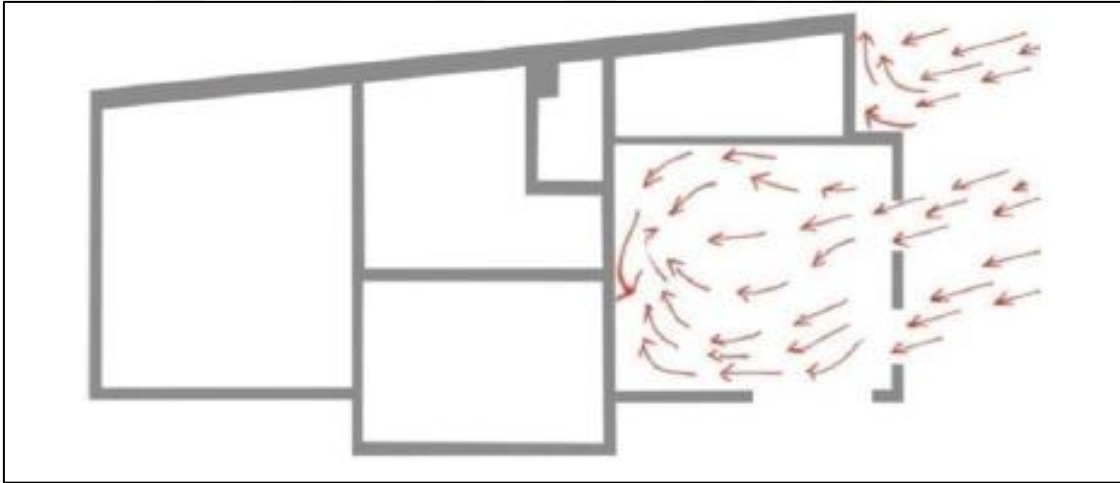
Şekil 2.4. Tek yönlü, karşılıklı/çapraz (yükseklik derinlik oranı) ve baca etkisiyle havalandırma [18]

#### Tek taraflı havalandırma

Tek taraflı tek açıklık (single-sided ventilation), pratik bir kurala göre tek taraflı havalandırma yönteminin başarılı olması için oda derinliğinin ölçüsü kullanılarak iç yüksekliğinin 2-2,5 katını geçmemesi gerekmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Tek taraflı havalandırma kesit gösterimi [22]

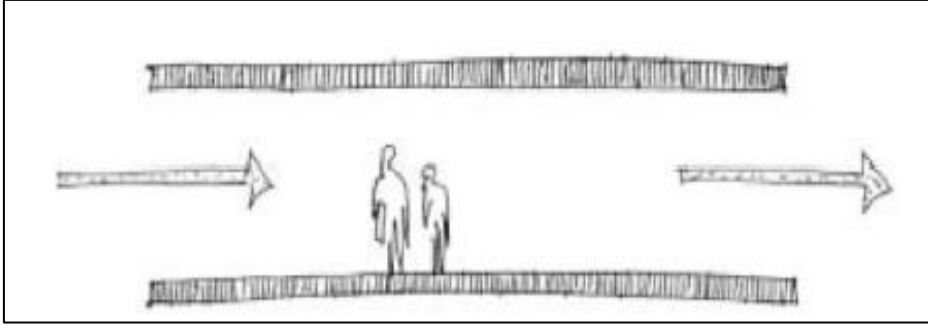


Şekil 2.6. Tek taraflı havalandırma plan gösterimi [20]

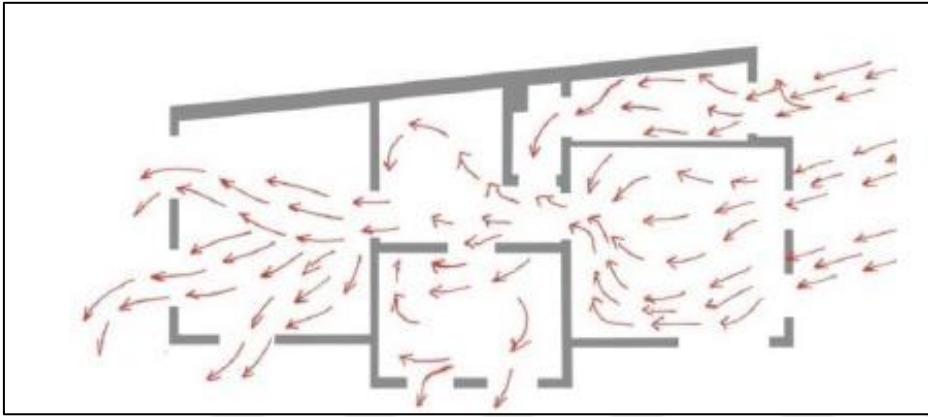
Görüldüğü gibi gölge etkili havalandırma sağlayabilmekte olup yaz aylarında tek taraflı tek açıklıklı uygulama, bina içi mahallerin içe ve dışa doğru doğal hava akışını sağlamak açısından güvenilir bir uygulamadır (Şekil 2.5 ve 2.6).

### Çapraz havalandırma

Çift taraflı açıklık (cross ventilation), pratik bir kurala göre çapraz havalandırma iç yüksekliğin 5 katı kadar derin bir alan için geçerlidir. Basınç farkı olan iç mekan ve dış mekanların, iki karşılıklı dış cephelerde bulunan pencereler ile havalandırılmasıdır (Şekil 2.7 ve Şekil 2.8)



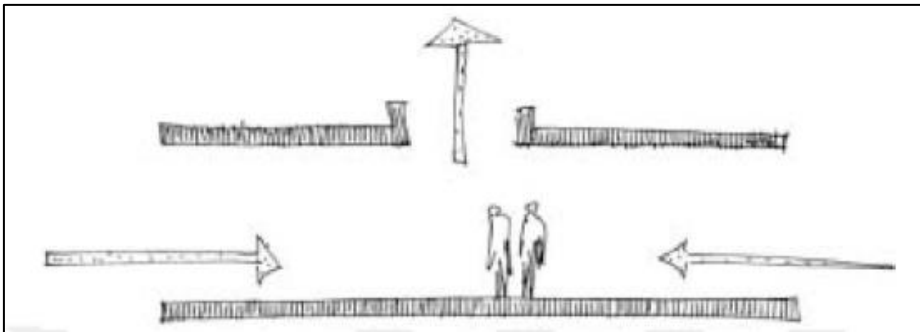
Şekil 2.7. Çift taraflı havalandırma kesit gösterimi [122]



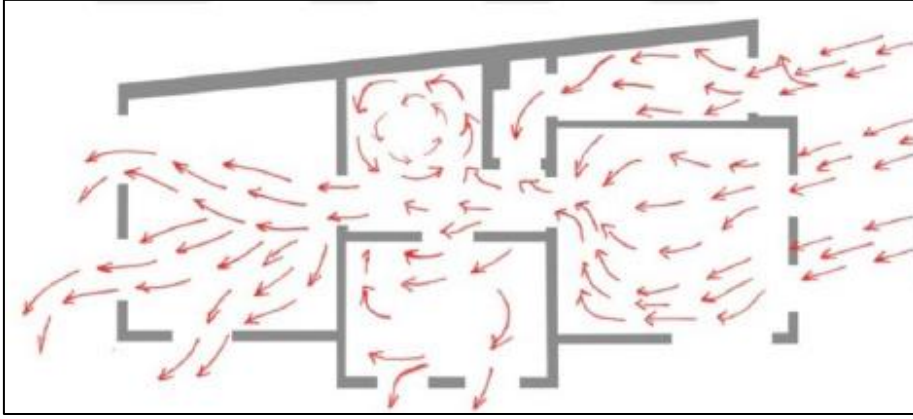
Şekil 2.8. Çift taraflı havalandırma plan gösterimi [20]

### Baca etkisi havalandırma

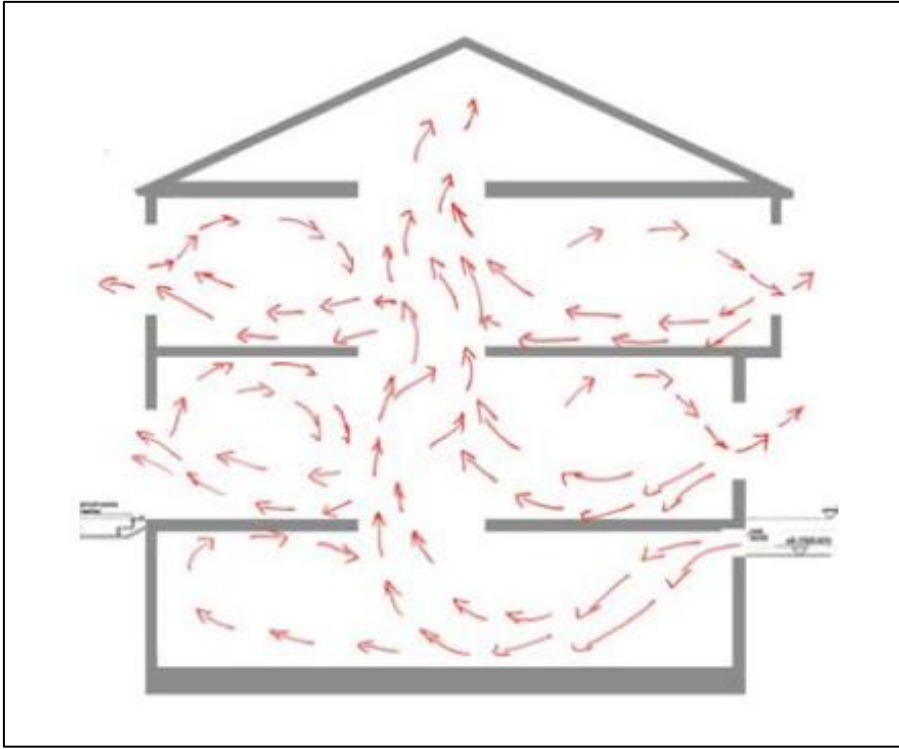
Baca etkisi ile havalandırma (stack ventilation), temiz hava düşük bir kotta bulunan boşluktan binanın içine alınır ve yüksek bir kotta bulunan bir boşluktan binanın dışına çıkar. Pratik bir kurala göre iç yüksekliğin 5 katından fazlası kadar derin bir alan için geçerlidir (Şekil 2.9 ve 2.10 ve Şekil 2.11)



Şekil 2.9. Baca etkisi olan havalandırma kesit gösterimi [22]



Şekil 2.10. Baca etkisi olan havalandırma plan gösterimi [20]



Şekil 2.11. Baca etkili olan havalandırma bina kesit gösterimi [20]

#### 2.4. Yapı İçi Hava Niteliği

Yapının öncelikli islevi kullanıcının temel gereksinmesi olan “yasamını sağlıklı bir şekilde sürdürmeyi karşılamasıdır. Yapı, “yapı kabuğu dışında kalan dış ortam” ile “yapı kabuğunun sardığı iç ortam” arasında sınırlayıcı özelliكتedir [23]. Yapı kabuğu içinde oluşan fiziksel iç çevre birçok yönü ile kullanıcıyı olumlu ya da olumsuz bir şekilde etkiler. iç ortam havasının kalitesi de bu fiziksel iç çevrenin bir özelliğidir. ASHRAE 62 –1989 Standardı’nda iç hava niteliğinin iyi olması, hava içinde, bilinen kirletici maddelerin belirlenmiş sınır değerlerin

altında tutulması ve insanların %80'inden çoğunun hava ile ilgili bir rahatsızlık hissetmemesi olarak tanımlanmaktadır [24].

Yapı içi havasının kalitesini belirleyen özellikler havayı oluşturan maddelerin karışım oranları, hava sıcaklığı, havanın bağıl nem oranı, hava akış hızı ve iç ortamdaki elektroiklimsel oluşumlar olarak sayılabilir [8].

İnsanlar zamanlarının büyük bir kısmını iç ortamda geçirmektedir. Bundan dolayı da iç mekan hava kalitesi yapıdaki kullanıcıların konforları ve sağlıkları için büyük önem taşımaktadır. Fakat iç ortam hava kalitesi iç ve dış kaynaklı kirleticilerden dolayı bozulmaktadır.

Bir insan hafif düzeyde çalışırken saatte ortalama 25 – 39 m<sup>3</sup> havaya gereksinim duyar. Solunum sırasında hava içindeki oksijen kullanılarak karbondioksit ve su buharı üretilir [17].

#### **2.4.1. İç ortam hava sıcaklığı**

İç ortam hava sıcaklığı yapı içi hava kalitesini etkileyen temel özelliklerden birisidir. Bir iç mekândaki yüzeylerin (duvarlar, döşeme, tavan gibi) yüzey sıcaklığı iç hava sıcaklığına yakın bir değerde olmalıdır. İç ortamda yüzeylerin ve havanın sıcaklığı arasında fark olduğu durumda kullanıcıların algıladığı konfor düzeyinin yükselmesi için hava sıcaklığının artırılması gerekir. Örneğin iç yüzey sıcaklığı 10° C olan bir iç mekânda gerekli konforun sağlanabilmesi için havanın 24° - 26° C'ye kadar ısıtılması gerekir. Buna karşın iç yüzey sıcaklığı ve iç hava sıcaklığı 18° olan bir iç mekânda algılanan konfor düzeyi daha yüksektir [21].

#### **2.4.2. İç ortam bağıl nem oranı**

Hava her sıcaklıkta bir miktar su buharı taşır. Bu su buharı düzeyi havanın nemliliğini belirler. Havanın nemliliği ise mutlak nem ya da bağıl nem olarak ölçülür. Mutlak nem havanın birim hacminde ya da birim ağırlığında bulunan nemin ağırlığıdır ve birimi gr /m<sup>3</sup> ya da g/kg'dır. Bağıl nem belirli bir sıcaklıktaki havanın içinde bulunan su buharı çokluğunun aynı sıcaklıkta, aynı miktardaki havada bulunabilecek en yüksek su buharı çokluğuna oranıdır. Yüzde (%) olarak tanımlanır ve sıcaklık ile orantılıdır [25].

Havadaki bağıl nem oranı doğada ortalama olarak %50 – 70 arasındadır. Yapı içi havasının 16° C – 20° C’de ve %40 – 60 bağıl nem oranında olması insan için gerekli konfor koşullarını oluşturur. Tıp uzmanlarınca insan fizyolojisine en uygun hava nemi oranı %50 olarak belirlenmiştir [26].

Uluslararası iç Ortam ve Enerji Merkezi’nde yapılan araştırmalar algılanan iç hava kalitesinin solunan havanın neminden ve sıcaklığından büyük oranda etkilendiğini doğrulamaktadır. Şekil 2.12’de havadaki su buharı oranının solunum sırasındaki değerlendirilmesi görülmektedir. Su buharı oranının düşük olduğu hava kullanıcılar tarafından en beğenilen hava olarak ortaya çıkmaktadır [8].

Havadaki su oranı gr / kg	Solunum için uygunluğu	Deneklerin değerlendirmesi
0 - 5	çok iyi	hafif ve taze
5- 8	iyi	normal
8 - 10	orta	dayanılır
10 - 20	kötü	ağır bastırıcı
20 - 25	tehlikeli - kötü	ıslak ve sıcak
25’den fazla	uygun değil	dayanılmaz

Şekil 2.12. Havadaki su buharının kullanıcılar tarafından değerlendirilmesi

İç mekân havasındaki nem oranı bölgesel iklim özelliklerine, iç mekân boyutlarına, mekân içindeki insan sayısına, kullanılan yapı ürünlerinin ve donanımının niteliğine ve iç mekân yüzeylerinin sıcaklığına bağlıdır [26].

ASHRAE ve diğer standartlar kapalı hacimler için en uygun bağıl nemin %30 ile %60 arasında olduğunu belirtmektedir. Bu verilere göre gerekli olan en uygun hava değeri 18 – 0 °C sıcaklıkta, %40 bağıl nem oranında ve 4 – 5 gr/kg su içeren bir durumda olmasıdır [8].

#### 2.4.3. Ortam içindeki hava akış hızı

İç hava kalitesini etkileyen özelliklerden birisi de iç ortamdaki hava akış hızıdır. Hava devinimlerinin hızı anemometre ile ölçülür ve genellikle m/sn ile belirtilir [25].

Akış hızına duyarlılık kişiden kişiye değişiklik gösterir. Bununla birlikte 0,1 m/sn'den düşük olan hava hızı algılanmaz ve havasızlık hissi oluşturmaz. 0,25 m/s ile 0,50 m/s arasındaki hız hoş gider. 1.5m/sn ve daha üstü hava hızı sinirlendirici hava akımı oluşturur [25].

Yapma sistemler ile havalandırılan yapılarda hava akış hızı 0 ile 0,5 m/sn arasında genellikle düşük bir hızdadır.

Kullanıcı konforunun sağlanmasında hava sıcaklığı, havanın nem oranı ve hava devinimleri birbiriyle bağlantılıdır hava sıcaklığı 21° deyen nemin %50 olması durumunda hava devinimi ve ısınıma gerek duymadan kullanıcı için yeterli konfor sağlanmaktadır. Fakat hava sıcaklığının 32° C ve nemin %85 olduğu durumda konforun sağlanması yeterli hava akış hızının olmasına bağlıdır. Hava sıcaklığının düşük olduğu durumlarda ise hava akımlarına ve nem artısına gerek duyulmadan yalnız ısı yayan bir odaktan gelecek ısı kazancı ile uygun bir iç çevre sağlanabilir [8].

## **2.5. Havalandırma Gereksinimi**

Binaların havalandırılma gereksinimleri arasında öncelikli olan içinde bulunan canlıların nefes alma gereksinimleri, sonrasında ise rahatsızlık duyulan kirleticilerden korunma gereksinimleridir. Korunması gereken kirleticiler koku, sıvı ve/veya maddesel kirleticiler olabilmektedir. Her ne kadar dış mekandan iç mekana ulaşabilmekte olsalar da binanın oluşturduğu maddelerin yaşlanarak sağlığa zararlı maddelere dönüşmesi ile binanın kendi bile bir kirleticiye dönüşebilmektedir [28].

## **2.6. Havalandırma ve Termal Konfor**

ASHRAE Standart 55 “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy” dilimize “Yaşam alanları için ısı çevresel şartlar” olarak çevrilebilir. Bu standart, belirli bir ortamda bulunan insanların önemli bir kısmının, bahsedilen çevreyi ısı olarak kabul edilebilir bulunduğu şartları açıkça ortaya koymaktadır. Nem, hava hızı, metabolik oran ve giysi yalıtımı parametrelerinin verilen değerleri için konfor aralığı belirlenebilmektedir. Bu konfor aralığı, kabul edilebilir ısı çevre şartlarını sağlayabilecek operatif sıcaklık cinsinden belirlenebilir.

Operatif sıcaklık hem hava sıcaklığını hem de ortalama ışıınım sıcaklığını beraber temsil eden bir sıcaklıktır.

Ashrae standardında ele alınan çevresel faktörler şunlardır: sıcaklık, termal radyasyon, nem ve hava hızı; kişisel faktörler aktivite ve giyimle ilgilidir.

Termal konfor, termal ortamdaki duyulan memnuniyeti ifade eden zihin durumudur. Kişiden kişiye hem fizyolojik hem de psikolojik olarak büyük farklılıklar olduğu için bir mekanda herkesi tatmin etmek zordur. Rahatlık için gerekli çevre koşulları herkes için aynı değildir. Belirli bir yolcu yüzdesinin termal olarak rahat bulacağı koşulları tanımlamak için gerekli istatistiksel verileri sağlayan kapsamlı laboratuvar ve saha verileri toplanmıştır. Bu standardda, bir mahaldeki belirli bir yüzde işgalcinin kabulünü sağlamak için gerekli olan termal çevre koşullarını belirlemek için kullanılır.

Termal konfor için koşulları tanımlarken ele alınması gereken altı ana faktör vardır.

1. Metabolizma hızı
2. Kıyafet izolasyonu
3. Hava sıcaklığı
4. Radyant sıcaklık
5. Hava hızı
6. Nem

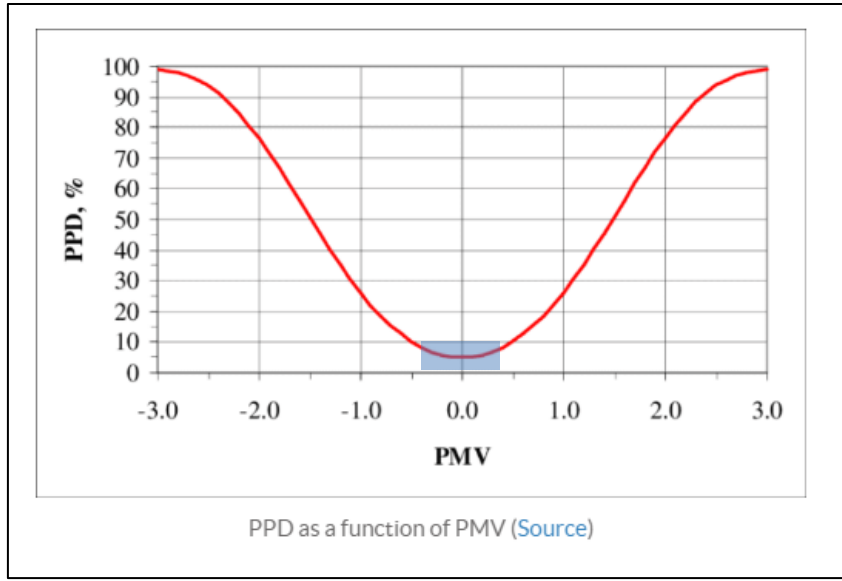
Bu faktörlerin tümünün zamanla değişmesi mümkündür. Bu standart yalnızca sabit bir durumda termal konforu ele alır. Sonuç olarak, bu standardın gerekliliklerini karşılayan bir alana giren kişiler, alana girmeden hemen önce farklı çevresel koşullar yaşamışlarsa, koşulları hemen rahat bulamayabilirler. Önceden maruz kalmanın veya aktivitenin etkisi, yaklaşık bir saat boyunca konfor algılarını etkileyebilir.

Mevcut termal konfor verilerinin büyük çoğunluğu, ofis işlerine özgü hareketsiz veya hareketsiz fiziksel aktivite seviyeleriyle ilgilidir. Bu standart, öncelikle bu koşullar için tasarlanmıştır. Bununla birlikte, standardın orta derecede aktivite için uygun çevre koşullarını belirlemek için kullanılması kabul edilebilir. Uyku veya yatak istirahati için geçerli değildir.

İnsanların ısı hissini ölçmede kullanılmak üzere geliştirilen ASHRAE termal duyu ölçeği şu şekilde tanımlanır:

+3 hot(çok sıcak), +2 warm( sıcak), +1 slightly warm (hafif sıcak), 0 neutral, -1 slightly cool(hafif soğuk), -2 cool( soğuk), -3 cold(çok soğuk)

PMV ve PPD değerleri arasında sabit bir ilişki vardır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. PMV ve PPD değerleri arasındaki ilişki



### 3. GELENEKSEL İRAN HAMAMLARI

İran 4 farklı iklim bölgesinden oluşuyor.

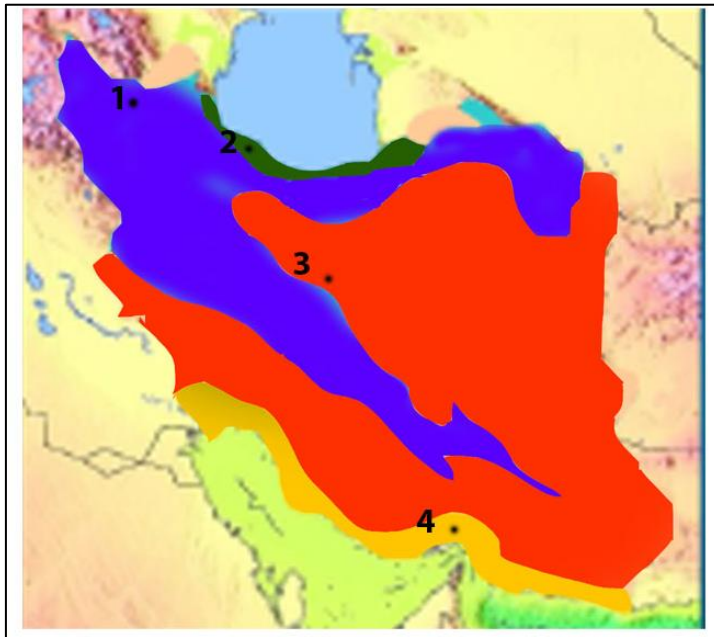
1. Ilıman nemli iklim bölge 2. Soğuk iklim bölge 3. Sıcak kuru iklim bölge 4. Sıcak nemli iklim bölge (Şekil 3.1)

2. İran'ın kuzey kısmı hazar denizinin etrafı ılıman nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgede yıl boyunca yağış ve bağıl nem oranı yüksek miktardadır aynı zamanda gece ve gündüz hava sıcaklık farkı düşüktür.

3. İran'ın doğusu ve Zagros dağlarının çevresindeki yerler soğuk iklim bölgesinde yer almaktadır. Soğuk iklimde kışın çok soğuk ve yazın ise çok sıcak ve kuru havası vardır aynı zamanda gece ve gündüzün sıcaklık farkı çok yüksektir. Bu bölgede binalar yazın sıcaktan korunacak kışın ise en çok yararlanacak şekilde tasarlanmalıdır.

4. Sıcak kuru iklimde yağışın çok az olduğu bu bölgelerde yazın çok sıcak ve bazen farklı yönlerde rüzgar esintileri oluyor ve kışın soğuk havaya maruz kalmaktadır bu yüzden de alar içe dönük ve kompakt forma sahiptir. Havalandırması için de rüzgar kuleleri kullanılmıştır.

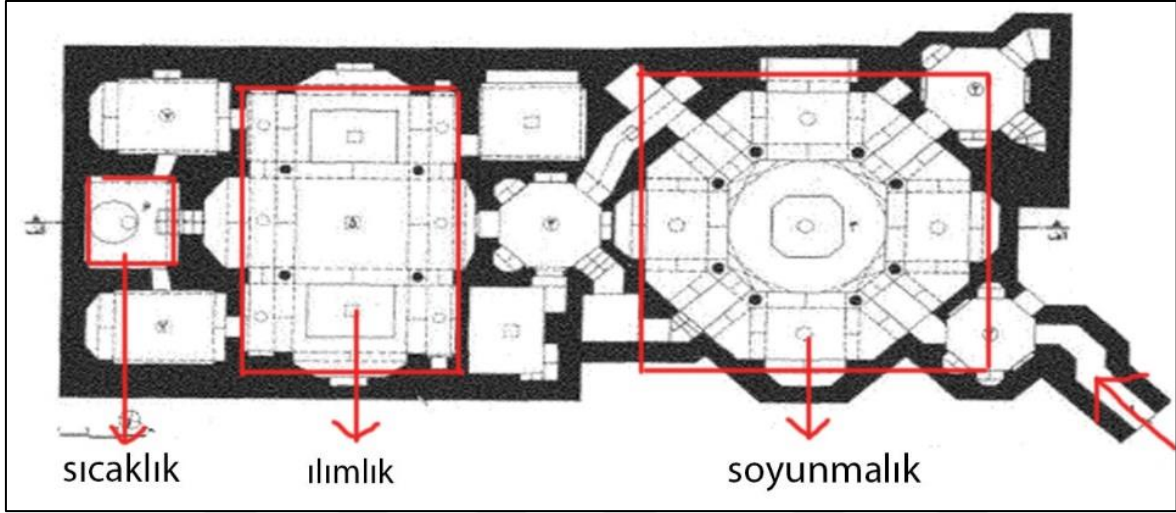
5. İranın güney kısmı sıcak ve nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgede yazın çok sıcak ve bütün yıl boyunca nem oranı çok yüksektir. Bu bölgenin mimarisi ılıman nemli ve sıcak kuru iklim bölgesinin karışımıdır.



Şekil 3.1. İranın 4 farklı iklim bölgesi

### 3.1. İnan Hamamlarının Mimari Tasarımı ve İklimin Etkisi

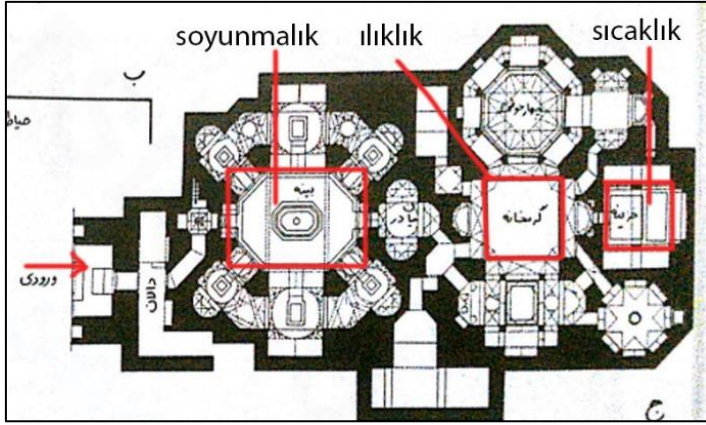
Hamamlar zemin kotu altında tasarlanıp kapalı alandan oluştuğu için çok az iklimin etkisi altında kalmıştır bu sebepten dolayı da İnan'ın farklı iklim bölgelerindeki hamamların mimarisinde temel farklar görünmemekte ve hepsi benzer modellere sahiptir ve 3 ana alandan oluşmuşlar (Şekil 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5) [[28].



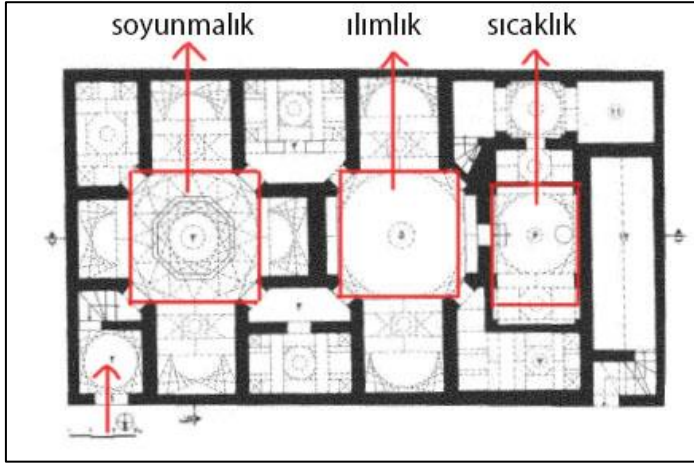
Şekil 3.2. Kordeşt hamamı (Culfa-İnan) (soğuk iklim bölgesinde) [33]



Şekil 3.3. Golşen hamamı (Lahican-İnan) (ılıman nemli iklim bölgesinde) [33]



Şekil 3.4. Şah hamamı (İsfahan-İran) (sıcak ve kuru) [33]



Şekil 3.5. Gelledari hamamı (Bandarabbas-İran) (sıcak nemli) [33]

Farklı iklim bölgelerinde yapılan hamamların temel farkları yoktur ama aynı zamanda iklimin az da olsa etkisi vardır.

Hamamlar her mevsimde sıcak olması gerekitor bu yüzden de soğuk bölgelerde diğer bölgeler göre alanlar daha küçük ve yüksekliği de azdır.

Sıcak kuru iklimlerde suyun az oldup depolama gereği duyulduğu için yüzme havuzları yapılmıştır bu yüzden de bu bölgelerdeki hamamlar daha geniş alana sahiplerdir.

Ilıman nemli bölgelerde koridorların çatısı eğilimli olduğu için gövdesinden ışık alıyor.

Her iklimde hamamların yapımında oraya özgü malzemeler kullanılmıştır [31].

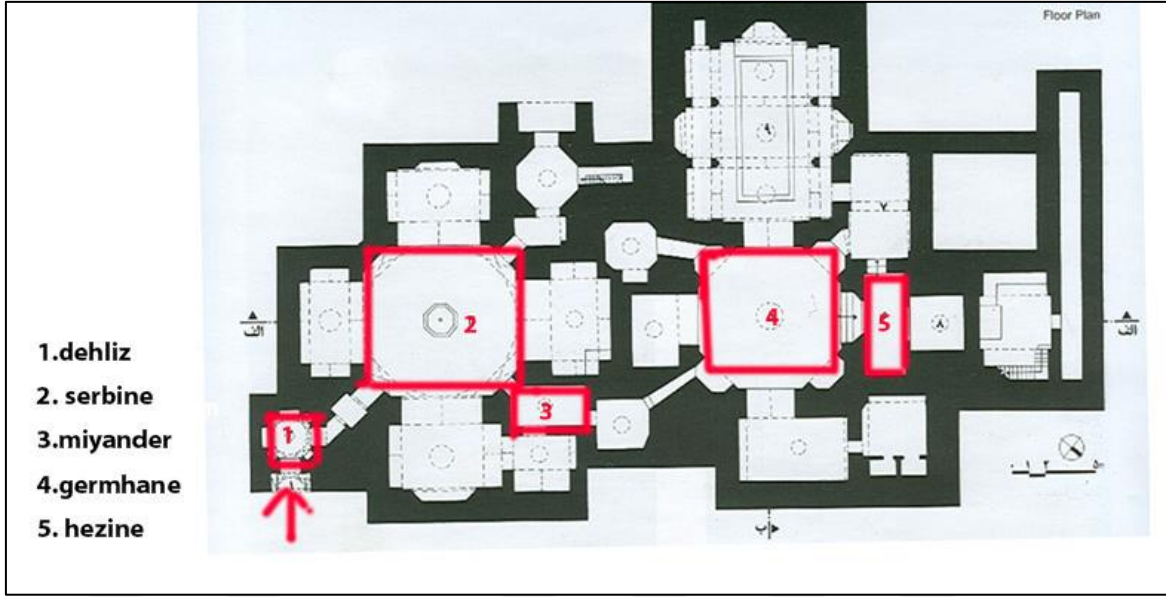
### **3.2. İran Hamamlarının Bölümleri**

Hamamlar camiden ve okullardan sonra şehrin mimarisinde önemli bir rol oynamaktadır.

Hamamların yapımında 3 temel şart: 1. Akar suya ulaşımı 2. Sıcaklığın koruması 3. Temiz ve kirli alanların ayırması

Geleneksel hamamların herhangi boyutta olsa da 1. dehliz (heştisi) 2. soyunmalık(serbine), 3. Miyander 4. ılımlık (germhane) 5. hezine(sıcaklık) gibi alanlardan oluşmaktadır (Şekil 3.6) [29].

1. Dehliz hamamın iç kısmıyla dışarıyı bağlayan bölüm
2. Serbine(soyunmalık) soyunmak dinlenmek ve konuşmak için yapılan alan
3. Miyander serbine ve germhaneyi bağlayan alan ki germhanenin sıcaklığını korumak amaçlı yapılmıştır 4 ve 5. Germhane (ılımlık) ve hezine (sıcaklık) yıkanma alanıdır.



Şekil 3.6. Hamamın bölümleri [34]

Her bölüm bir koridorla diğer bölüme bağlanıyor. İnsanlar hamama girdikten sonra koridordan heşti) geçip soyunmalık alanına ulaşmaktadırlar bu hamamın giriş kısmını oluşturmaktadır ve güzel süslerle süslenmektedir. Müşteriler orada üstlerini çıkardıktan sonra bir koridordan (miyander) geçip ılımlığa ve miyanderden ise bir veya iki koridorla tuvalet ve temizlik odalarına ulaşmaktadırlar [30].

Ilıman odanın birkaç merdiven yukarısında sıcaklık yer almaktadır burası hamamın en sıcak alanıdır. İnsanlar yıkanmadan önce küçük bir girişten geçip sıcaklığa girip maksimum yarım saat orada oturup terleyip ondan sonra ılımlığa dönüp yıkanmaktadırlar [32].

#### Giriş kısmı

Hamamların farklı mevsimlerde sıcak olması gerekiyor bu yüzden de dışarıdaki havanın içeriye girmesini önlemek için doğrusal (lineer) koridorlar tercih edilmemiştir (Şekil 3.7)



Şekil 3.7. Girişi ve serbineyi bağlayan koridor [32]

Çizelge 3.1. Hamamların mimari özellikleri

Kıvrımlı ve alçak tavanlı dehlizler Uygun havalandırmayı sağlamak için	Vücudun kademeli ısınması ve soğutulması Yüksek tavanlı soyunma alanı(beyne) ve yıkama alanı(germhane), kirli ve ana alanı ayırarak
Isıtmak için	Zemin altından ısıtma
Soyunma alanına oturma yerleri	İnsanların solunumu ve vücut sıcaklığı normale dönmesi için

### 3.3. İran Hamamlarının Havalandırma ve Aydınlatması

Hamamlar genelde çatıdan ışık alırlar. Genişlik, yüksek tavan, havalandırma ve aydınlatması için pencerelerin olması kaliteli hamamların gereksinimlerinden sayılır (Şekil 3.8) [31].

Hamamların iç hava kalitesi korunması amacıyla çatıları yüksek olmalı ve hava kirlendiği zaman çatıdaki camlar açılmalıdır ve aynı zamanda geniş olması lazımdır. Dışarının soğuk havası içeriye girmemesi için koridorlar düz olmamalıdır. [31].

Hamamlar genelde zemin kotu altında oldukları için aydınlatması ve havalandırması çatıdaki pencereler yoluyla sağlanmaktadır [30].

Yıkamak için yeterli sıcaklık, nem ve ışık olması gerektiği gibi düzgün havalandırma da yapılması şarttır. Birçok insanın aynı anda kapalı ve nemli alanda olması aynı zamanda lambalardan ve yakıtlardan çıkan gazlar insanların boğulmasına sebep olabilir ve bu sorun

doğru bir havalandırmayla kontrol altına alınabilir ve bu yüzden de tonozların altında yer alan pencerelerle havalandırma sağlanıp tavanları yüksek yapılmaktadır [32].



Şekil 3.8. Aydınlatma [34]

Bütün iklimlerde hamamlar döşeme altından yapılan kanallarla ısıtılıp, bu kanallar gorberov olarak adlandırılmaktadırlar. Gorberovlar hem hezinedeki duman ve hamamın nemini dışarıya doğru yönlendirip hem de hamamın ısınmasını sağlamaktadırlar [34].

Aşağıda Tebriz'in birkaç hamamı ve şu anki işlevlerini görmekteyiz ve bir tanesi örnek olarak case study için uygulamada kullanılacaktır.

1	Nubar hamamı(vezir)	Restoran olarak kullanılıyor
2	Nezafat hamamı	2 sene önceye kadar hamam olarak kullanılıyor
3	Bahar hamamı (molla qafur)	Sauna olarak kullanılıyor
4	Mirza hüseyinali hamamı (nobahar)	2 sene önceye kadar hamam olarak kullanılıyor
5	Mirza Mehdi hamamı	Restore ediliyor restoran olacak
6	Mehdi han hamamı	2 sene önceye kadar hamam olarak kullanılıyor
7	Serheng hamamı	2 sene önceye kadar hamam olarak kullanılıyor



## 4. DESIGN BUILDER PROGRAMIYLA HAVA AKIŞ SİMÜLASYONU VE ÖRNEK ÇALIŞMA (MİRZA MEHDİ HAMAMI)

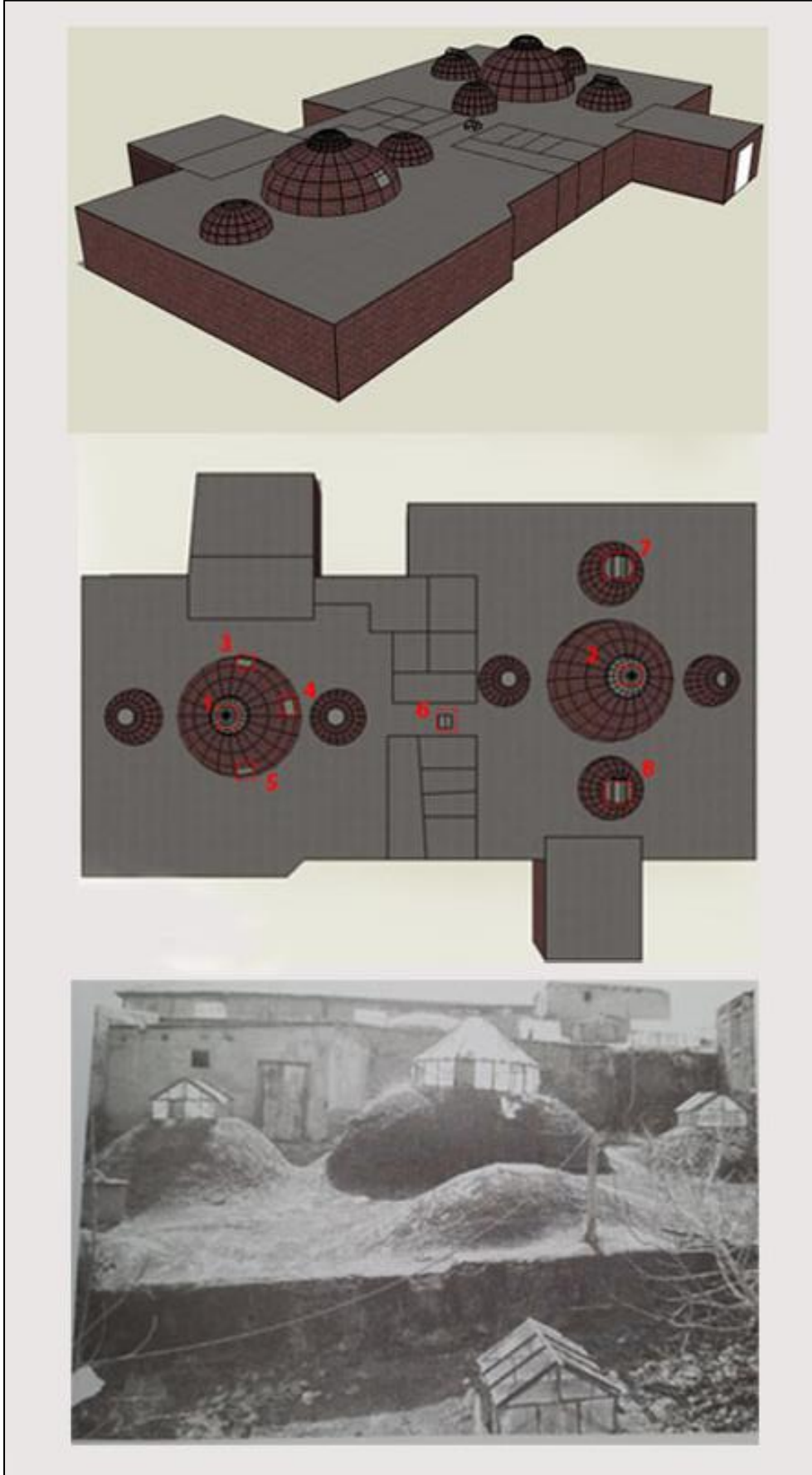
Simülasyon, Tebriz’de bulunan Mirza Mehdi hamamı üzerinde yapılmıştır. hamam dünyanın en büyük ve en eski kapalı çarşısından biri olan (Tebriz pazarında) yer almaktadır. Tebriz’in kapalı çarşısı yaklaşık 1 km<sup>2</sup> alana sahiptir. Ortadoğu ve dünyanın en büyük kapalı çarşılarından birisi olan yapı, Temmuz 2010 yılında UNESCO tarafından Dünya Mirası Listesi'ne alınmıştır. Çarşıda yaklaşık 5.500 dükkân, 40 çeşit iş merkezi, 30 cami, 5 hamam ve 12 okul bulunmaktadır ve bu çarşı, halk arasında ticaretin ana merkezi olarak biliniyor. Tebriz, tarihi boyunca İpek Yolu üzerinde bulunmasından dolayı zengin bir ticaret merkezi olmuştur.

Tebriz kenti İran’ın soğuk iklim bölgesinde yer almaktadır ve 38 ° 1'15 "N - 38 ° 8" N ile 46 ° 5 'E - 46 ° 22' E koordinatlarında, yüzölçümü 2167 km<sup>2</sup> ve deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1345 metredir (Kasmaei, 2003; IRIMO, 2020). İran Meteoroloji Örgütü'nce; Tebriz'in ortalama hava sıcaklığı Ocak’tan Temmuz’a kadar -2.4 ile 25.6 °C arasında değişmektedir. Tebriz hava sıcaklığı yılın %62’sinin soğuk ve çok soğuk, %17’sinin sıcak ve %21’inin ılıman geçtiğini tespit edilmiştir.(Singeri ve Abdolinasir, 2012).

### 4.1. Mirza Mehdi Hamamı Tanıtımı

Mirza Mehdi hamamı Tebriz’de en çok uygulanan hamam tibi olduğu için örnek olarak seçilmiştir. Hamam, soğuk bölgelerde bulunan diğer hamamlar gibi başka iklimlerdeki hamamlara göre daha küçük alana sahiptir ve 1.60 m zemin kotu altındadır(Şekil 4.1) aynı zamanda çatısında 8 adet açıklık bulunmaktadır. Açıklıklar kubbeler üzeridne dikey olarak açılıp kapanması kontrol edilebilir şekilde yer almaktadır (Şekil 4.2).





Şekil 4.2. Mirza Mehdi hamamının çatısındaki açıklıklar

## 4.2. Hamamın Mevcut Durum Değerlendirmesi

Simülasyon design builder programı yardımıyla açıklıkların yerini değiştirip  $\alpha A$ ,  $\beta A$ , HA, HK olarak adlandırarak yılın en sıcak (21 Temmuz) ve en soğuk (21 Aralık) günleri için toplamda 8 alternatif şeklinde yapılmıştır. Yapılan analizlerde pencereler 09.00-22.00 saatleri arasında açık tutulmuştur. Design builder programında binanın 3 boyutlu modeli yapıldıktan sonra, bölgenin 14 senelik iklim ortalaması, ve rüzgar hızı bina işlevi gibi veriler verilmiştir.



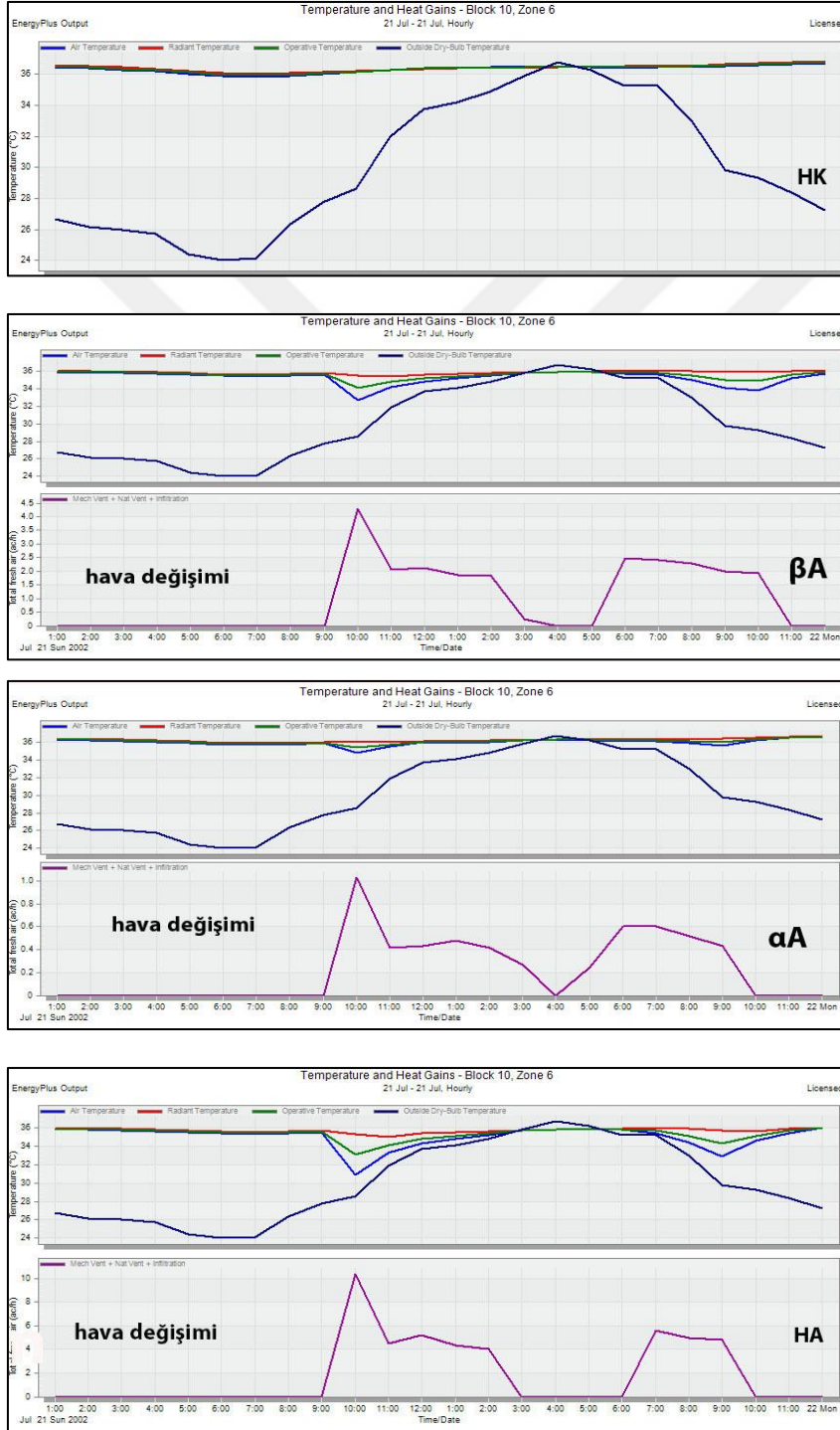
Çizelge 4.1. Farklı alternatiflerde açık olan pencereler

	21 Temmuz	21 aralık
HK	Hepsi Kapalı	Hepsi Kapalı
$\alpha A$	1- 2 Açık	1- 2 Açık
$\beta A$	3- 4- 5- 6- 7- 8 Açık	3- 4- 5- 6- 7- 8 Açık
HA	Hepsi Açık	Hepsi Açık

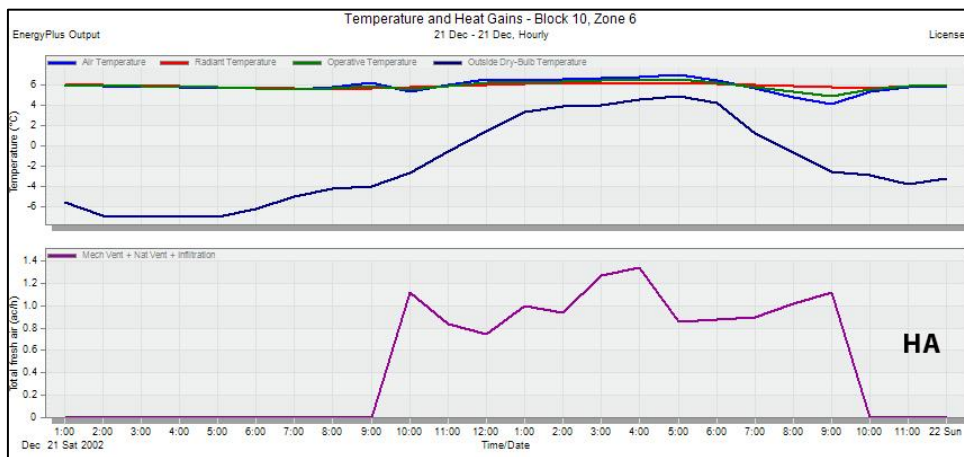
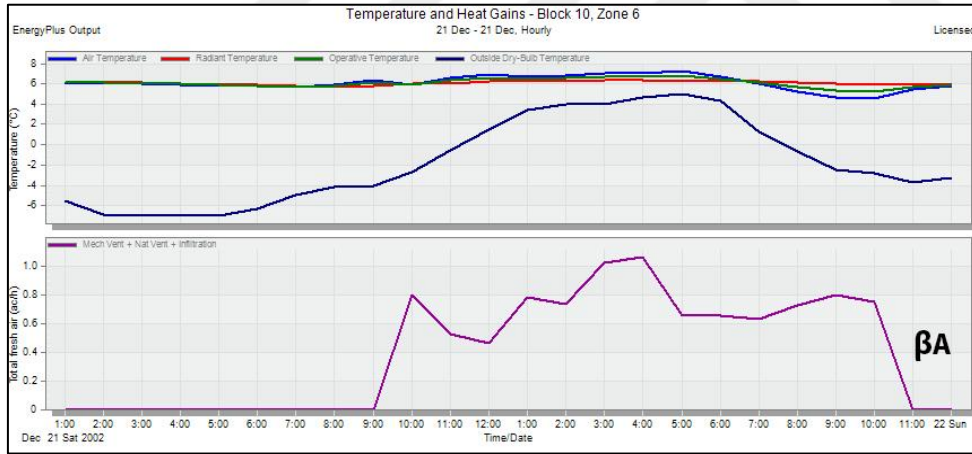
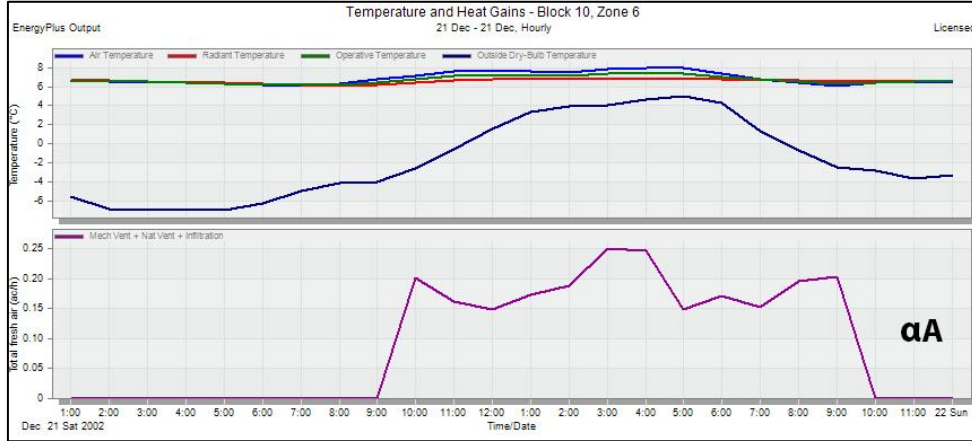
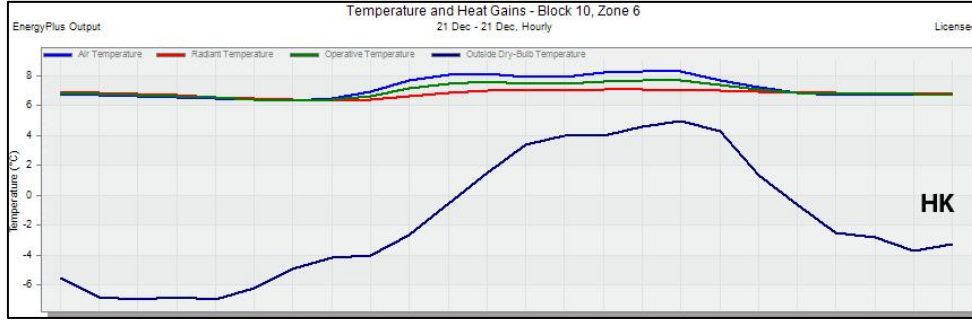
### 4.2.1. Farklı açıklıklar için doğal havalandırma analizi

4 farklı açıklık için önce doğal havalandırma analizi yılın en soğuk (21 Aralık) ve en sıcak (21 Temmuz) günleri için yapılmıştır (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). Şekil 4.3'te görüleceği üzere Temmuz ayında HK alternatifinde bütün pencereler kapalı olduğu için binaya yeni hava girişi yapılmamıştır dolayısıyla doğal havalandırma gerçekleşmemiştir. Diğer alternatiflerde açıklıklar saat 9.00 ve 22.00 arasında açık tutulduğu için sadece bu saatler arasında

havalandırma gerçekleşmiştir.  $\alpha A$ 'da saat 16.00 ve  $\beta A$  ile HA alternatifinde saat 15.00 ve 18.00 arasında dışarıdaki hava sıcaklığı iç mekandan daha yüksek olduğu için doğal havalandırma yapılmamıştır. Resimlerde mavi çizgi hava sıcaklığı, kırmızı çizgi ışıınım sıcaklığı, yeşil çizgi operatif sıcaklığı, lacivert çizgi dış hava sıcaklığını ve mor ise her satte yapılan hava değişimini temsil ediyor.



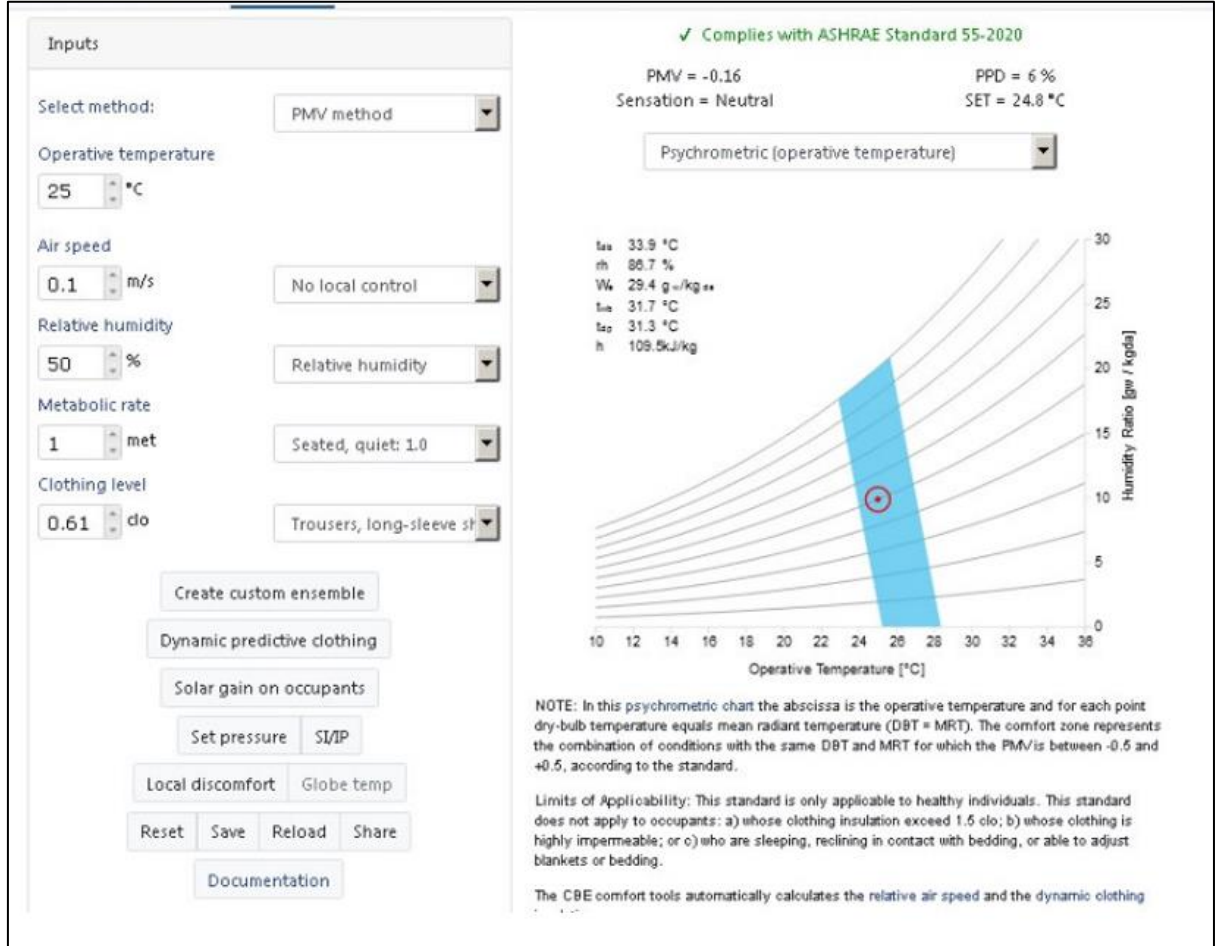
Şekil 4.3. Temmuz ayında doğal havalandırma 4 farklı açıklık modelinde



Şekil 4.4. Aralık ayında doğal havalandırma 4 farklı açıklık modelinde

#### 4.2.2. Farklı alternatifler için CFD analizi

Şekil 4.5'te analiz arayüzünden anlaşılacağı üzere programla hesaplanan PMV değeriin belirlenen bölgenin (mavi alan) içinde kalması durumu olumlu, dışında kalması durumunda olumsuz olarak değerlendirilmektedir.



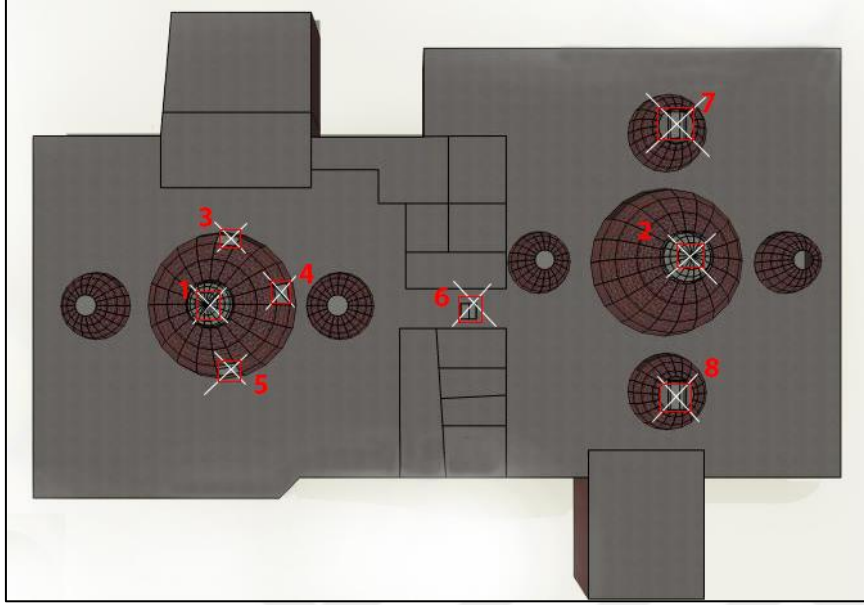
Şekil 4.5. CFD analizi çalışma arayüzü

Bütün alternatiflerde maksimum hava değişimi saat 10.00'da gerçekleştiği için CFD analizi de saat 10.00 için yapılmıştır. CFD analizi sonucunda PMV ve PPD değerleri elde edilmiştir.

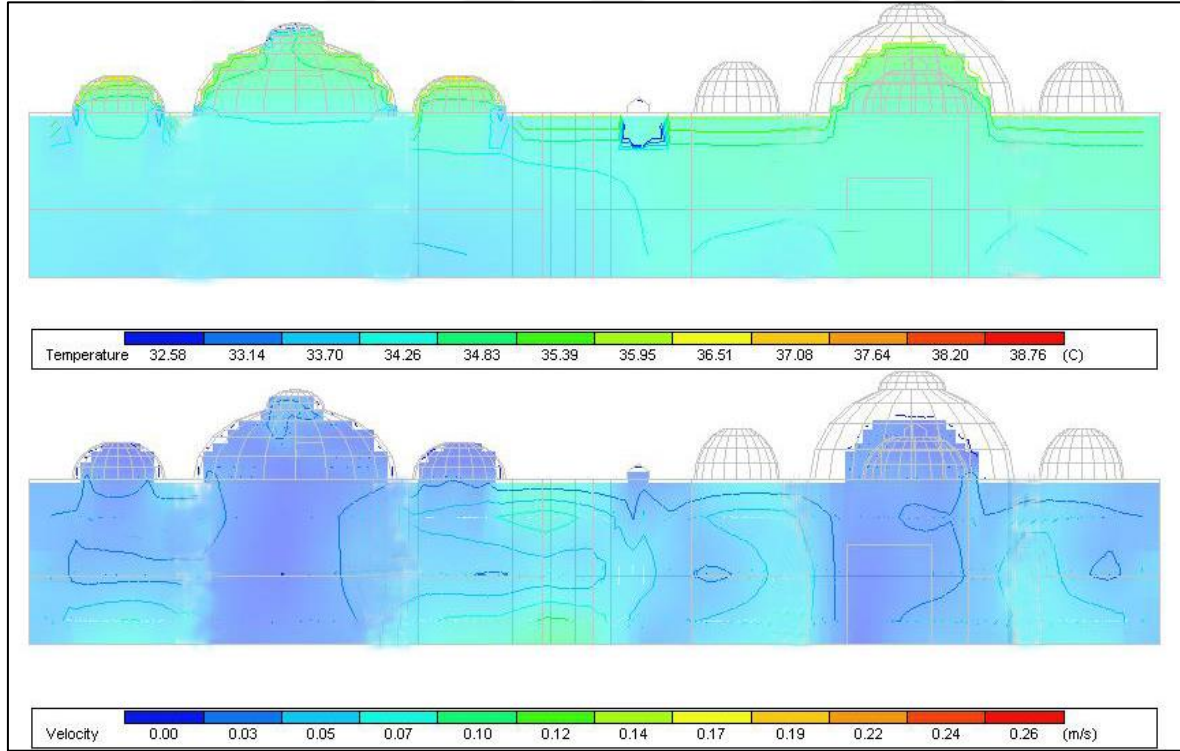
#### 1. HK (hepsi kapalı): 21 Temmuz

Tüm pencereler kapalı olduğunda (Şekil 4.6) binaya yeni hava girişi yapılmamıştır dolayısıyla doğal havalandırma gerçekleşmemiştir. Bu alternatifte Temmuz ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 34.26 °C ve hava hızı ise 0 \_ 0.05 m/s arasında değişmektedir

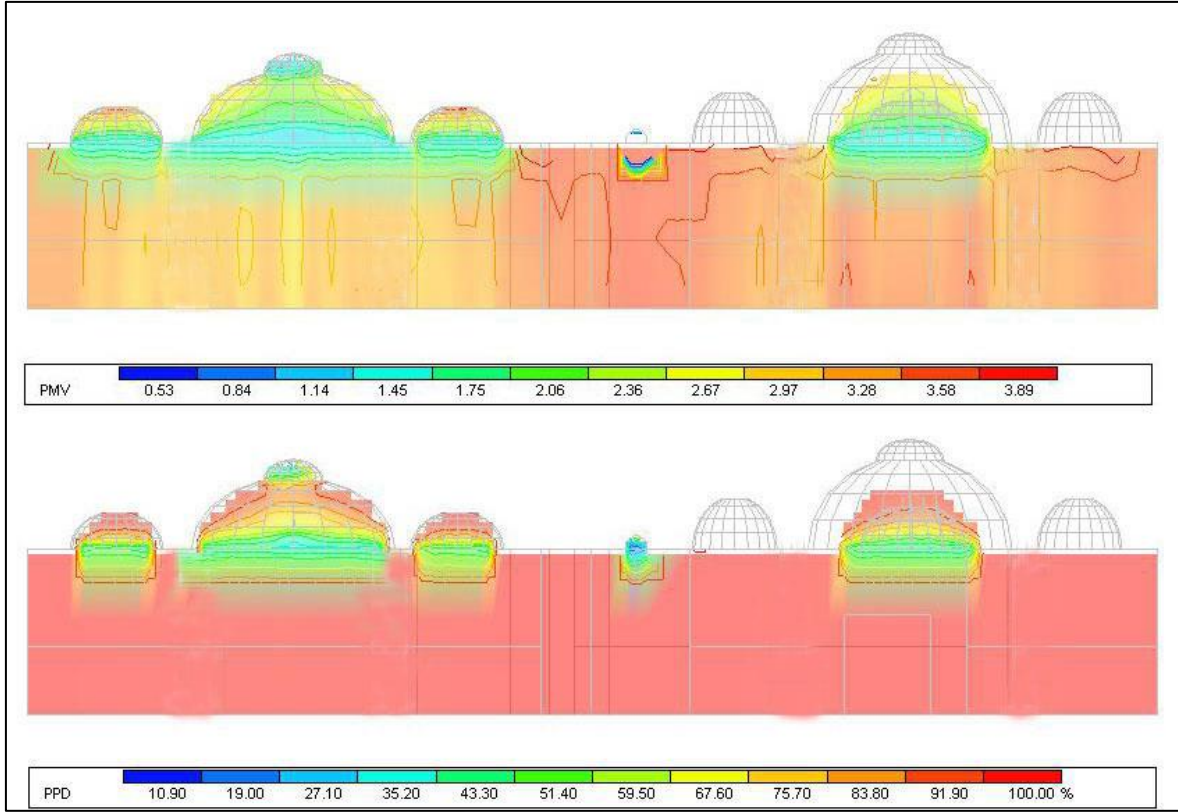
(Şekil 4.7). PMV 3.28 ile 3.89 arasında olduğuna göre hava çok sıcak algılanmıştır dolayısıyla memnuniyetsizlik oranı 100 % olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.6. Tüm pencereler kapalı



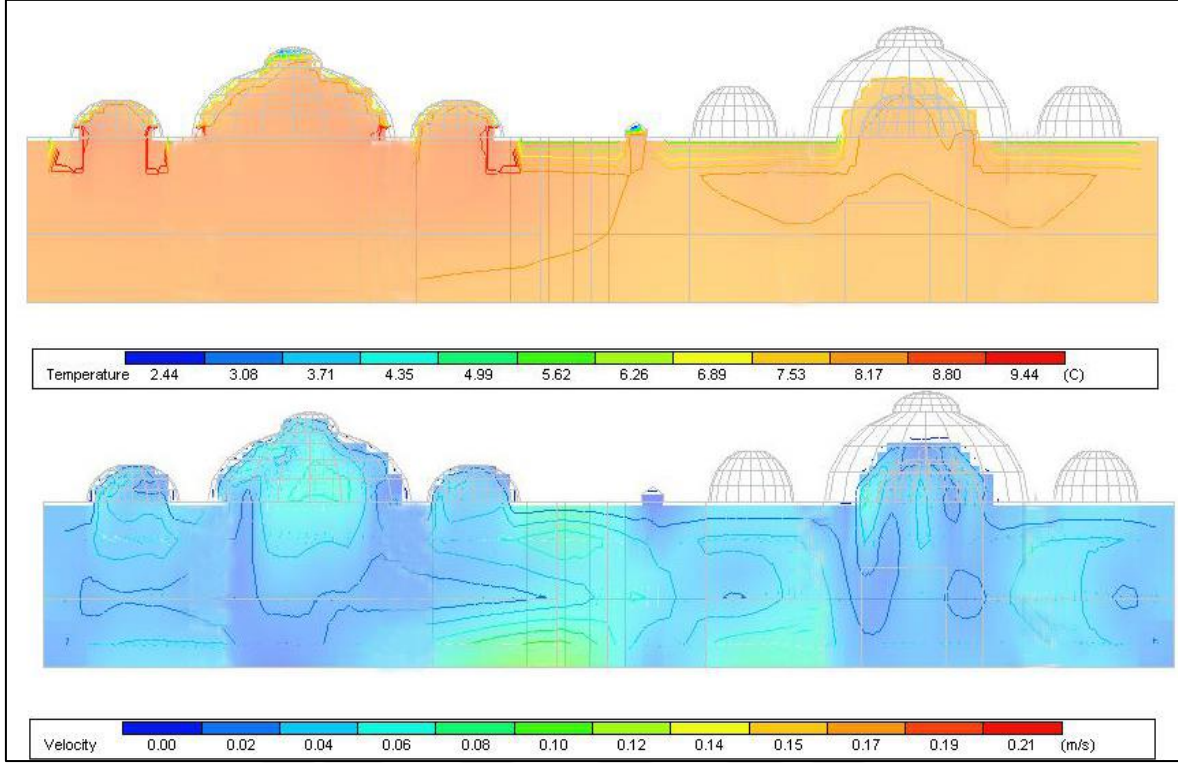
Şekil 4.7. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler kapalıyken



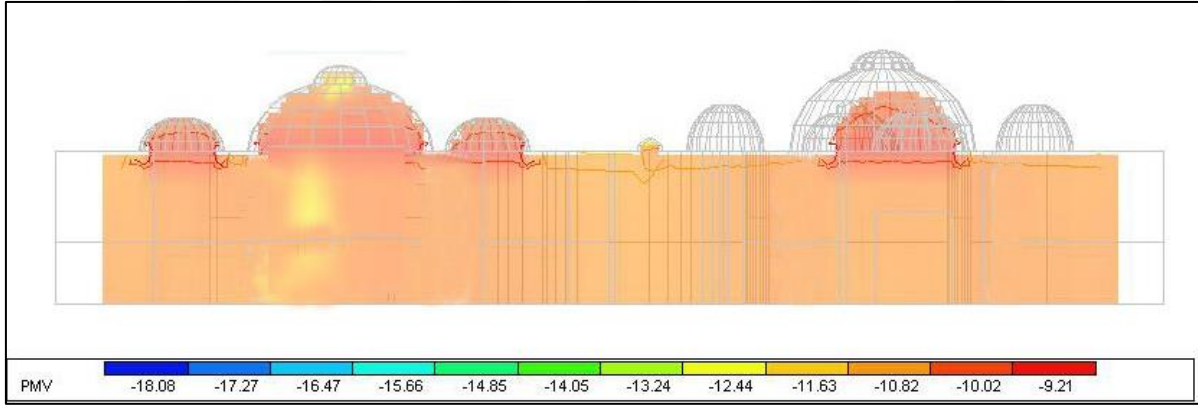
Şekil 4.8. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv) ve ortalama memnuniyetsizlik (ppd), tüm pencereler kapalıyken

## 2. HK (Hepsi kapalı): 21 Aralık

HK alternatifinde Aralık ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 7.53 v\_ 8.80 °C arasında ve hava hızı ise 0 \_ 0.06 m/s arasında değişmektedir (Şekil 4.9). PMV miktarı -13.30 ile 13.00 arasında elde edilip memnuniyetsizlik oranı ise 100% olmuştur (Şekil 4.10 ve Şekil 4.26).



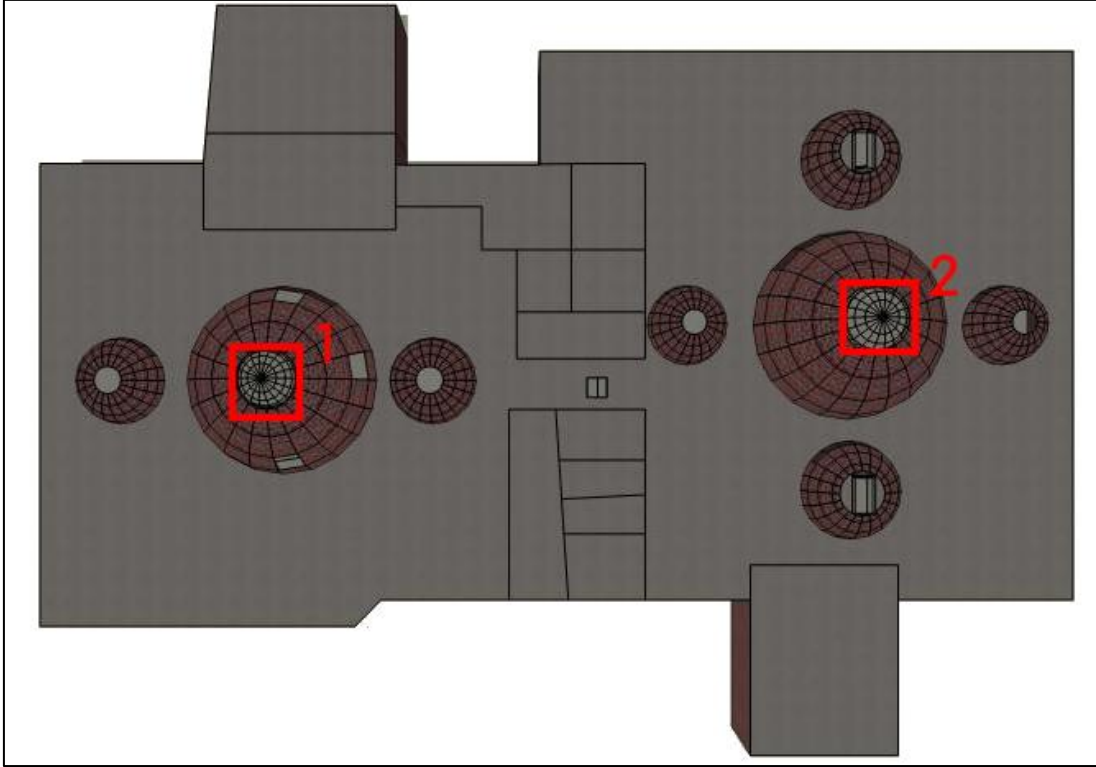
Şekil 4.9. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler kapalıyken



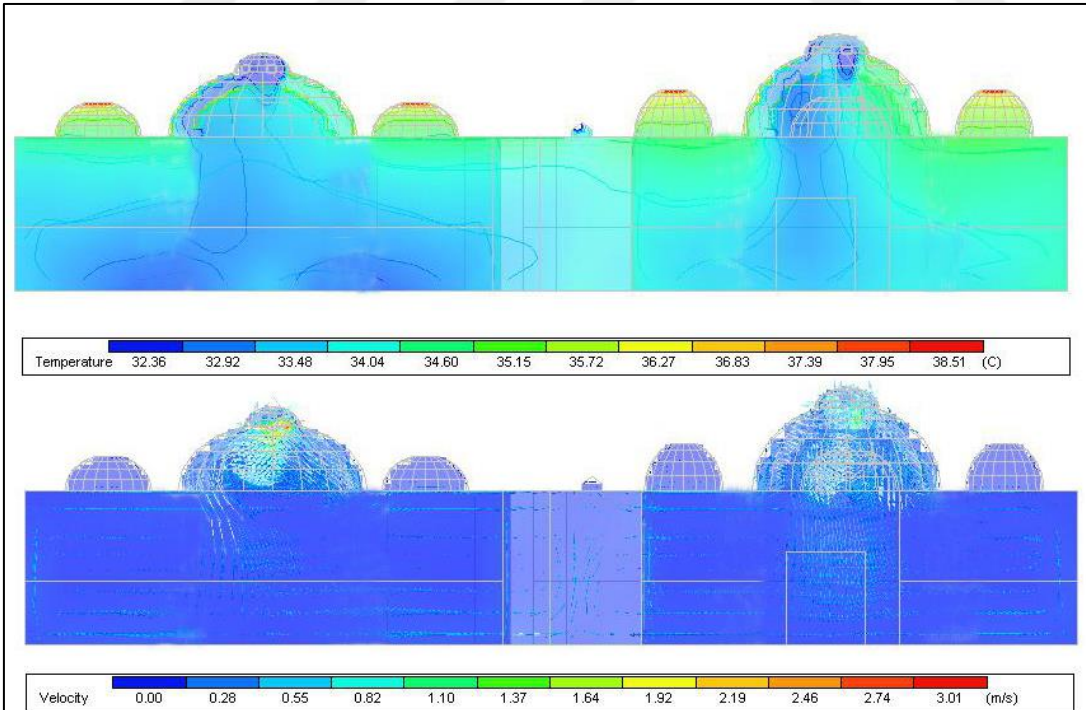
Şekil 4.10. 21 Aralık saat 10.00'da termal konfor(pmv) tüm pencereler kapalıyken

### 3. αA (1- 2 numaralı açık): 21 Temmuz

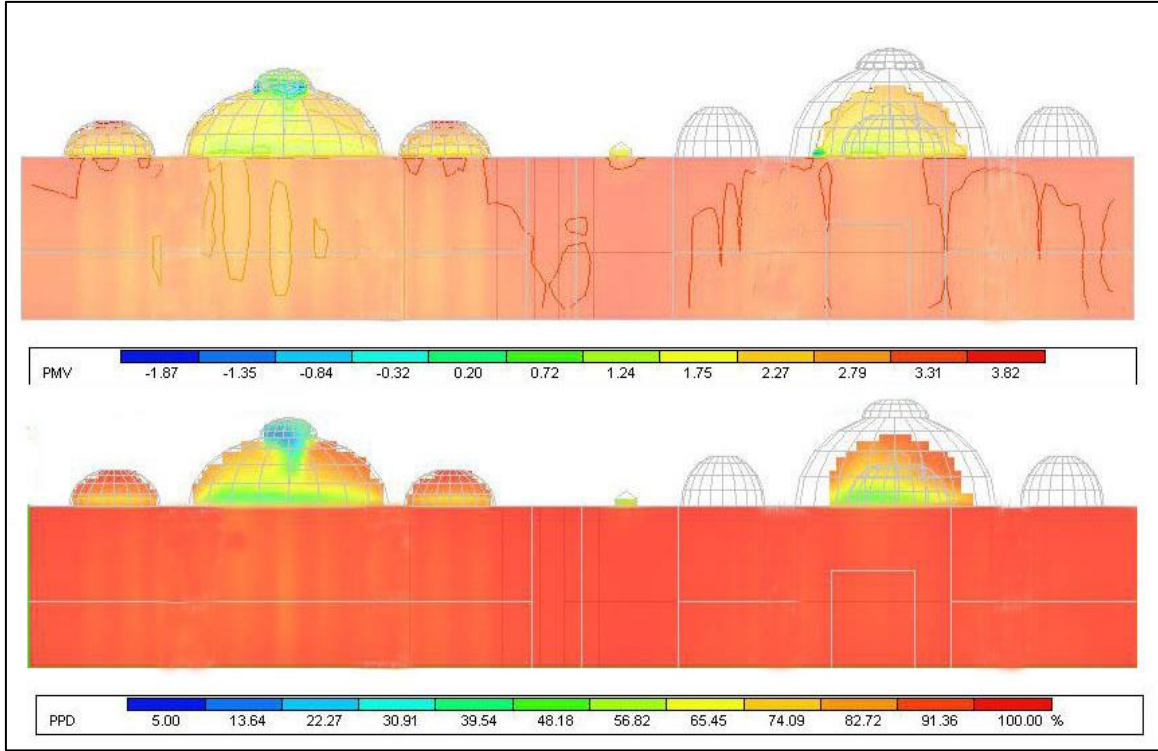
1 ve 2 numaralı pencereler açık olduğunda (Şekil 4.11) Az da olsa doğal havalandırma gerçekleşmiştir ve bu sayede HK alternatife göre hava sıcaklığı 2 derece düşmüştür. Temmuz ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 32.36\_34.04 °C arasında ve hava hızı ise 0 \_ 0.28 m/s arasında değişmektedir (Şekil 4.12). PMV miktarı ise 2.79 ile 3.31 arasında olup memnuniyetsizlik oranı ise 100% olmuştur (Şekil 4.13).



Şekil 4.11. 1 ve 2 numaralı pencereler saat 09.00-22.00 arası açık tutulmuştur

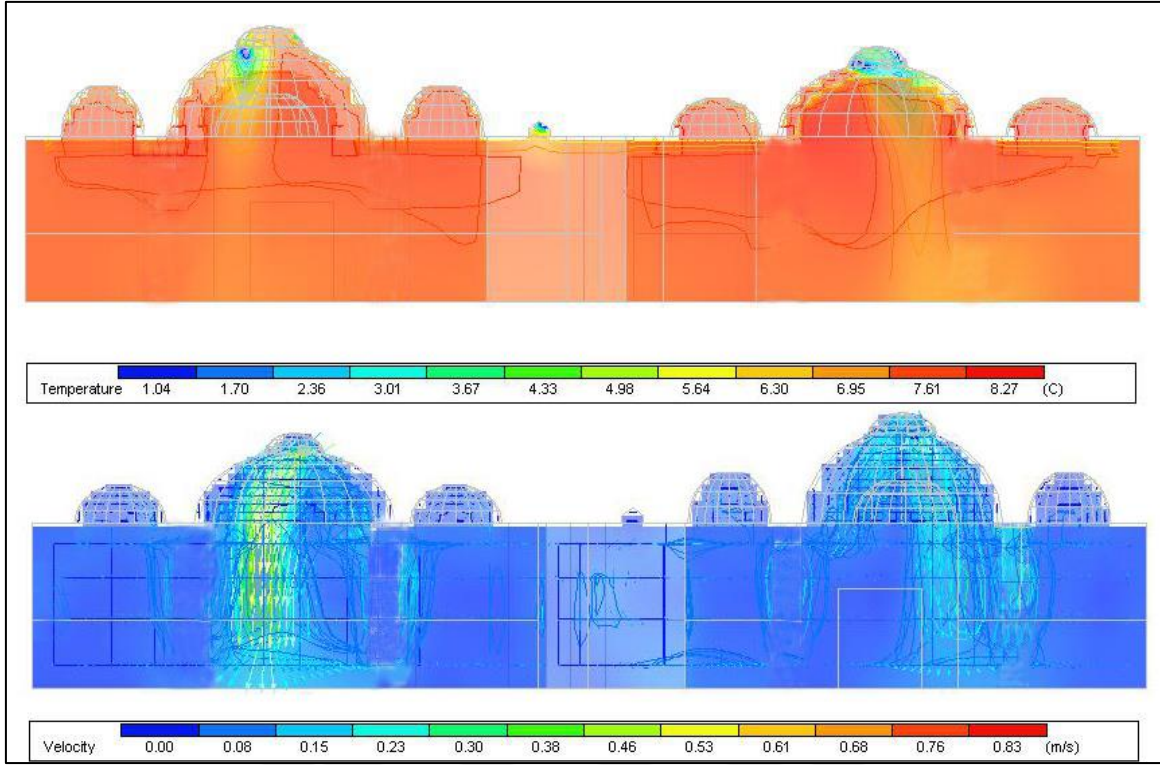


Şekil 4.12. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 1. ve 2 numaralı pencere açıkken

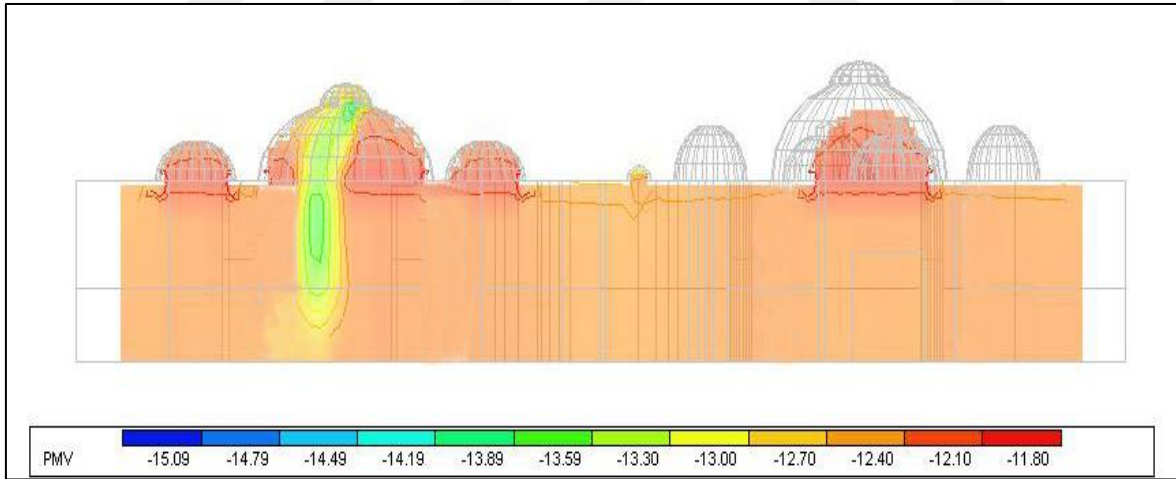


Şekil 4.13. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv) ve ortalama memnuniyetsizlik (ppd), 1. ve 2 numaralı pencere açıkkenαA (1- 2 numaralı açık): 21 aralık

1 ve 2 numaralı pencereler açık olduğunda Aralık ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 7.61\_8.27 °C arasında ve hava hızı ise 0 ve 0.23 m/s arasında değişmektedir (Şekil 4.14). açıklıkların olduğu yerlerde hava sıcaklığı daha düşük hava hızı ise daha yüksektir . PMV, -10.82 ile -9.21 arasında olup havanın çok serin olduğu için memnuniyetsizlik oranı 100% olmuştur.(Şekil 4.15 ve Şekil 4.26)

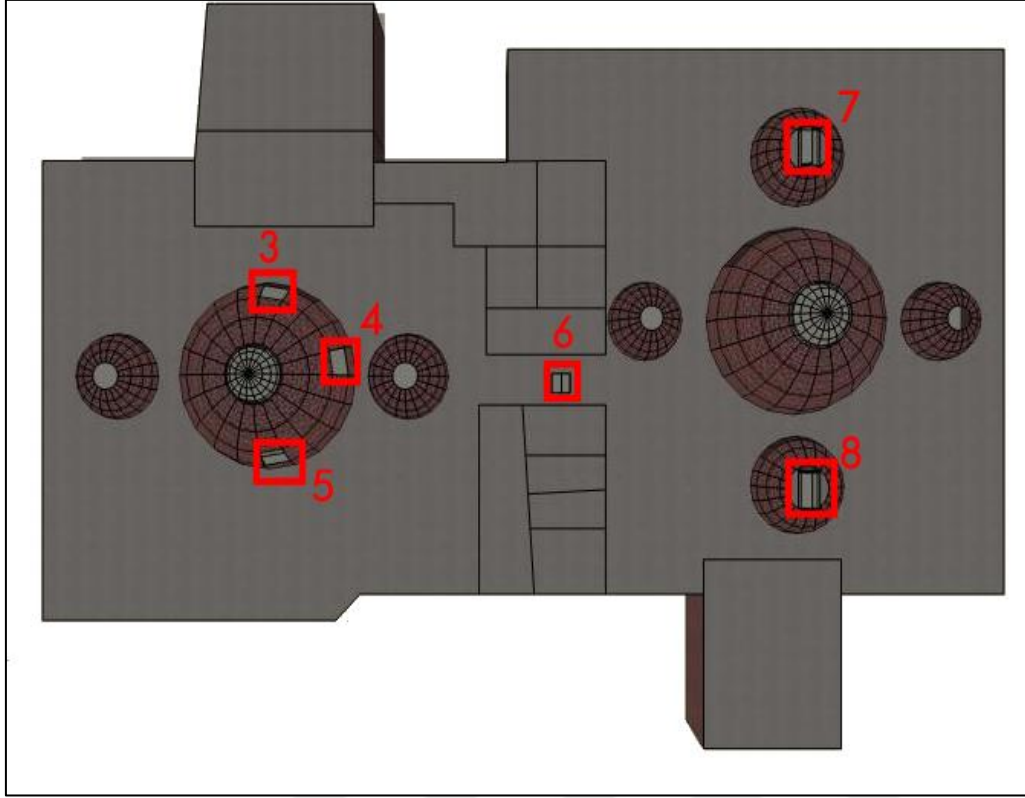


Şekil 4.14. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 1. ve 2 numaralı pencere açıkken

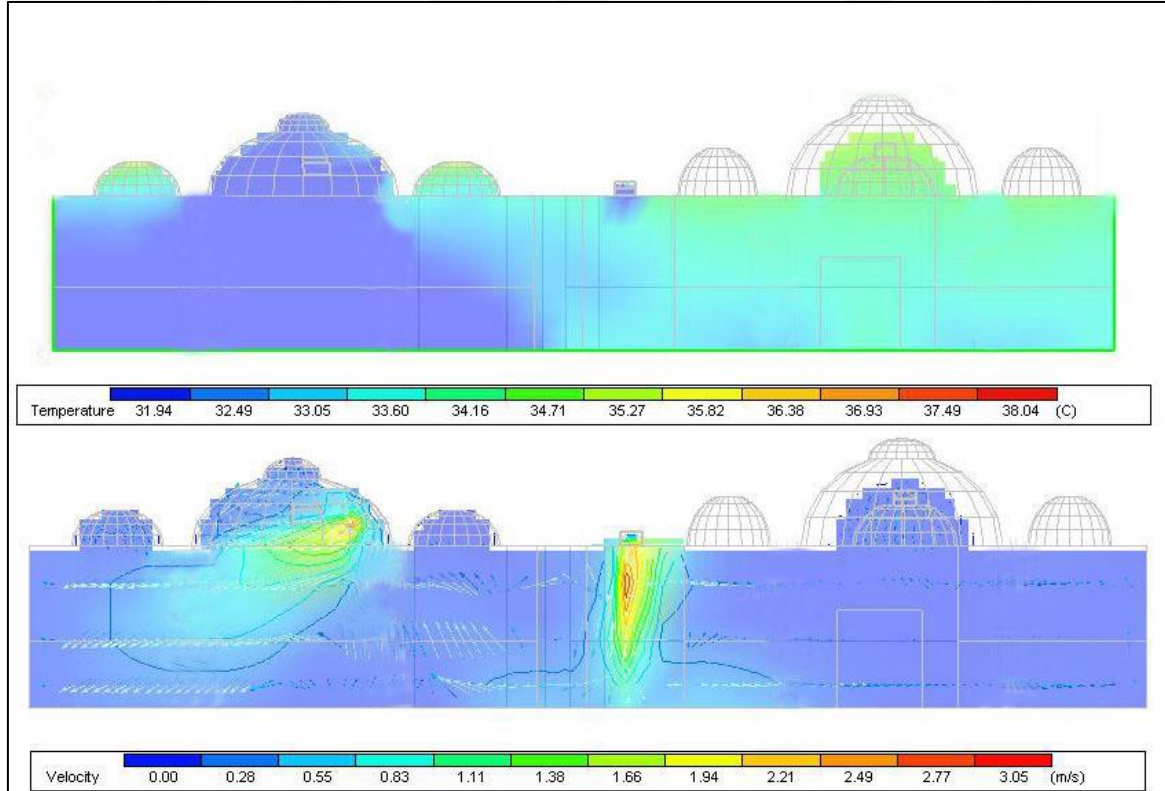


Şekil 4.15. Aralık saat 10.00'da termal konfor (pmv) $\beta$ A (3- 4- 5- 6- 7- 8 numaralı açık): 21 Temmuz

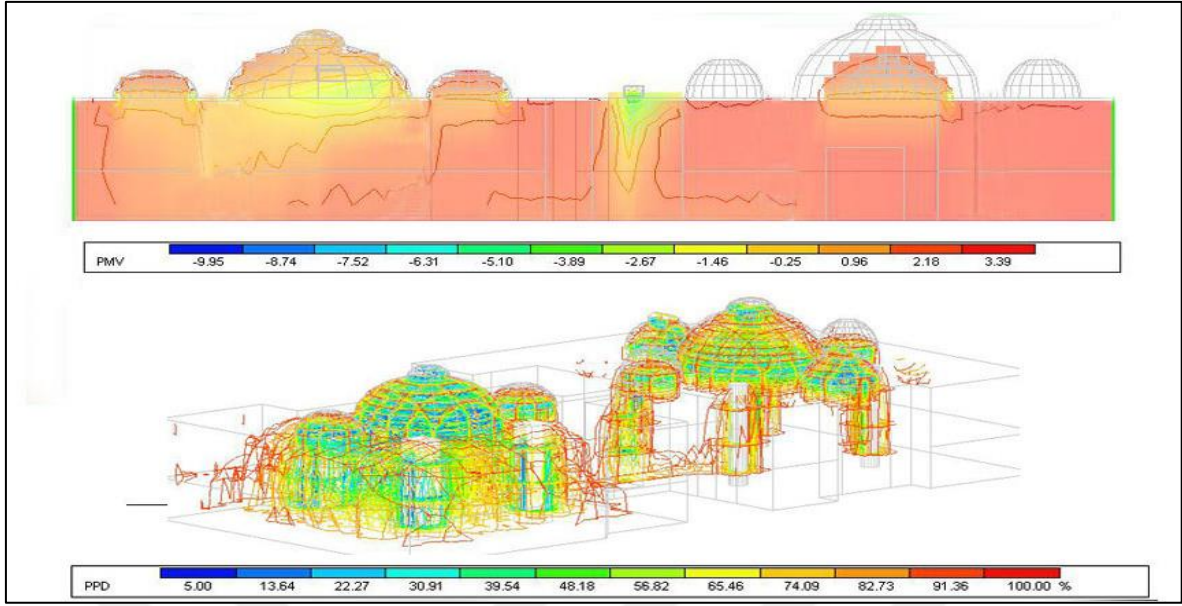
3- 4- 5- 6- 7- 8 numaralı açık olduğu zaman (Şekil 4.16) Temmuz ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 31.94 - 33.05 °C arasında ve hava hızı ise 0-0.55 m/s arasında değişmektedir. ılımlık bölümündeki pencerenin sayısı soyunmalık bölümüne göre daha fazla olduğu için hava akışı ve hızı daha fazla ve sonuç olarak da hava sıcaklığı daha düşüktür (Şekil 4.17). Bu alternatifte PMV değeri 2.18 ile 3.39 arasında olup memnuniyetsizlik oranı ise 91.36 % olarak elde edilmiştir (Şekil 4.18 ).



Şekil 4.16. βA alternatifi pencereler saat 09.00-22.00 arası açılı



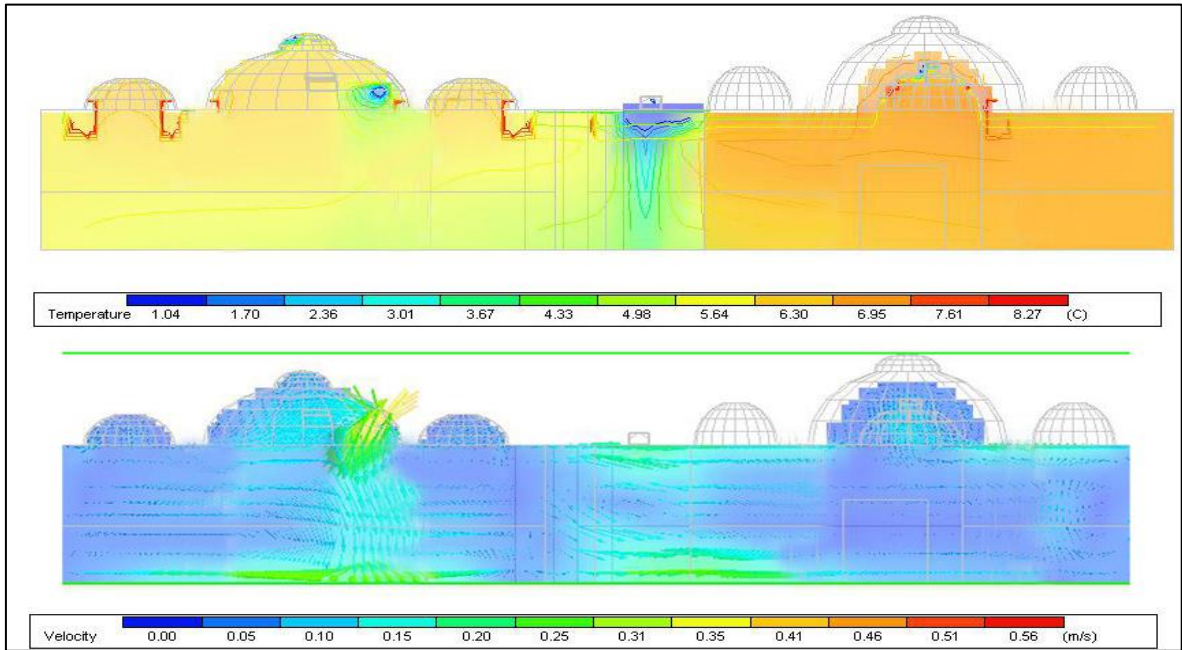
Şekil 4.17. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 3-4-5-6-7-8 numaralı pencere açıkken



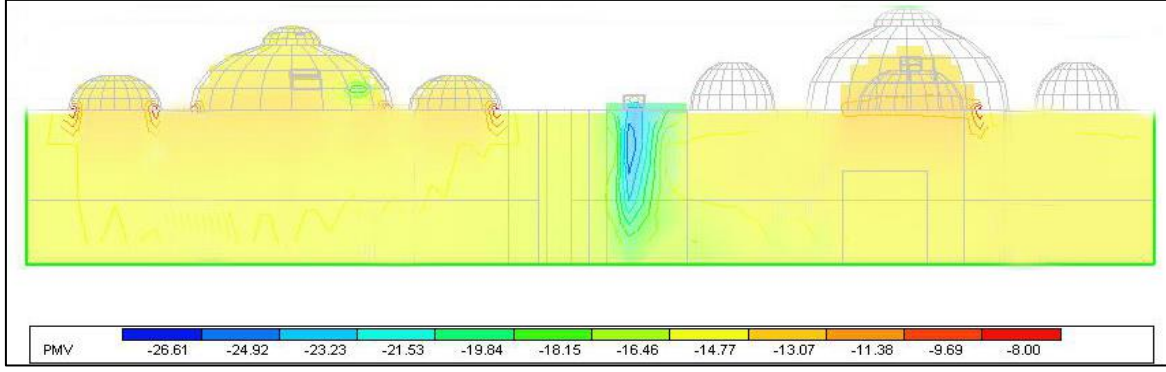
Şekil 4.18. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 3-4-5-6-7-8 numaralı pencere açıkken

#### 4. βA (3- 4- 5- 6- 7- 8 numaralı açık): 21 Aralık

βA alternatifinde Aralık ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 5.64\_6.95 °C arasında ve hava hızı ise 0\_0.31 m/s arasında değişmektedir (Şekil 4.19). PMV miktarı -14.77 ile -13.07 arasında olup memnuniyetsizlik oranı ise 100% olmuştur (Şekil 4.20 ve Şekil 26).



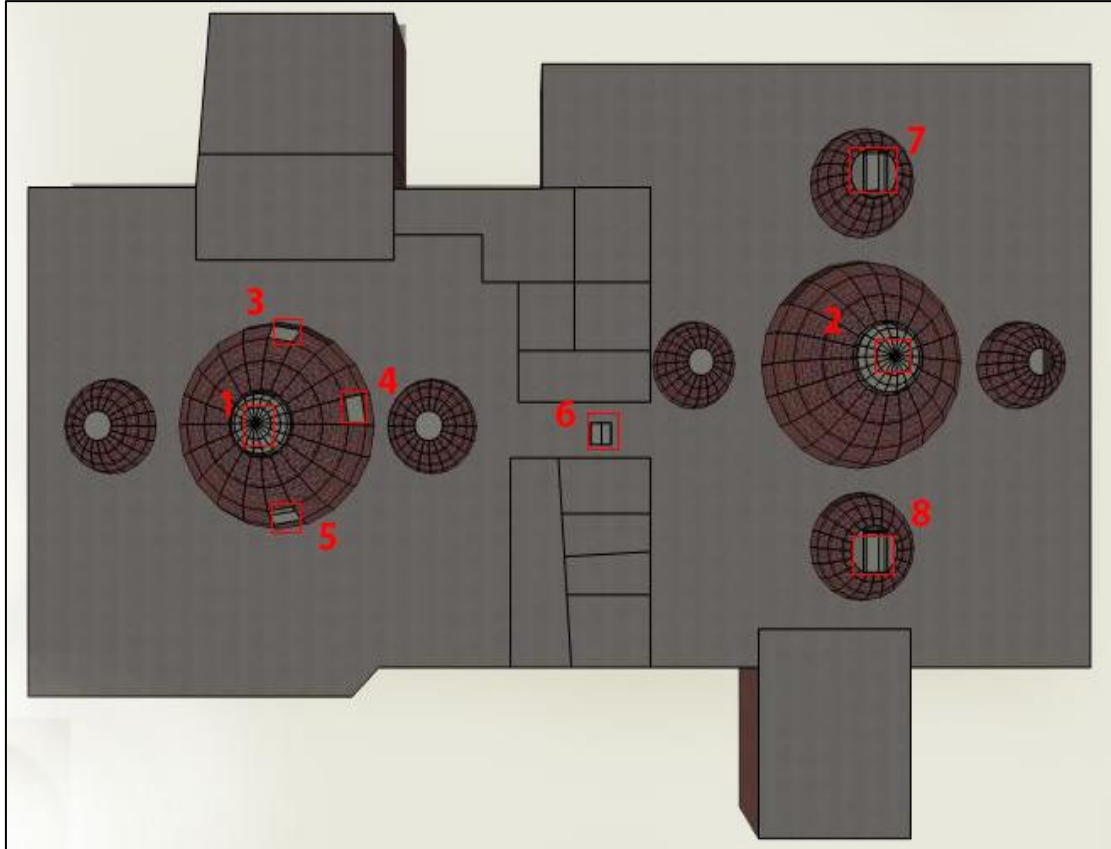
Şekil 4.19. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 3-4-5-6-7 numaralı pencere açıkken



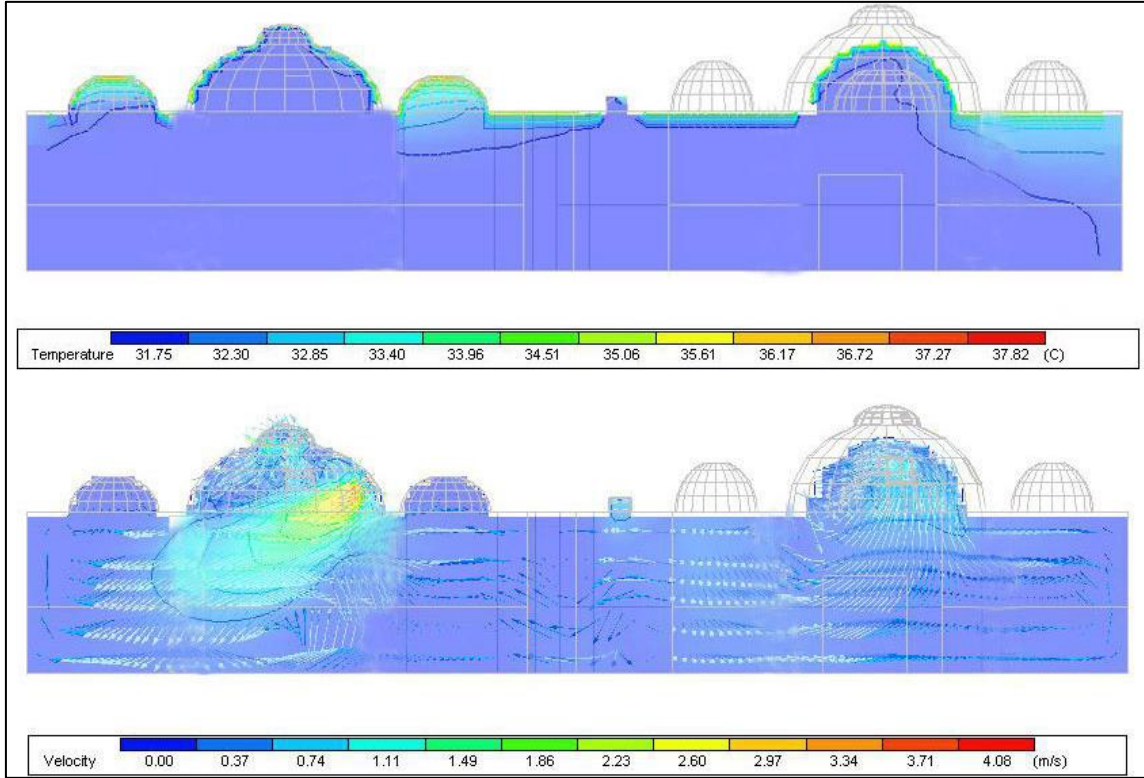
Şekil 4.20. 21 Aralık saat 10.00'da termal konfor(pmv) 3-4-5-6-7 numaralı pencere açıkken

### 5. HA (Hepsi açık): 21 Temmuz

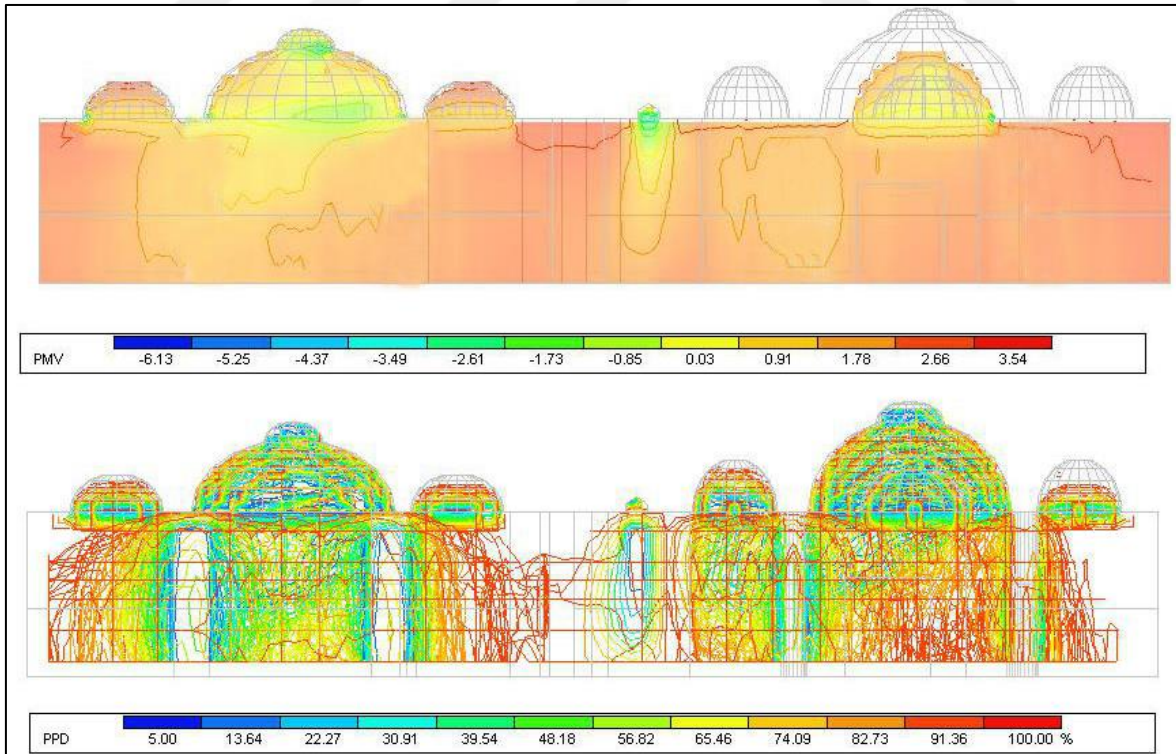
Tüm pencereler açık olduğunda (Şekil 4.21) Temmuz ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 31.75 °C ve hava hızı ise 0 \_ 0.74 m/s arasında değişmektedir. Kubbelerin altındaki mekanlarda hava hızı daha yüksek ve kenarlara yaklaştıkça hava hızı düşmektedir ılımlık ve soyunmalık bölümü arasında çok fazla hava akışı yoktur (Şekil 4.22). Bu alternatifte PMV 1.88 ile 2.7 arasında olup memnuniyetsizlik oranı ise 82.73 % olmuştur (Şekil 4.23).



Şekil 4.21. Tüm pencereler saat 09.00-22.00 arası açık tutulmuştur



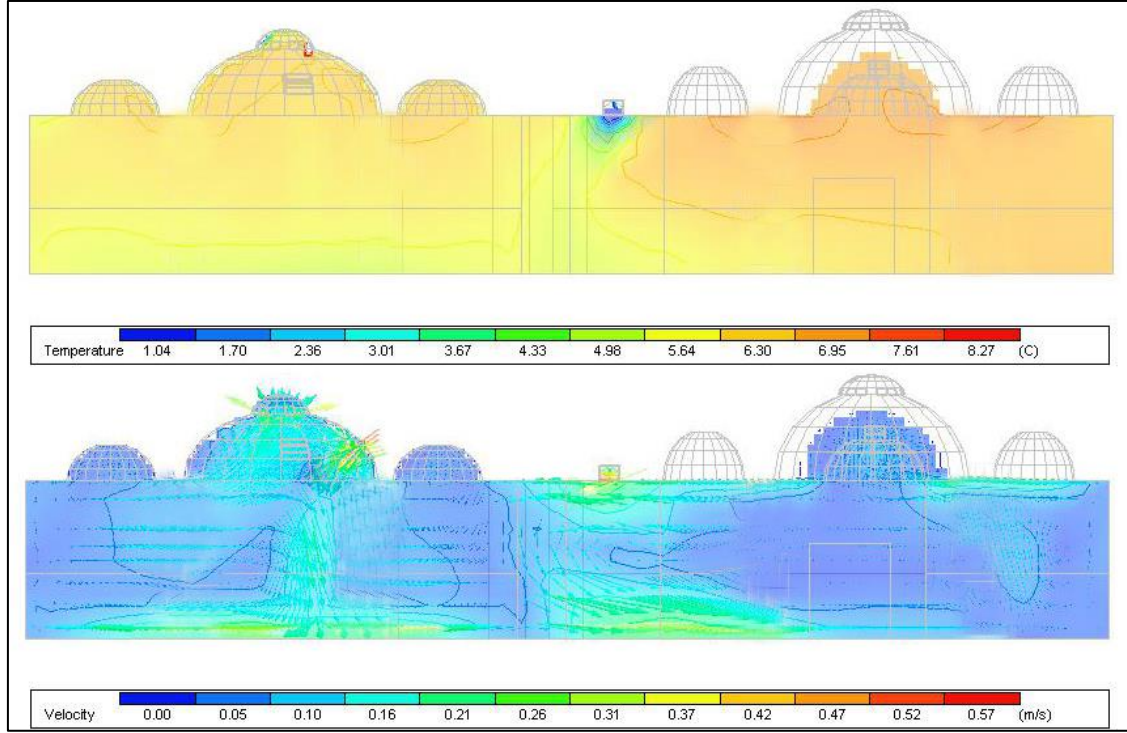
Şekil 4.22. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler açıkken



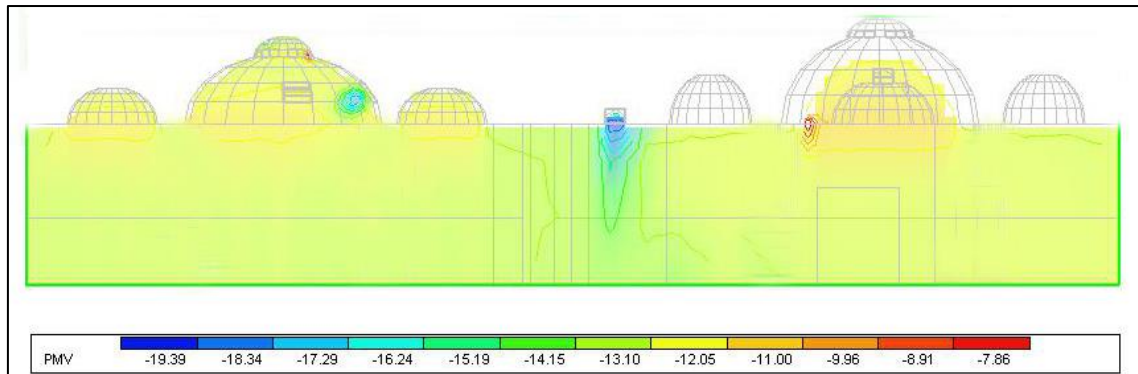
Şekil 4.23. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv) ve ve ortalama memnuniyetsizlik (ppd tüm pencereler açıkken

## 6. HA (hepsi açık): 21 Aralık

Tüm pencereler açık olduğunda Aralık ayında iç mekandaki hava sıcaklığı 5.64 \_ 6.95 °C arasında ve hava hızı ise 0 \_ 0.31 m/s arasında değişmektedir (Şekil 4.24). PMV değeri -15.19 ile -12.05 arasında olup memnuniyetsizlik oranı ise iç mekanın soğuk olduğu için 100% olmuştur (Şekil 4.25 ve Şekil 4.26).

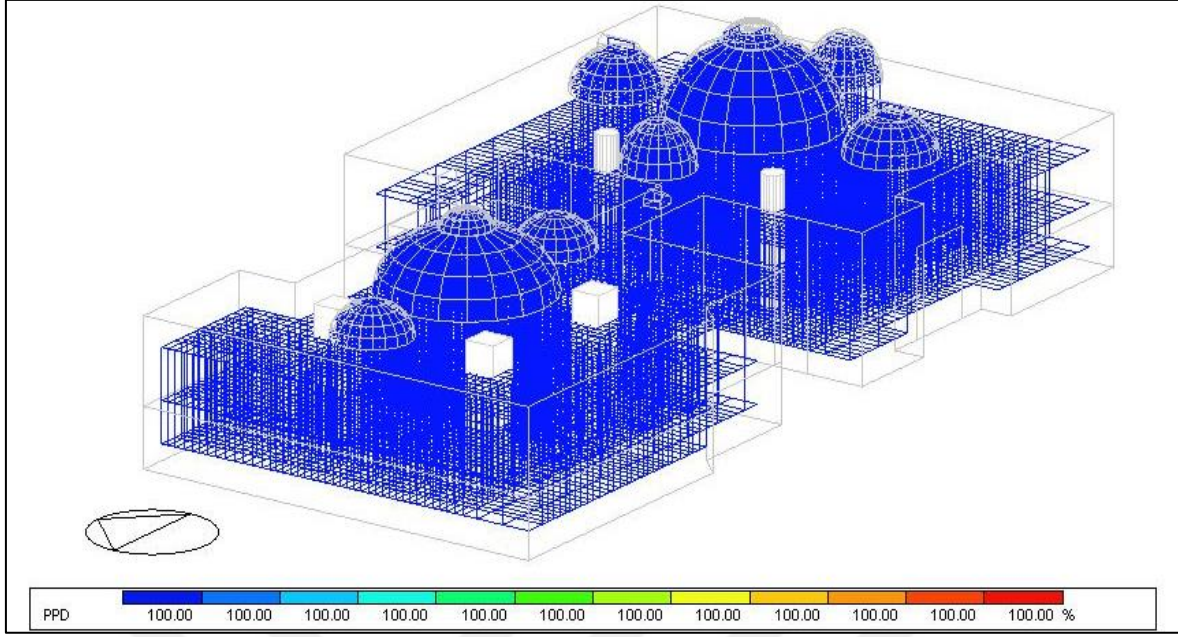


Şekil 4.24. 21 Aralık saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler açıkken



Şekil 4.25. 21 Aralık saat 10.00'da termal konfor(pmv) tüm pencereler açıkken

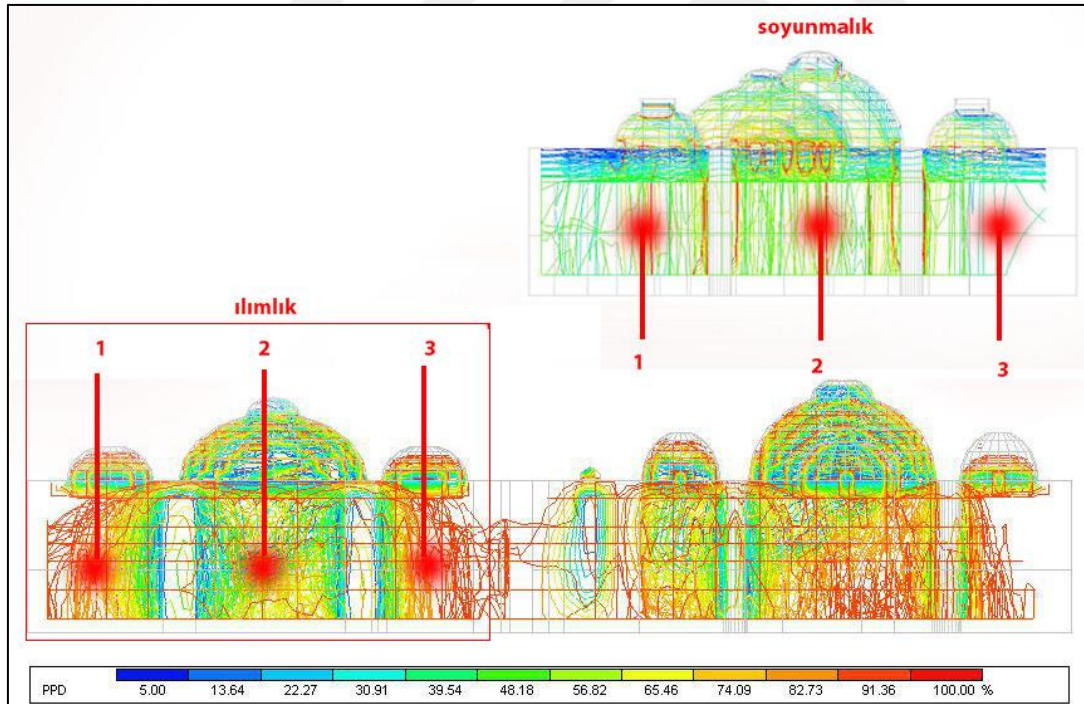
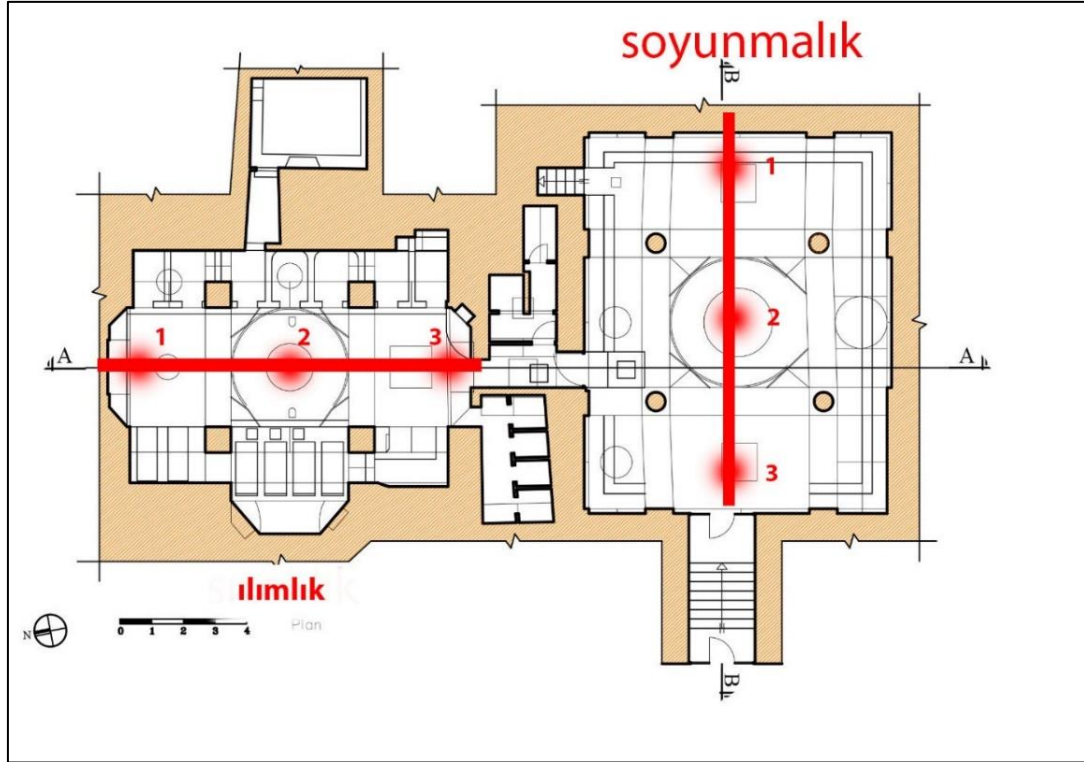
Tüm alternatiflerde Aralık ayında iç mekanın çok soğuk olduğu için her 4 açıklık şeklinde PPD oranı binanın her noktasında 100% olmuştur (Şekil 4.25).



Şekil 4.26. Aralık ayı emnuniyetsizlik oranı her 4 açıklık modelinde

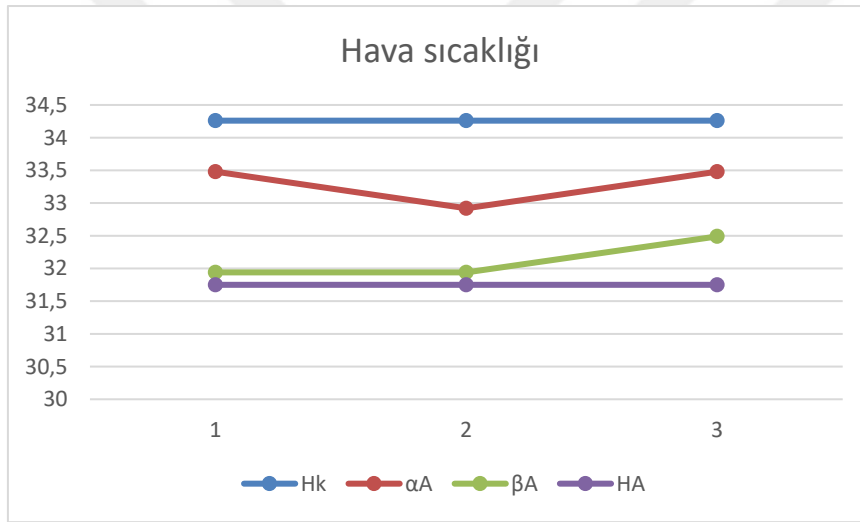
### 4.3. Sonuçların Değerlendirmesi

CFD analizi sonucunda, 1.Hava sıcaklığı 2. Hava hızı 3. PMV ( predicted mean vote)- “Tahmini Ortalama Isıl Duyum” 4. PPD ( predicted percentage of dissatisfied)- “Tahmini Ortalama Memnuniyetsizlik Oranı, miktarları elde edilip sonuçları karşılaştırılmıştır. Analizler Şekil 4.27’de görüleceği üzere ılımlık ve soyunmalık kısmında belirlenen iki kesitte ve 3 farklı noktada değerlendirilmiştir.

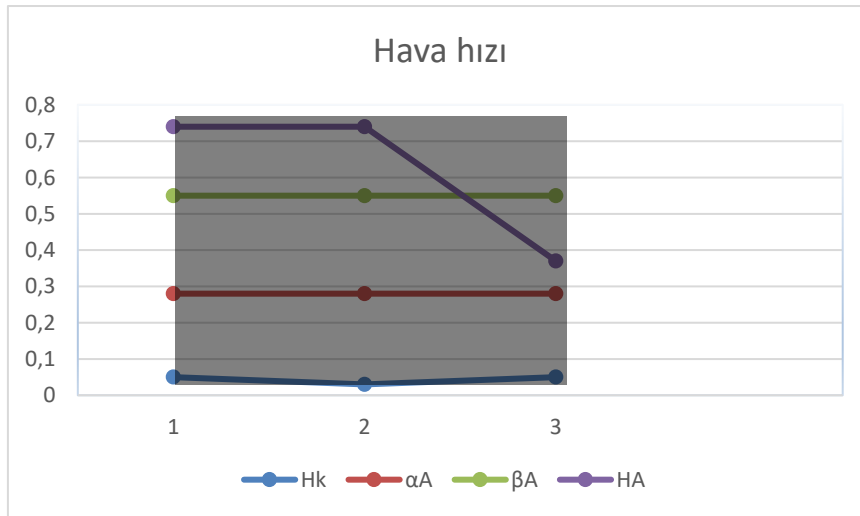


Şekil 4.27. Analizlerin incelendiği kesitler

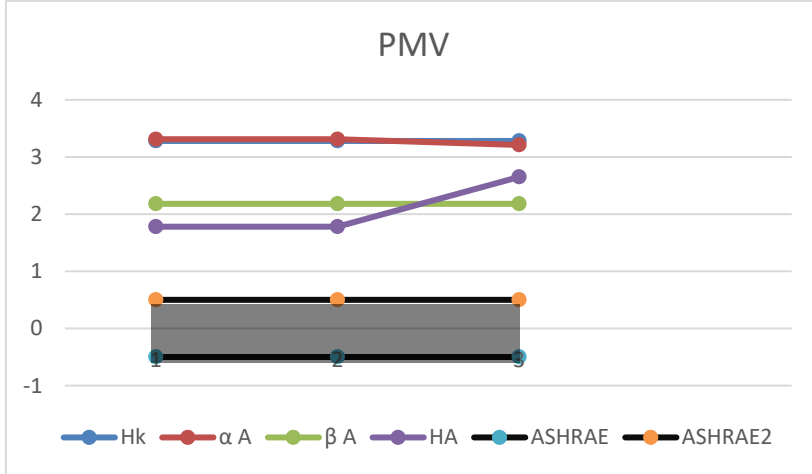
İlamlık bölümünde hava sıcaklığı HK alternatifinde maksimum (34.26 °C) ve HA'da minimum (31.75 °C) değere (Şekil 4.28), hava hızı ise tüm pencereler açıkken maksimum (0.74 m/s) ve tüm açıklıklar kapalıyken en düşük değere (0.05 m/s) sahiptir (Şekil 4.29). PMV değerleride hava sıcaklığı ve hava hızına bağlıdır hava sıcaklığının yüksek ve hava hızının düşük olduğu noktalarda yüksek değer elde edilmiştir (Şekil 4.30). Memnuniyetsizlik oranı HK ve  $\alpha A$  alternatifinde 100%  $\beta A$ 'da 91.36 ve HA alternatifinde ise 82.73% olmuştur (Şekil 4.31). Grafiklerde gördüğümüz gibi sıcaklığın yüksek ve hava hızının düşük olduğu noktalarda PMV miktarı yüksek olmaktadır ve PMV yüksek oldukça memnuniyetsizlik oranı da artmaktadır. PMV grafiğinde Ashrae standartında belirlenen aralıklar diğer alternatifler yanında gösterilmiştir.



Şekil 4.28. Mevcut durumun hava sıcaklığı grafiği (ılamlık)



Şekil 4.29. Mevcut durumun hava hızı grafiği (ılamlık)



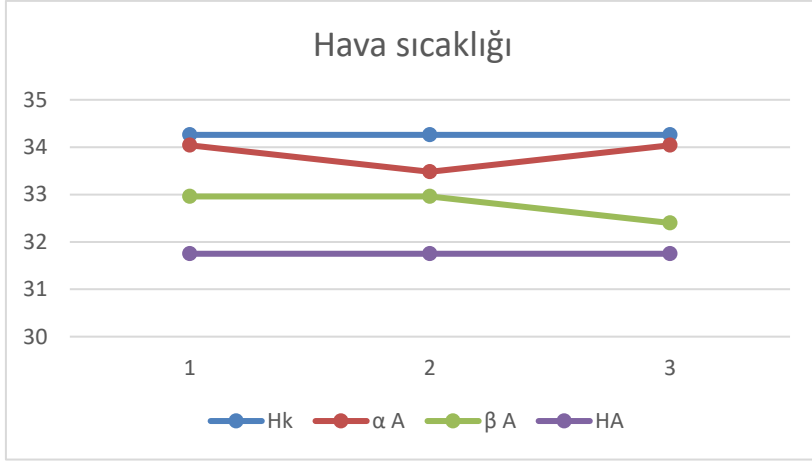
Şekil 4.30. Mevcut durumun PMV grafiği (ılımlık)



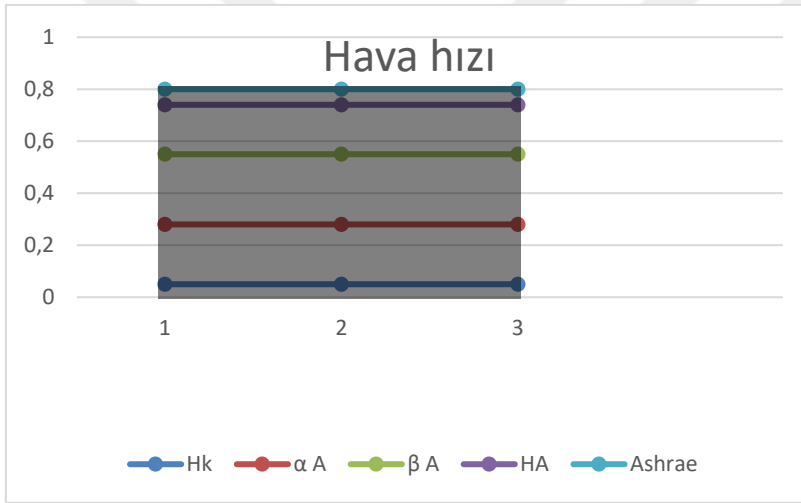
Şekil 4.31. Mevcut durumun PPD grafiği (ılımlık)

#### 4.3.1. Soyunmalık bölümü

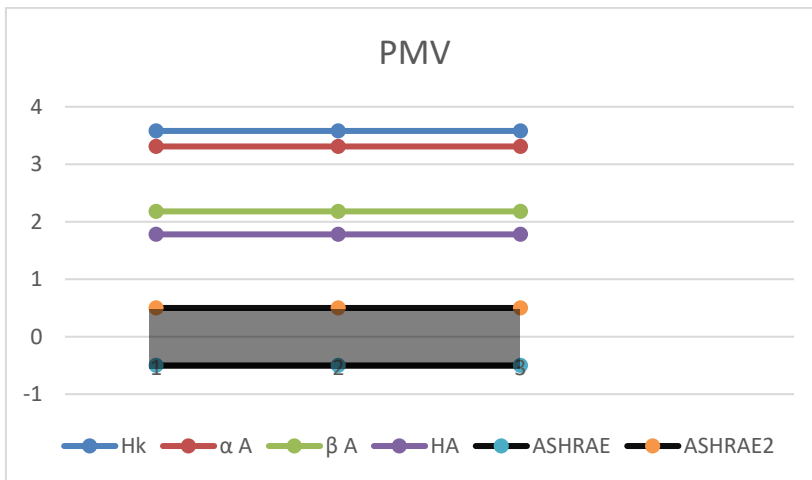
Soyunmalık bölümünü ılımlıkla kıyasladığımızda çok fazla fark görülmemekle birlikte HA en iyi ve HK ise en düşük performanslara sahiplerdir. Soyunmalık kısmında pencereler daha yüksekte olup sayılarının daha az olduğu için hava akışı ılımlık kısmına göre daha azdır ve her 3 noktada sabittir. (Şekil 4.32). Soyunmalıkta hava sıcaklığı HK'da (34.26 °C) maksimum ve HA da minimum (31.75 °C), hava hızı ise ılımlık kısmı gibi HA'da maksimum (0.74 m/s) HK'da ise minimum (0.05 m/s) değerdedir (Şekil 4.33). Hava hızının yüksek olduğu noktalarda PMV değerleri düşük ve hava hızını düşük olduğu noktarda PMV değerini yüksek olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır (şekil 4.34). PPD oranı diğer değerlere bağlı olarak HA'da minimum HK da maksimumdur. İlımlık bölümünde PPD 82.73% iken soyunmalıkta 91.36% olup memnuniyetsizlik oranı artmıştır (Şekil 4.31 ve Şekil 4.35).



Şekil 4.32. Mevcut durumun hava sıcaklığı grafiği (soyunmalık)



Şekil 4.33. Mevcut durumun hava hızı grafiği (soyunmalık)



Şekil 4.34. Mevcut durumun PMV grafiği (soyunmalık)



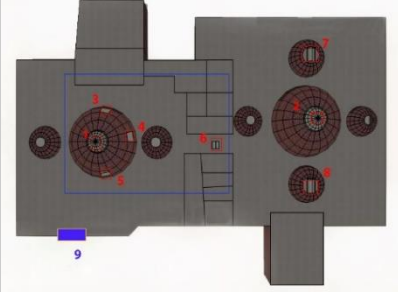
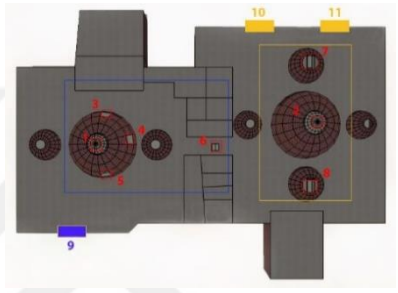
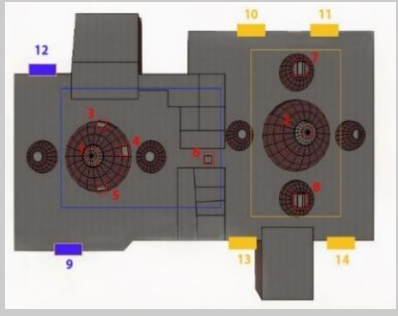
Şekil 4.35. Mevcut durumun PPD grafiği (soyunmalık)

Mevcut durumun 4 farklı açıklık şeklinin analiz sonuçlarını kıyasladığımızda Temmuz ayında pencerelerin hepsi kapalı ve sadece 1 ve 2 numaralı açıkken memnuniyetsizlik oranı 100% ve 3- 4- 5- 6- 7- 8 numaralı pencereler açık olduğu zaman bu oran 91.36% kadar düşmektedir. Analiz sonucuna göre tüm pencereler açık olduğunda memnuniyetsizlik oranı 82.73% olup Temmuz ayında 4 alternatif arasında diğerlerine göre daha iyi sunuca ulaşmaktayız ama Ashrae standartına göre PPD en fazla 20% ve PMV ise -0.5 ile 0.5 aralarında olması gerekmektedir buna istinaden mevcut durumda yılın en sıcak gününde termal konfor sağlanmamaktadır ve doğal havalandırma yetersizdir. Aralık ayında ise her 4 durumda da memnuniyetsizlik oranı 100% olmuştur. Temmuz ayında doğal havalandırmayı iyileştirmek amacıyla binaya 3 farklı alternatif şeklinde duvarlar üzerinde ekstra açıklıklar eklenip tekrar analiz yapılmıştır.

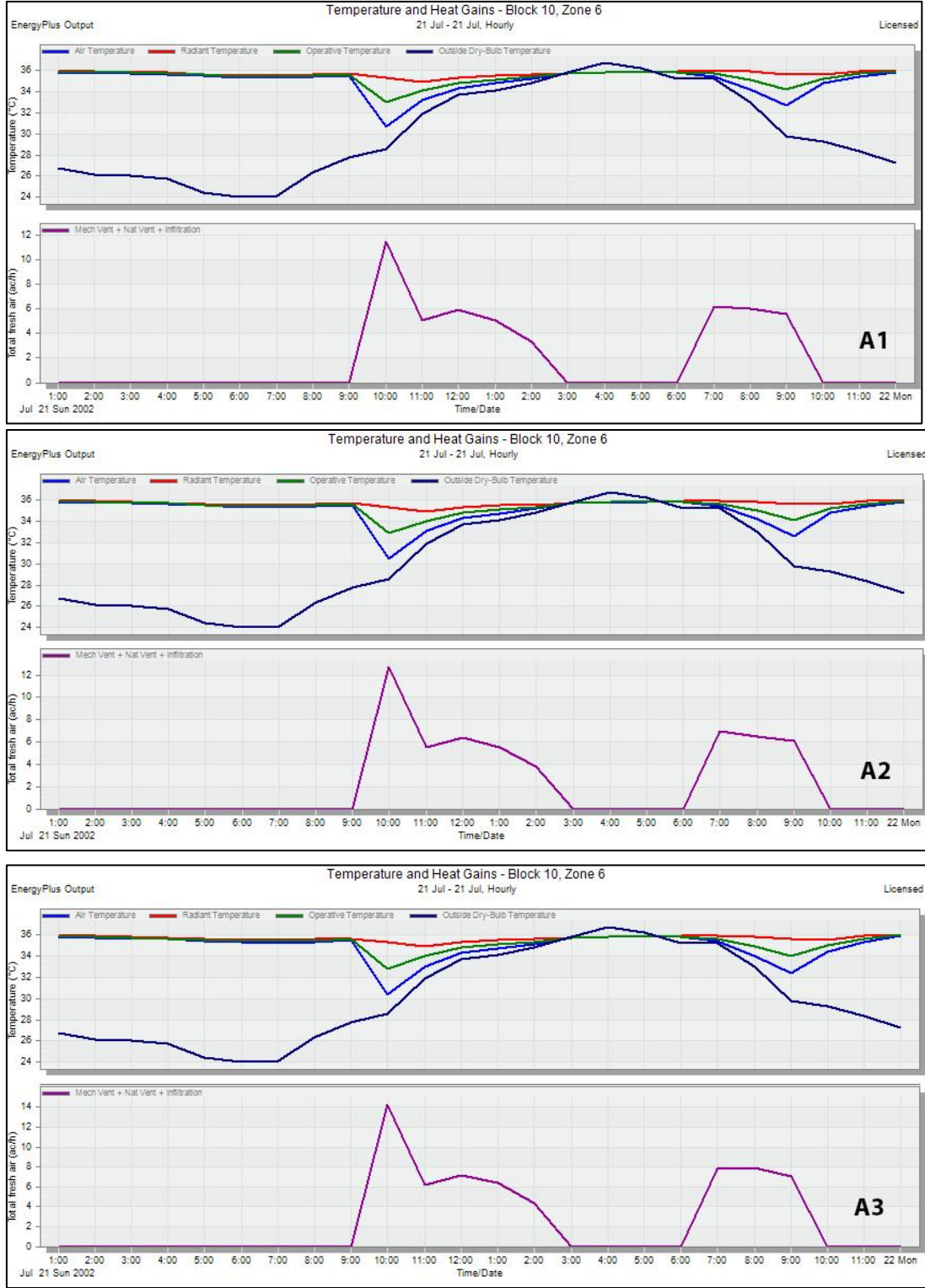
#### 4.4. Doğal Havalandırmayı İyileştirmek Amacıyla Eklenen Alternatif Açıklıklar

Aldığımız analiz sonuçlarına göre en etkili havalandırma pencerelerin hepsi açık olduğu zaman elde edilmiştir ama Ashrae standartına göre termal konfor sağlanmayıp havalandırma yetersiz kalmıştır. Havalandırmayı iyileştirip Ashrae standartına yaklaştırmamız için binaya alternatif açıklıklar ekleyip sadece yılın en sıcak günü (21 Temmuz) için analiz, 3 farklı alternatif olarak tekrarlanmıştır. Alternatifler A1, A2, A3 olarak adlandırılmıştır. Pencerelerin ebatları mevcut pencerelerin ebatına uygun ve duvarlar üzerinde 2.90 m yüksekliğinde ayarlanıp saat 09.00 ve 22.00 arasında açık olarak farz edilmiştir.

Çizelge 4.2. Duvarlar üzerinde eklenen ekstra açıklık

21 Temmuz		
1. Alternatif (A1)	$9 = (1+3+4+5+6)/2$	
1. Alternatif (A2)	$9 = (1+3+4+5+6)/2$ $10+11 = (2+7+8)/2$	
2. Alternatif (A3)	$9+12 = 1+3+4+5+6$ $10+11+13+14 = (2+7+8)$	

Bu 3 alternatifte de mevcut duruma benzer olarak saat 15.00 ve 18.00 arasında doğal havalandırma yapılmamıştır ve maksimum hava değişimi saat 10.00'a aittir. A1'den A3'e kadar açıklıkların sayısı artırıldığı için hava değişimi miktarı da artmıştır (Şekil 4.36).

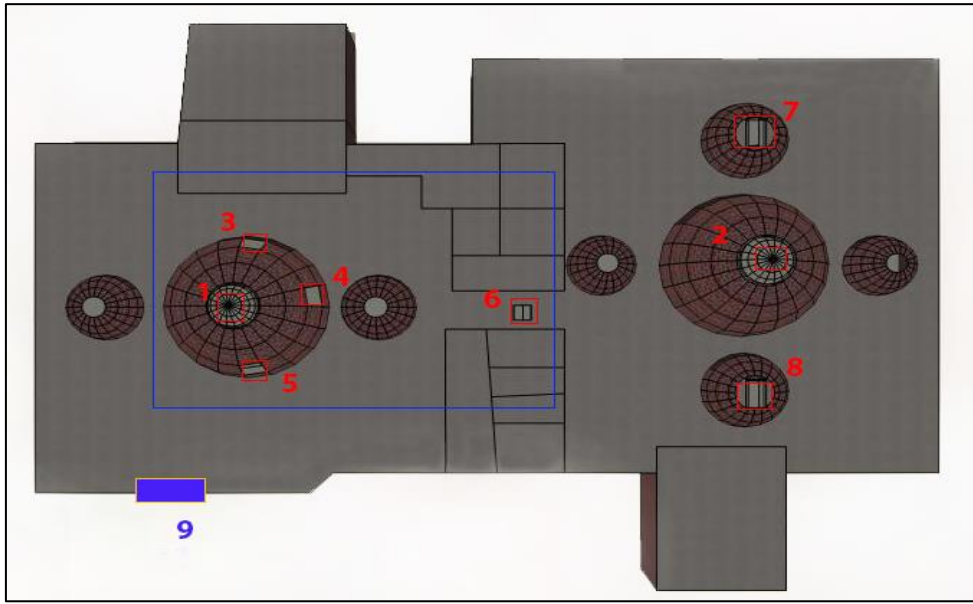


Şekil 4.36. Temmuz ayında doğal havalandırma 4 farklı alternatifte

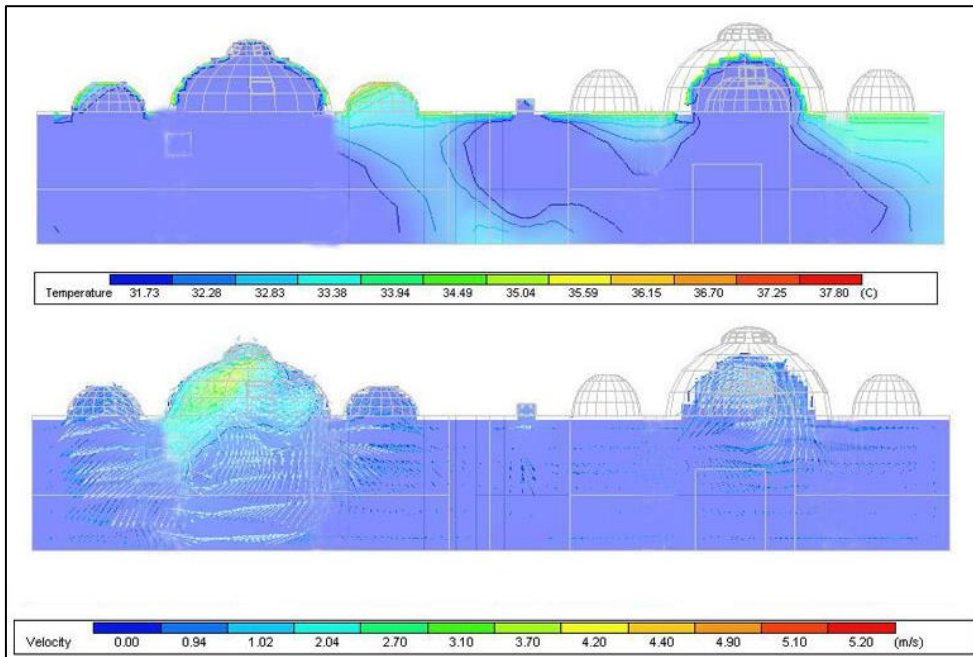
#### 4.4.1. Alternatif: (A1)

Hamanın ılımlık bölümünde 9 numaralı alternatif pencere eklenmiştir (Şekil 4.37). Alanı ise sıcaklık kısmındaki pencerelerin toplam alanının yarısıyla eşittir. Bu alternatifte hava

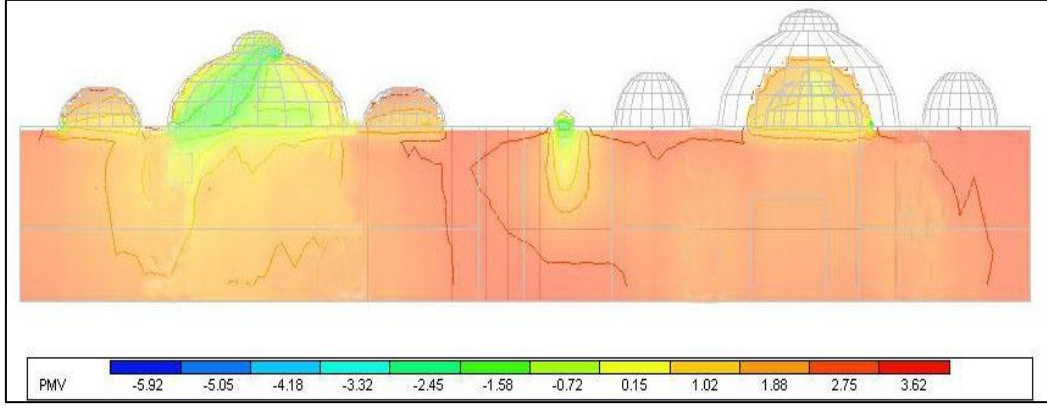
sıcaklığı HA ile kıyasladığımızda çok fazla fark göstermemiştir ancak hava hızı ciddi anlamda (yaklaşık 37%) yükselmiştir Hava hızı HA'da 0-0.74 arasında iken A1'de 1.02-2.04 e kadar yükselmiştir. A1'de soyunmalık ve ılımlık arasındaki hava akışı kesilmiştir (Şekil 4.38). Hava hızı arttığına göre PMV miktarı 1.08'e kadar düşmüştür (Şekil 4.39). PMV miktarına bağlı olarak da HA'ya göre kullanıcılar tarafından daha serin algılayıp PPD oranı da pencerenin eklendiği kısımda 65%'e kadar düşmüştür (Şekil 4.40).



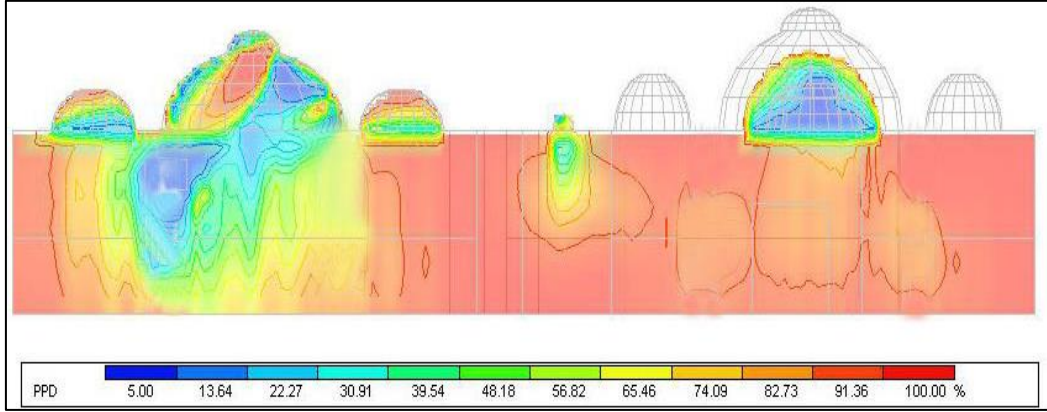
Şekil 4.37. Mevcut pencerelere ve eklediğimiz A1 pencere açık



Şekil 4.38. Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A1



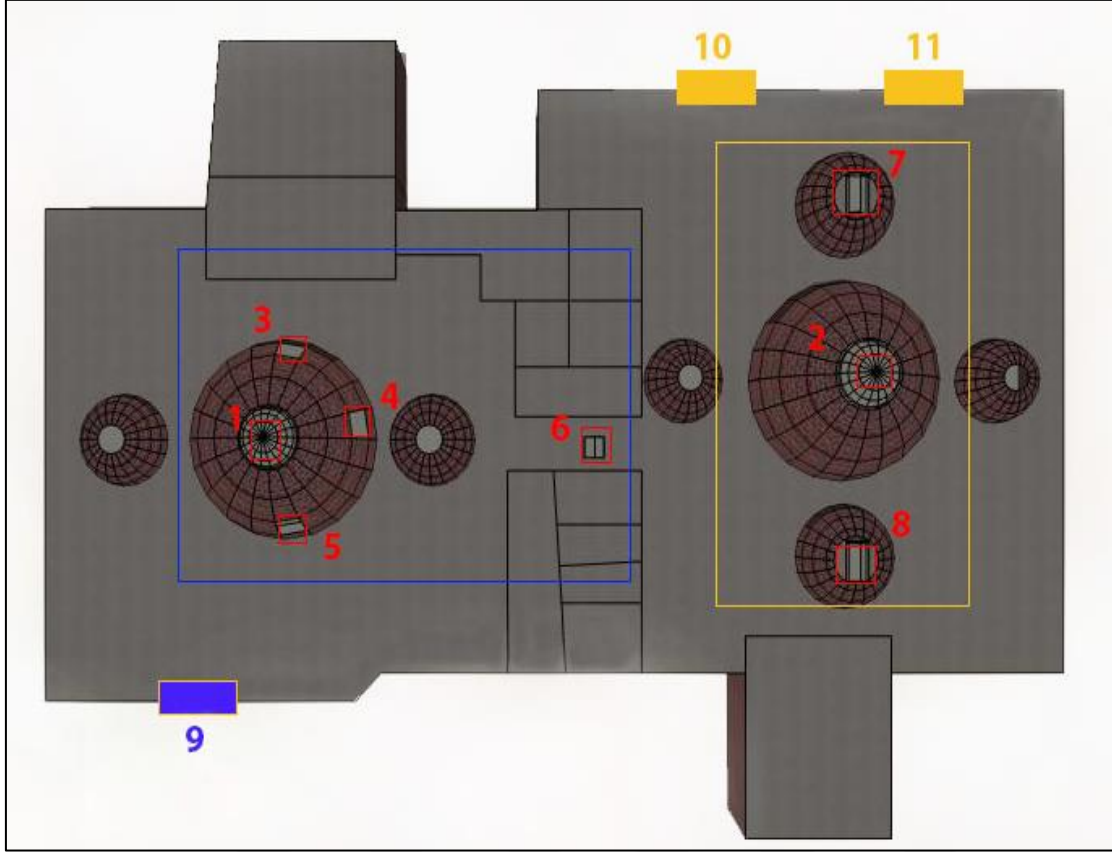
Şekil 4.39. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv), A1



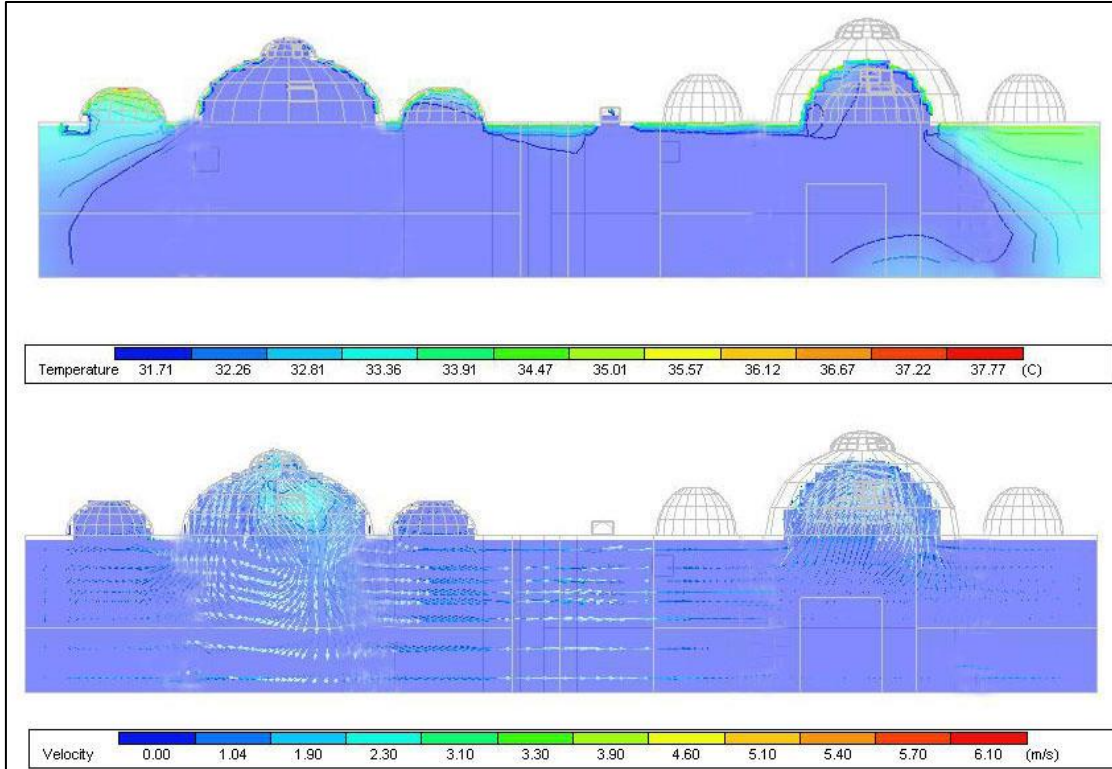
Şekil 4.40. Temmuz saat 10.00'da ortalama memnuniyetsizlik oranı (ppd) A1

#### 4.4.2. Alternatif: (A2)

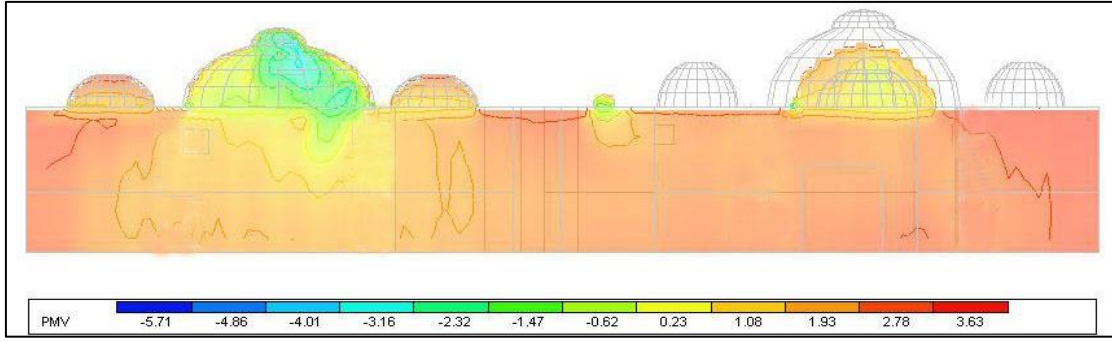
Hamamın ılımlık bölümüne 9 numaralı soyunmalık kısmına ise 10 ve 11 numaralı alternatif pencereler eklenmiştir. 9 numaralı pencerenin ılımlık kısmındaki bütün pencerelerin toplam alanının yarısıyla eşittir. 10 ve 11 numaralı pencerelerin alanı ise soyunmalık bölümündeki toplam pencerelerin yarısıyla eşittir ( Şekil 4.41). A1'de olduğu gibi A2 de de hava sıcaklığı değişmemiştir pencerelerin sayısını artırdıkça hava hızı artıp ve mekanın insanlar tarafından daha serin algıladıkları sağlanmıştır. Her iki bölümde de duvarlar üzerinde ekstra açıklıklar eklendiği için iki bölüm arasında hava akışı sağlanmıştır (Şekil 4.42). PMV miktarı A1 alternatifine göre fazla düşmemiştir (Şekil 4.43). A1'de PPD oranı sadece açıklığın olduğu noktada 65% iken A2'de hava akışı daha iyi olduğu için sadece açıklığı eklediğimiz noktada değil diğer kısımlarda da 65% olmuştur (Şekil 4.44).



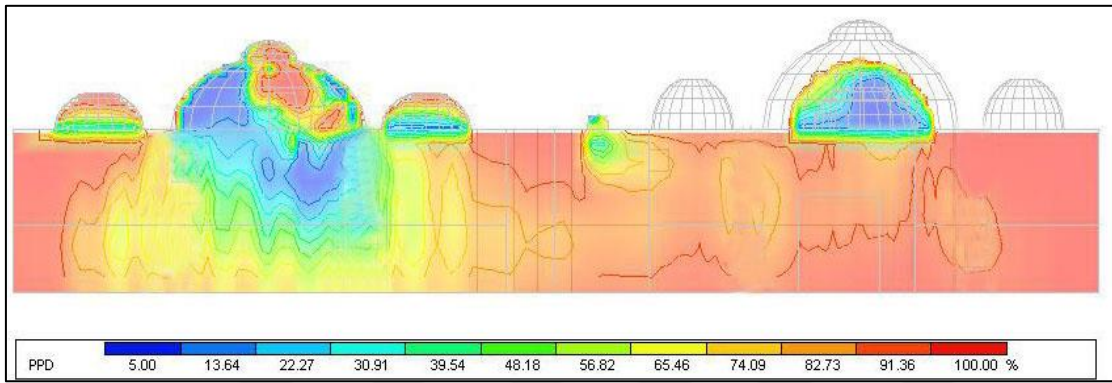
Şekil 4.41. Mevcut pencereler ve eklediğimiz 9, 10, 11 pencereler açık



Şekil 4.42. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A2



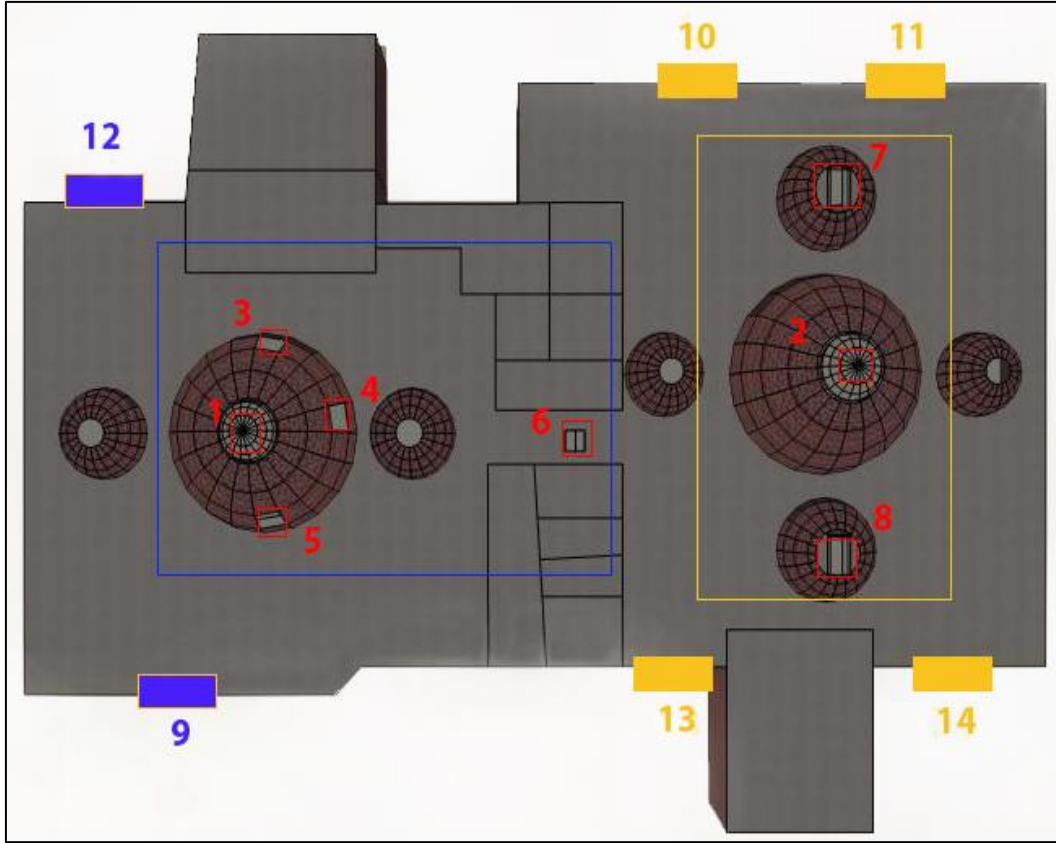
Şekil 4.43. 21 Temmuz saat 10.00’da termal konfor(pmv), A2



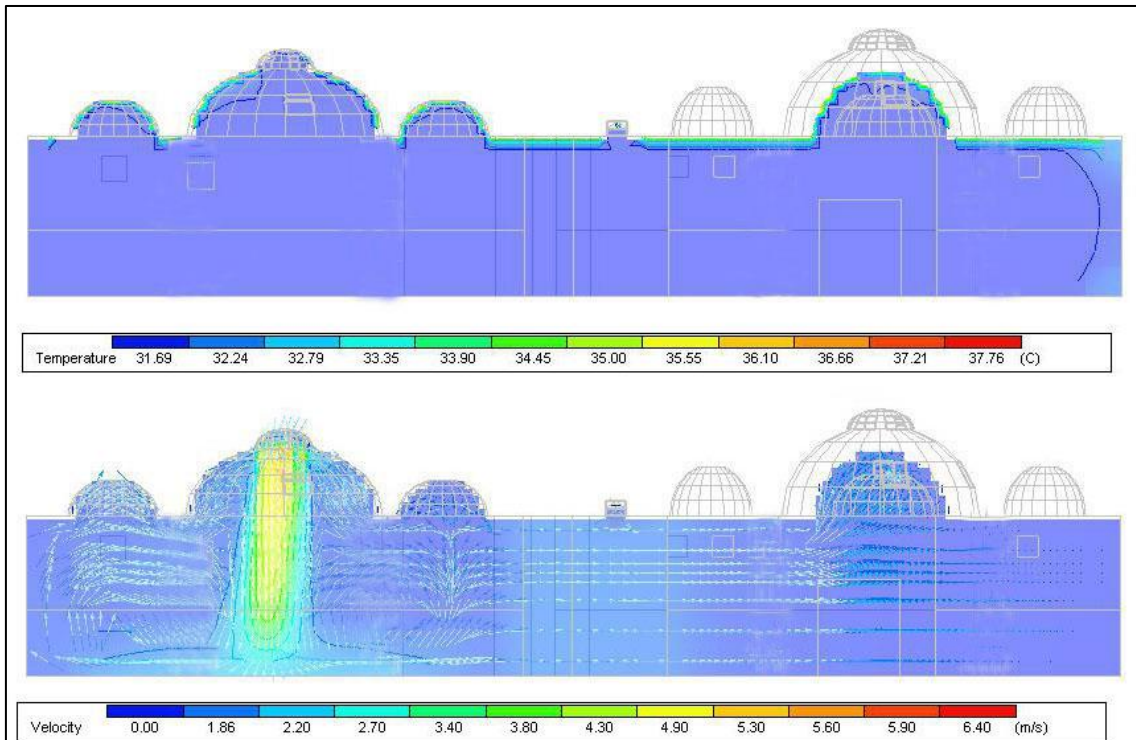
Şekil 4.44. 21 Temmuz saat 10.00’da ortalama memnuniyetsizlik oranı (ppd) A2

#### 4.4.3. Alternatif: (A3)

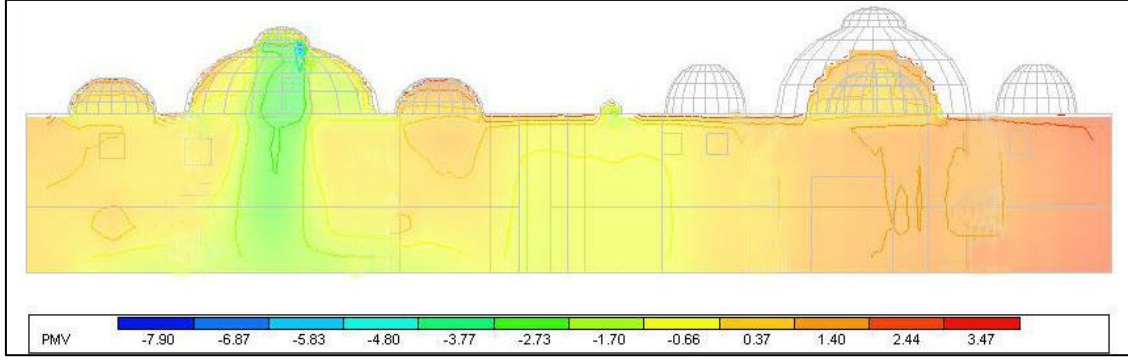
Hamamın ılımlık kısmına 9 ve 12 numaralı, soyunmalık kısmına ise 10, 11, 13, 14 numaralı alternatif pencereler eklenmiştir. 9 ve 12 numaralı pencerelerin toplam alanı ılımlık kısımdaki pencerelerin toplam alanıyla eşittir. 10,11,13,14 numaralı pencerelerin alanı ise soyunmalık kısmındaki tüm pencerelerin toplam alanıyla eşittir (Şekil 4.45). Şekil 4.44’te görüleceği üzere hava sıcaklığı binanın her noktasında eşittir ve diğer alternatiflerden fazla farkı yoktur. Bu alternatifte de A2 alternatife benzer durum vardır açıklıkların sayısı artıp karşılıklı olduğu için hava akışı ve hava hızı iki bölüm arasında artış göstermiştir (Şekil 4.46). PMV değeri binanın bazı noktalarında Ashrae standartında belirlenen aralıklarda olup bazı kısımlarda ise istenilen değerlerden daha düşük olmuştur (Şekil 4.47). ılımlık kısmında kubbenin altında baca etkisi yarandığı için hava hızı çok yüksek olup PMV standartta belirlenen miktarın altında elde edilmiştir dolayısıyla kullanıcılara rahatsızlık hissi vermiştir bu yüzden de memnuniyetsizlik oranı aynı kısımda A1 ve A2 alternatiflerinde 65% iken A3’te 82%’e kadar yükselmiştir. Binanın sadece bazı noktalarında memnuniyetsizlik standartta belirlenen miktarın arasında olup termal konfor sağlanmıştır (Şekil 4.48).



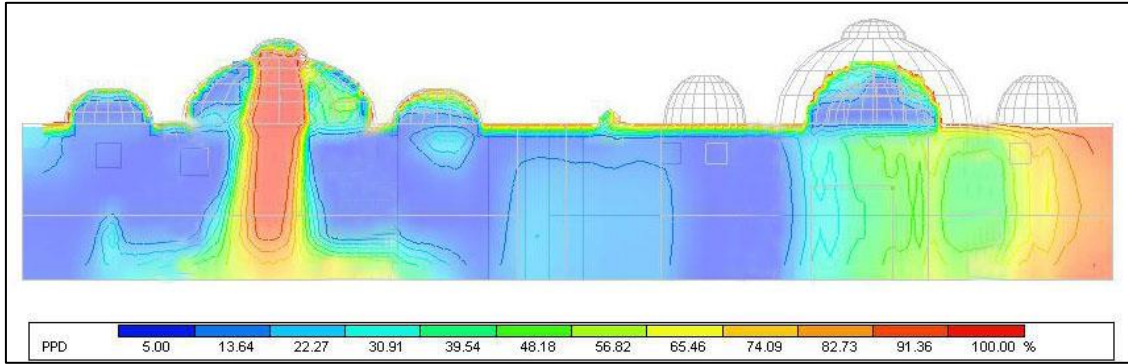
Şekil 4.45. Mevcut pencerelerle ve eklediğimiz 9, 10, 11, 12, 13, 14 pencereler açık



Şekil 4.46. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A3



Şekil 4.47. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor(pmv), A3



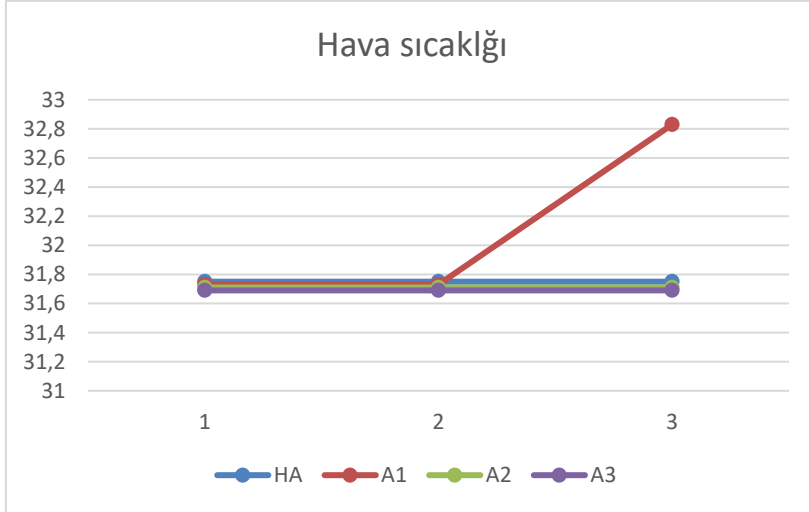
Şekil 4.48. 21 Temmuz saat 10.00'da ortalama memnuniyetsizlik oranı (ppd) A3

#### 4.5. Eklenen Açıklıkların Değerlendirmesi

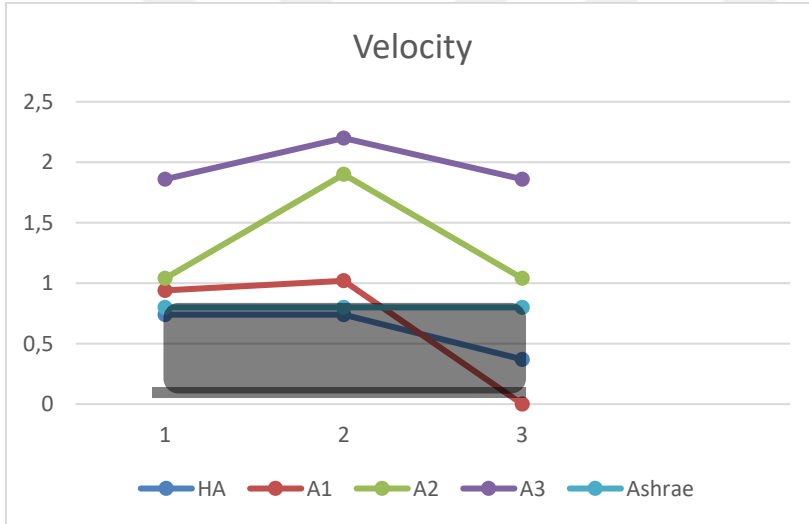
3 farklı alternatifin elde edilen sonuçları şekil 4.26'da görüldüğü üzere ılımlık ve soyunmalık bölümleri için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

##### 4.5.1. Ilımlık bölümü

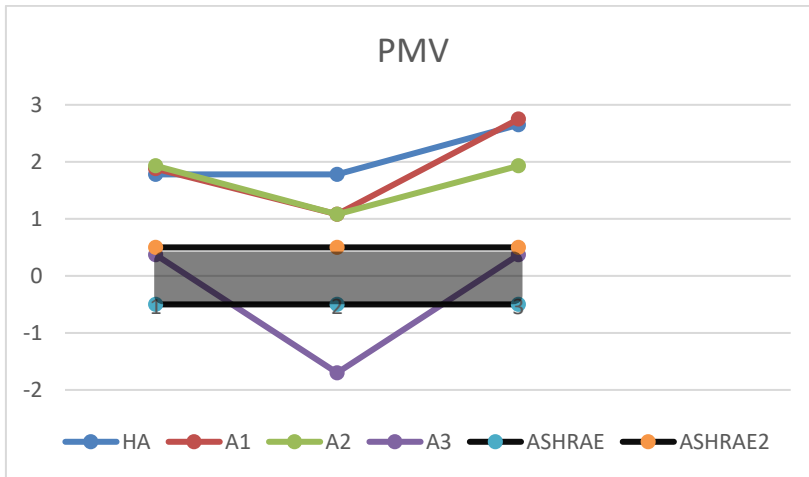
Ilımlık kısmında hava sıcaklığı HA, A2 ve A3'te her üç noktada da eşittir. A1 alternatifin 3. noktasında hava sıcaklığı daha yüksektir. A1 alternatifinde soyunmalık kısmına ekstara açıklık eklenmediği için hava akışı 2 bölüm arasında gerçekleşmemiştir bu sebepten dolayı bu alternatifte 3. Noktada hava sıcaklığı diğer alternatiflere göre daha yüksek ve hava hızı daha düşüktür (şekil 4.49ve şekil 4.50). Açıklıkların sayısı arttıkça hava hızı yükselmekte olup hava sıcaklığında fazla değişiklik göstermemiştir. PMV hava akışı arttıkça düşmektedir (Şekil 4.51) ve buna bağlı olarak memnuniyetsizlik oranı da azalmaktadır (şekil 4.52).4 alternatifi kıyasladığımızda A3 en iyi ve HA en zayıf performansı göstermektedirler.



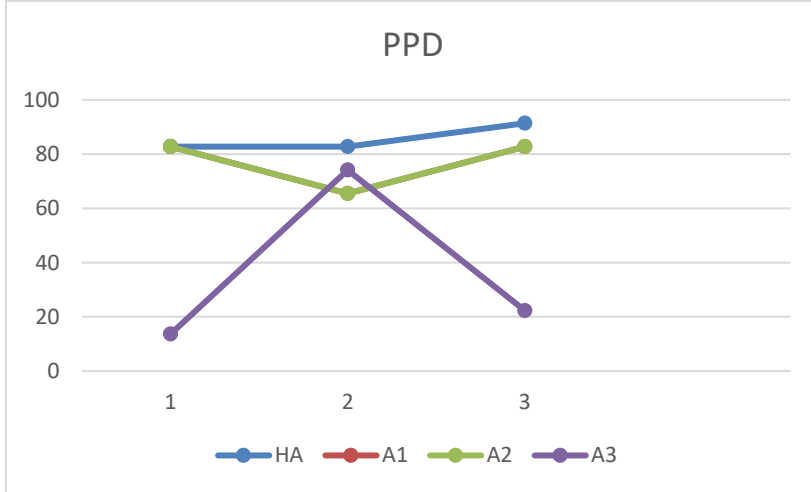
Şekil 4.49. 3 farklı alternatifin hava sıcaklığı grafiği (ılımlık)



Şekil 4.50. 3 farklı alternatifin hava hızı grafiği(ılımlık)



Şekil 4.51. 3 farklı alternatifin PMV grafiği (ılımlık)



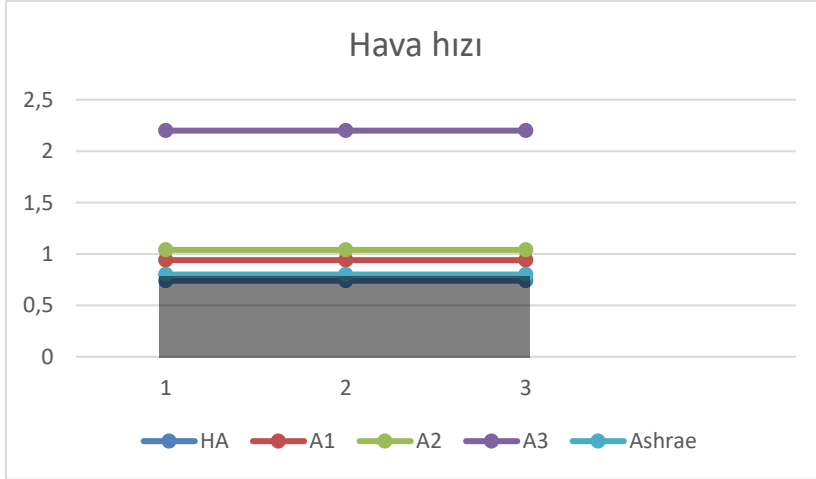
Şekil 4.52. 3 farklı alternatifin PPD grafiği (ılımlık)

#### 4.5.2. Soyunmalık bölümü

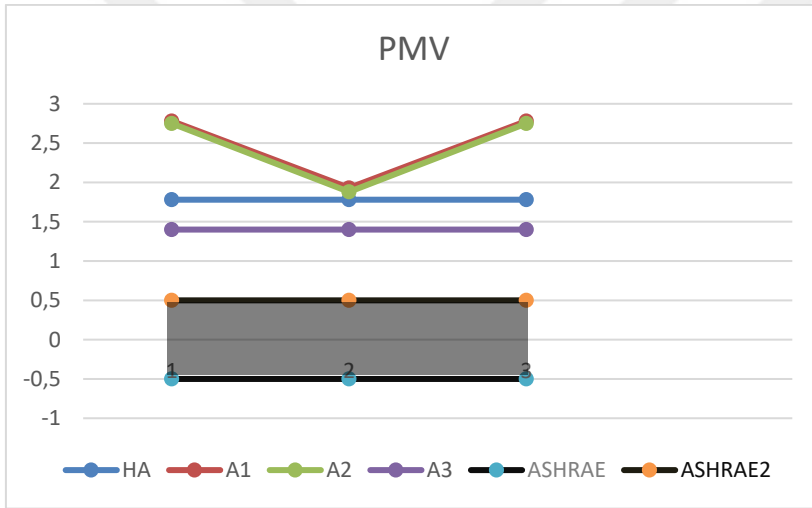
Soyunmalık kısmında da ılımlığa benzer durum vardır. Hava sıcaklığı A3 alternatifinde minimum, A1 ve A2’de ise 1 ve 3. noktalarda hava akışı fazla olmadığı için 2. Noktaya göre maksimum değerdedir (Şekil 53 ). Hava hızı A3 grafiğinde karşılıklı açıklıklar eklendiği için her 3 noktada eşit ve en yüksek değere sahiptir (Şeki 54). A3 alternatifinde diğerlerine göre hava akışı daha iyi olduğu için PMV miktarı minimum değerdedir dolayısıyla memnuniyetsizlik oranı 91.36’dan 58.82’e kadar düşmüştür(Şekil 55ve Şekil 56)



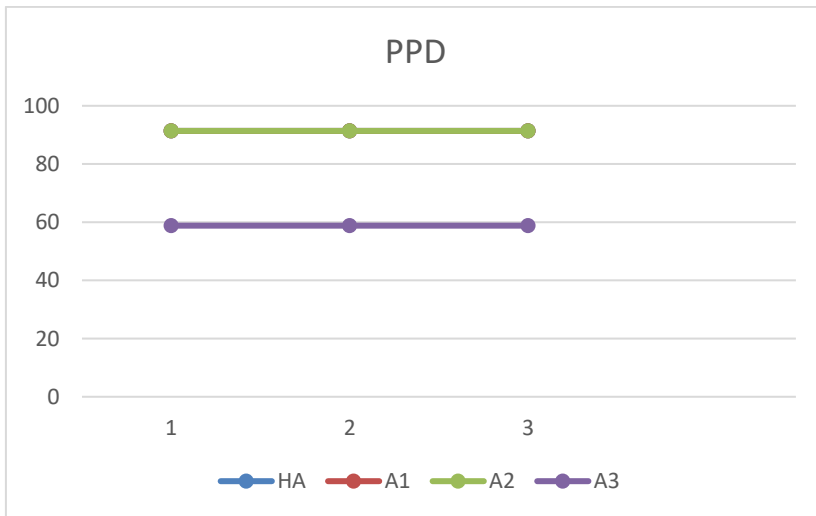
Şekil 4.53. 3 farklı alternatifin hava sıcaklığı grafiği (soyunmalık)



Şekil 4.54. 3 farklı alternatifin hava hızı grafiği (soyunmalık)



Şekil 4.55. 3 farklı alternatifin PMV grafiği (soyunmalık)

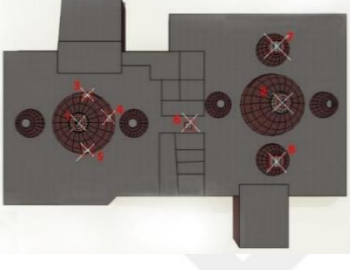
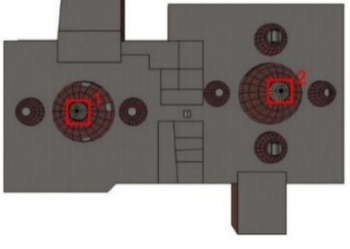
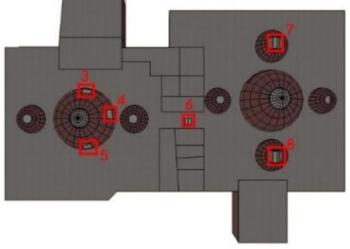
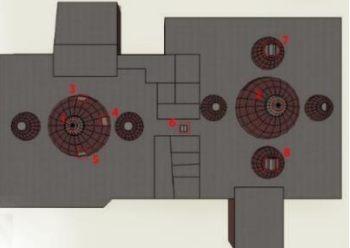


Şekil 4.56. 3 farklı alternatifin PPD grafiği (soyunmalık)

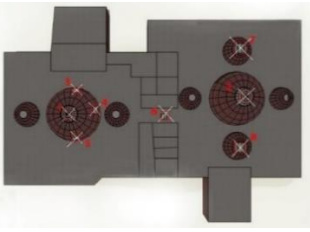
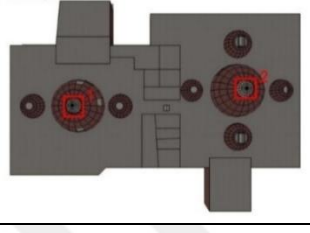
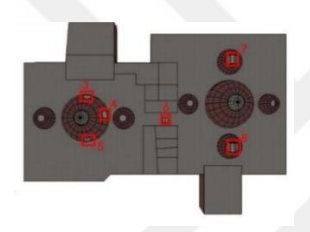
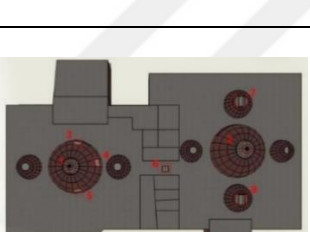
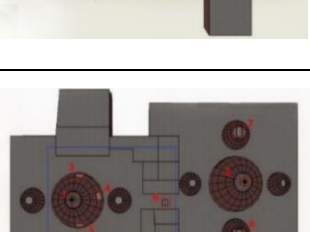
#### 4.6. Genel Değerlendirme

Çizelge 4.3'te görüleceği üzere farklı alternatiflerde analiz sonucunda elde edilen değer aralıkları 4 farklı paramet için yazılmıştır.

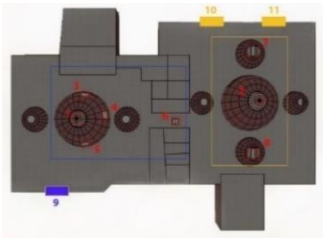
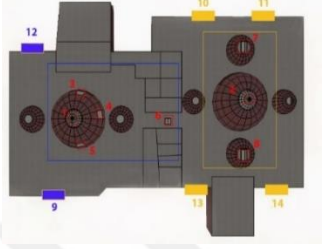
Çizelge 4.3. Genel değerlendirme tablosu (21 Aralık)


		Temperature (°C)	Velocity (m/s)	PMV	PPD
hK		8.18	0-0.02	-10.82	100%
α A		7.61	0-0.15	-12.40	100%
β A		6.30	0-0.25	-14.77	100%
HA		5.64	0-0.26	-15.19	100%

Çizelge 4.4. Genel değerlendirme tablosu (21 Temmuz)

		Temperature (°C)	Velocity (m/s)	PMV	PPD
<b>hK</b>		34.26	0_0.05	3.28_3.89	100
<b>α A</b>		32.36_34.04	0_0.28	2.79_3.31	100
<b>β A</b>		31.94_33.05	0_0.55	2.18 - 3.39	91.36
<b>HA</b>		31.75	0_0.74	1.88_2.75	82.73_91.36
<b>A1</b>		31.73	0_2.04	1.78_2.66	65.46_91.36

Çizelge 4.4. (devam) Genel değerlendirme tablosu (21 Temmuz)

A2		31.71	0_ 2.30	1.08_ 2.78	65.46_91.3 6
A3		31.69	0_2.70	-0.66_1.40	13.64_91.3 6

 Refrans değerlerine uyanlar

 Refrans değerlerine uymayanlar

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

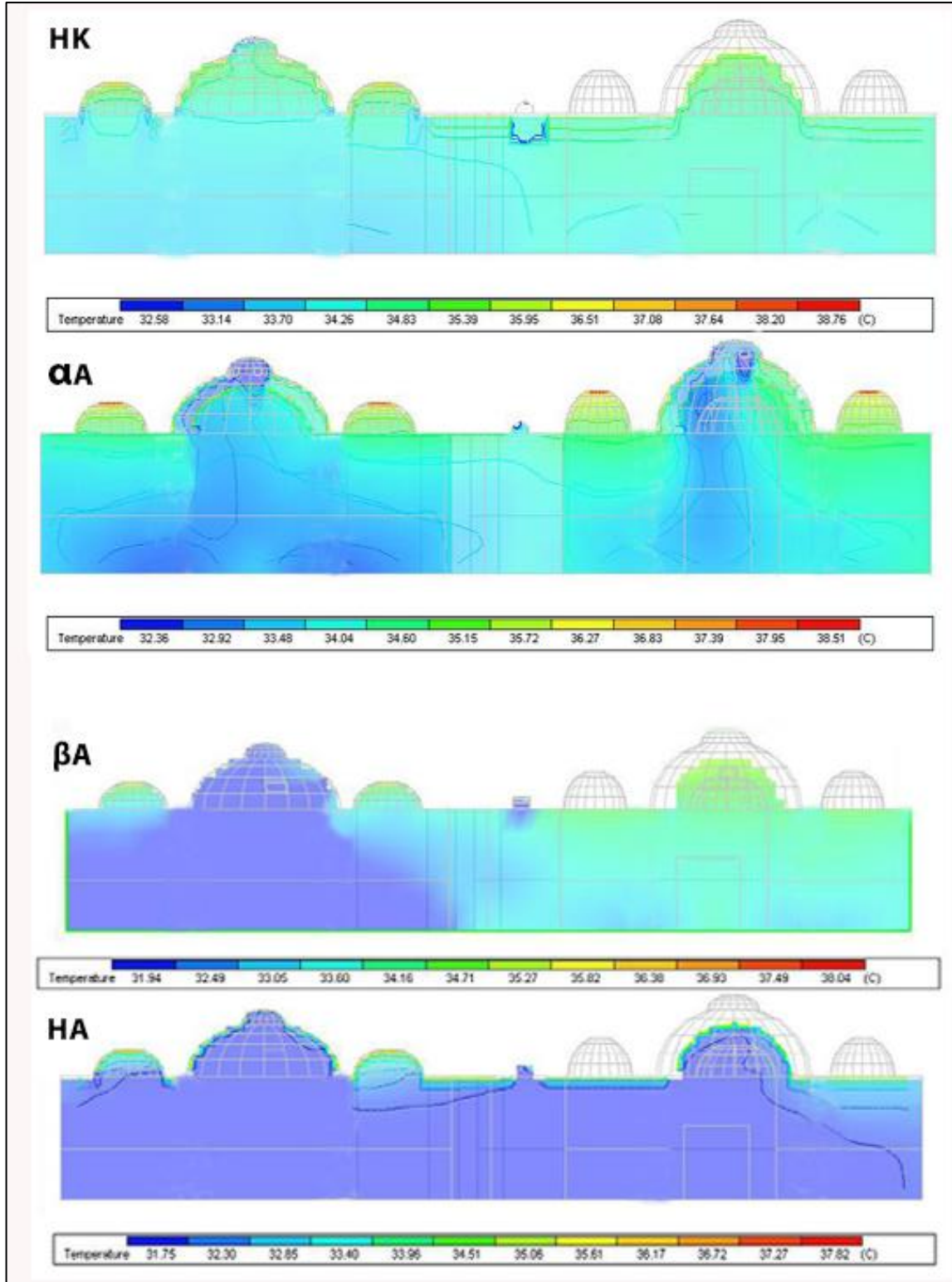
Yapılarda enerji korunumu sağlayabilmek için geleneksel yöntemlerin günümüzdeki yapılarda uyarlanıp uyarlanmadığını irdelemek amacıyla yapılan bu çalışmada geleneksel hamamların doğal havalandırması ele alınmıştır ve örnek olarak Tebriz’de bulunan Mirza Mehdi hamamı seçilmiştir. Doğal havalandırma analizi Design Builder programında yapılmıştır. Analiz sonuçları 4 başlıkta incelenmiştir.

1. Hava sıcaklığı
2. Hava hızı
3. PMV
4. PPD

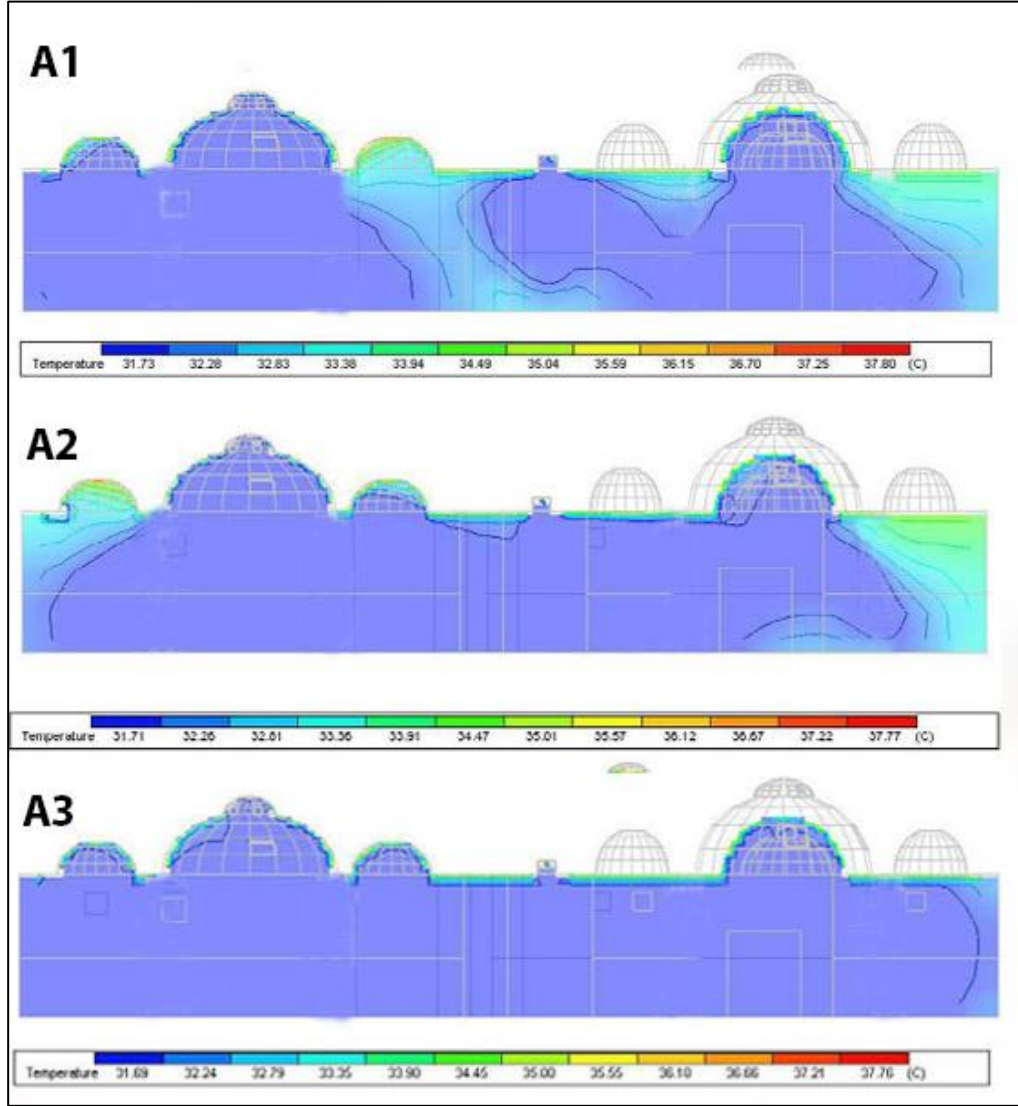
Bu 4 başlığı Ashrae 55 standardında verilen değerlerle karşılaştırılıp değerlendirmeleri yapılmıştır.

### 1. Hava sıcaklığı:

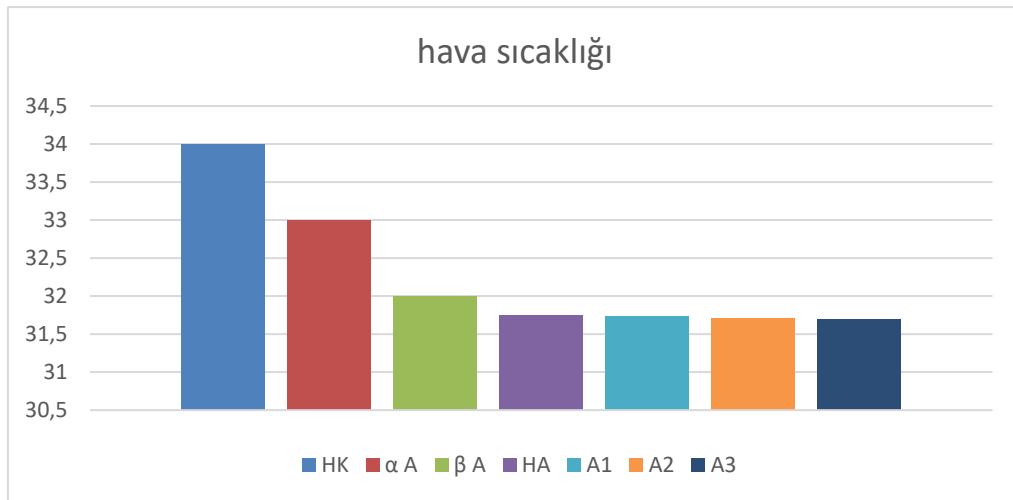
Temmuz: yapılan analizlerin sonucuna göre tüm pencereler kapalı olduğu zaman doğal havalandırma gerçekleşmediği için tüm alternatifler arasında maksimum hava sıcaklığı elde edilmiştir. Mevcut durumda çatıdaki açıklıkları açıldığı zaman doğal havalandırma hava sıcaklığı üzerinde etkili olmuştur. Kubbedeki sadece iki büyük pencere açık olduğunda hava sıcaklığı 1-2 °C ve sadece küçük pencereler açıkken 2-3°C kadar düşmüştür. Tüm pencereler açık olduğunda hava sıcaklığı yaklaşık 4°C kadar düşmüştür (Şekil 5.1). Mevcut duruma ek açıklıklar eklenen alternatiflerde pencerelerin sayısının artması hava sıcaklığı üzerinde etkili olmayıp (Şekil 5.2), iç mekandaki hava değişiminin artışı sağlamıştır (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4).



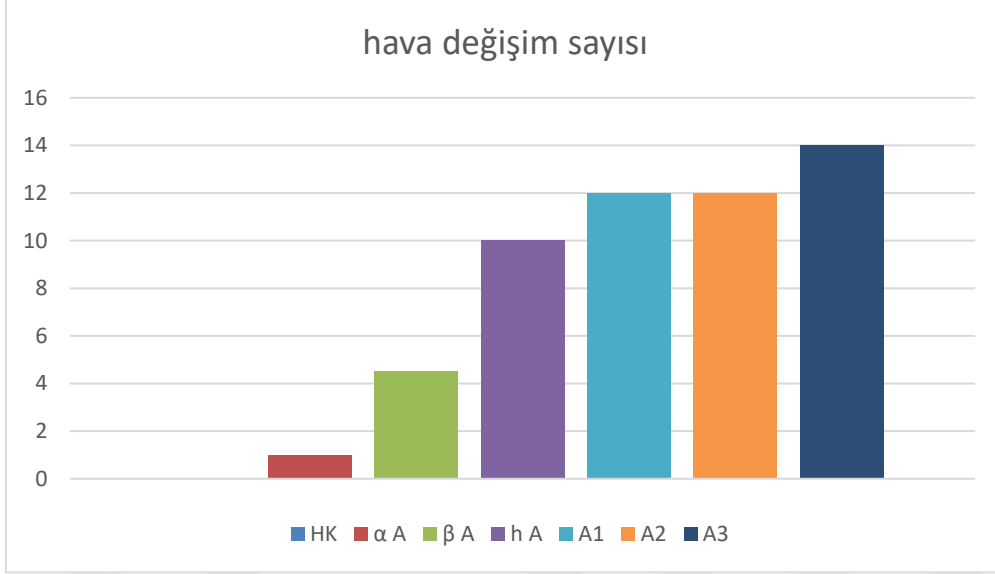
Şekil 5.1. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava sıcaklığı (Temmuz)



Şekil 5.2. Eklenen alternatiflerde hava sıcaklığı (Temmuz)

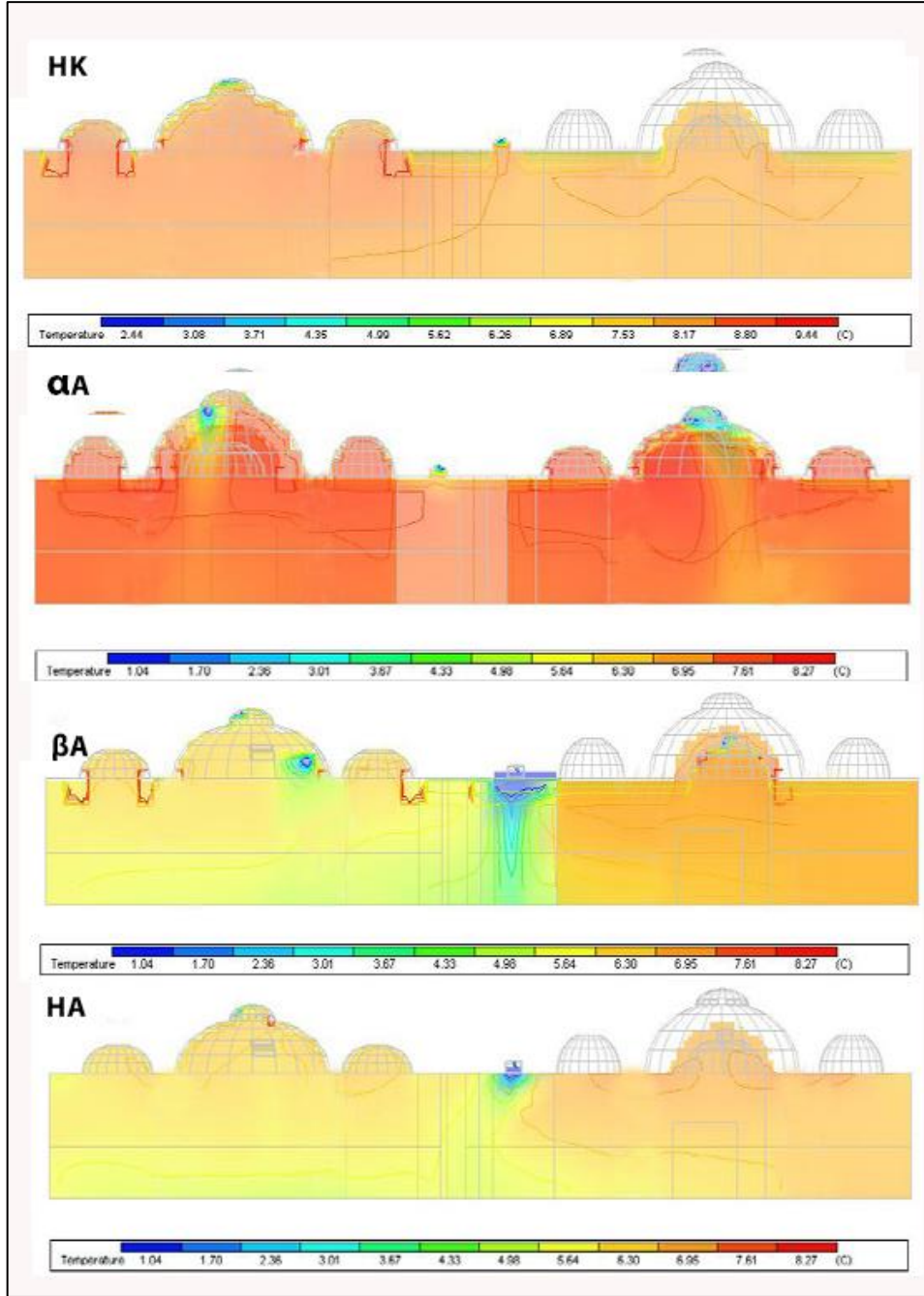


Şekil 5.3. Farklı alternatiflerde saatteki hava sıcaklığı grafiği (Temmuz)

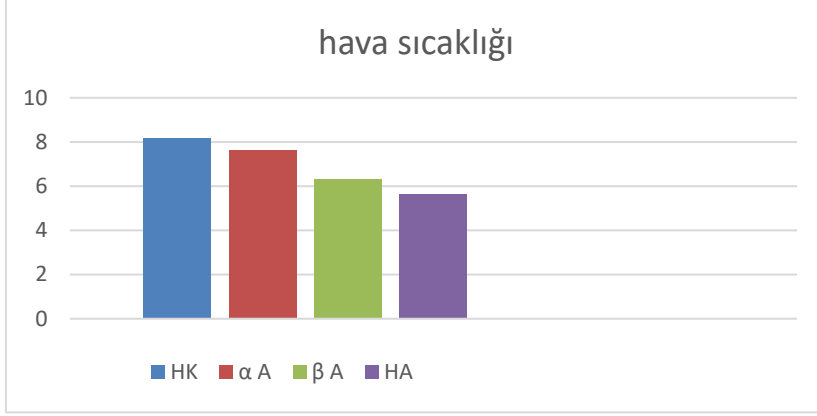


Şekil 5.4. Farklı alternatiflerde saatteki hava değişim sayısı saat 10 (Temmuz)

Aralık: Aralık ayında pencerelerin sayısı arttıkça hava sıcaklığı düşmüştür. tüm pencereler kapalı olduğu zaman doğal havalandırma gerçekleşmediği için tüm alternatifler arasında maksimum hava sıcaklığı elde edilmiştir. 8 °C Kubbedeki sadece iki büyük pencere açık olduğunda hava sıcaklığı 1 °C ve sadece küçük pencereler açıkken 2°C ve tüm pencereler açık olduğunda hava sıcaklığı yaklaşık 3°C kadar düşmüştür ( Şekil 5.5 ve Şekil 5.6).



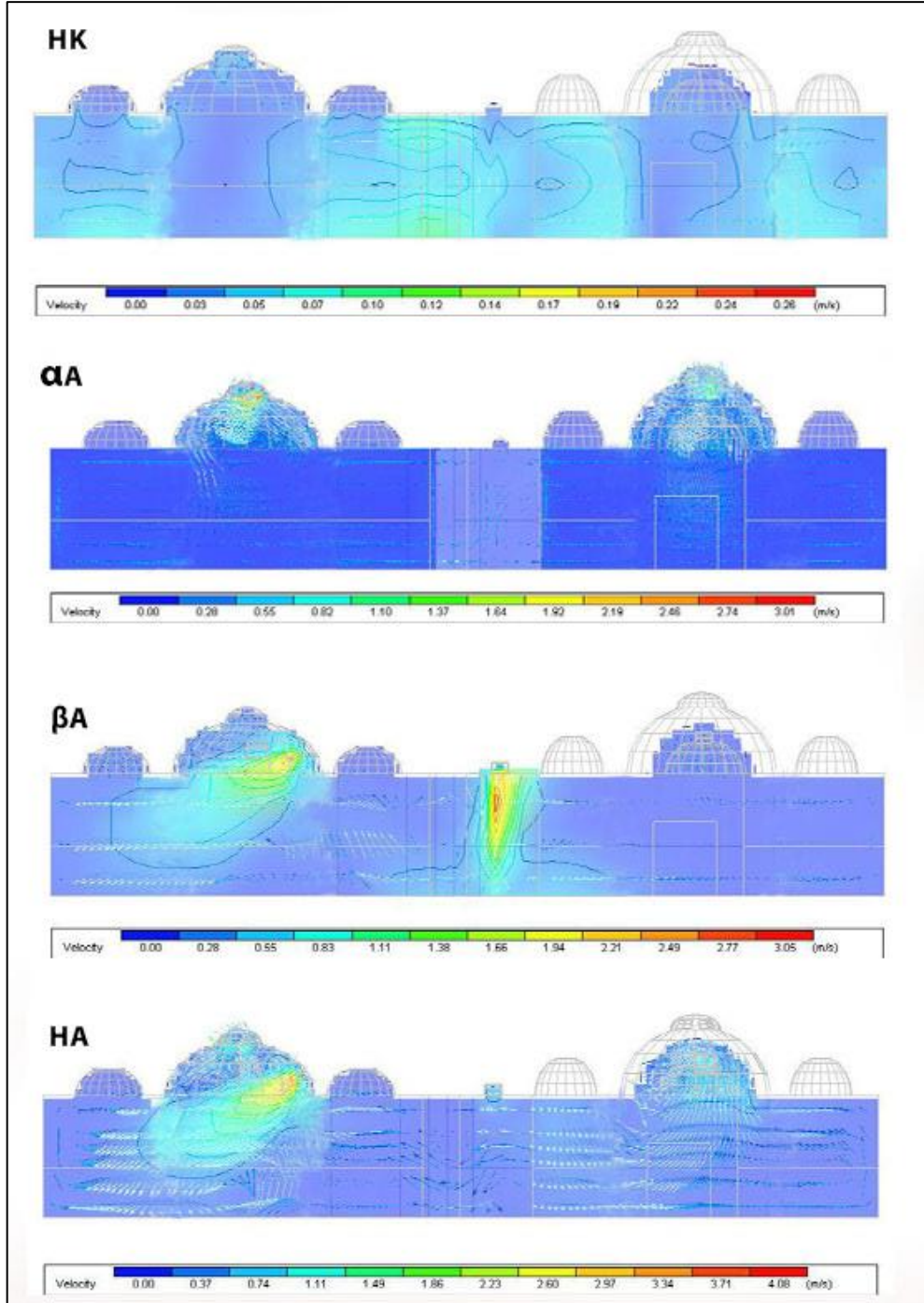
Şekil 5.5. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava sıcaklığı (Arralık)



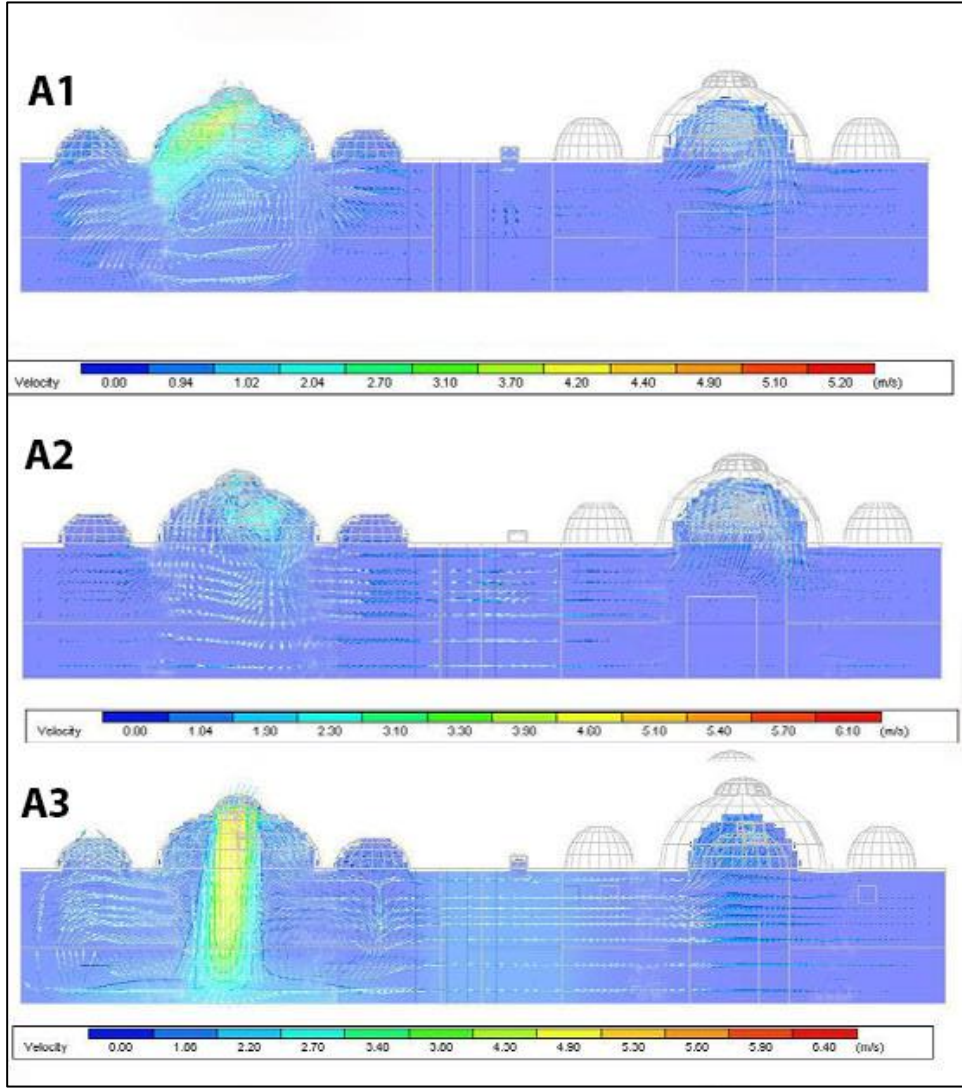
Şekil 5.6. Mevcut durumun farklı alternatiflerde saatteki hava sıcaklığı grafiği (Aralık)

## 2. Hava hızı:

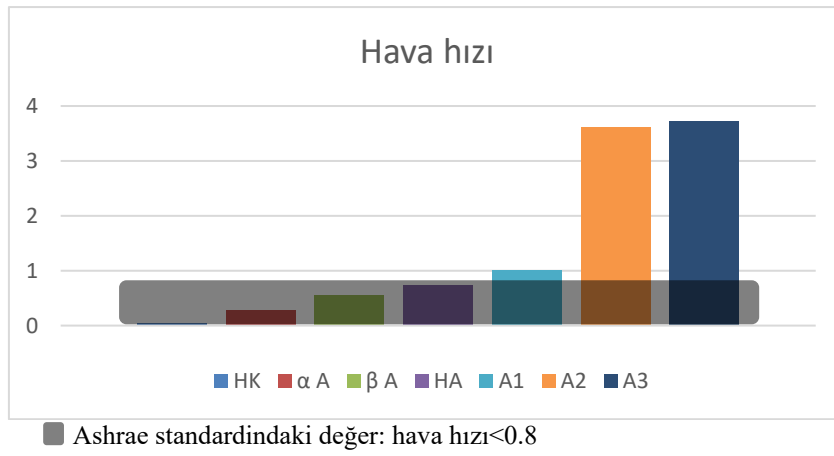
Temmuz: Tüm alternatiflerde pencerelerin sayısı arttıkça hava hızı da artmıştır. Mevcut durumda kubbedeki iki büyük pencere açık olduğunda hava hızı 0.28 m/s ve sadece küçük pencere açıkken 0.55 m/s ve tüm pencereler açık olduğu zaman ise 0.74 m/s kadar artmıştır (Şekil 5.7 ve Şekil 5.9). Mevcut durumdaki tüm pencerelerin açık olduğunu dikkate aldığımızda A1 alternatifinde hava hızı 1.02 m/s (37.83 %) ve A2’de 1.90 m/s olup A3 alternatifinde ise açıklıkların 2 karşı duvarlarda konumlandırılması, hava hızının yaklaşık 2.20 m/s ye yükselmesine sebep olmuştur dolayısıyla A3 alternatifinde maksimum hava hızı elde edilmiştir (Şekil 5.8). Binanın batı cephesi kapalı olduğu için iki komşu duvarda açıklık ekleme mümkün olmayıp iki karşı duvar üzerinde ekstra açıklık eklenmiştir. Kubbe üzerinde Sadece iki büyük pencere açık olduğu zaman kubbelerin altında hava akışı gerçekleşmiştir ama kubbedeki sadece küçük pencereler açık olduğunda hava sirkülasyonu daha olumlu olup iki bölüm arasında da hava akışı gerçekleşmiştir. Hava sirkülasyonu açısından mevcut durumda tüm pencereler açıkken (HA), A2 ve A3 alternatiflerinde binanın her noktasında hava akışı sağlandığı için diğerlerine göre daha olumludur (Şeki 5.7 ve Şekil 5.8).



Şekil 5.7. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava akışı ve hızı (Temmuz)

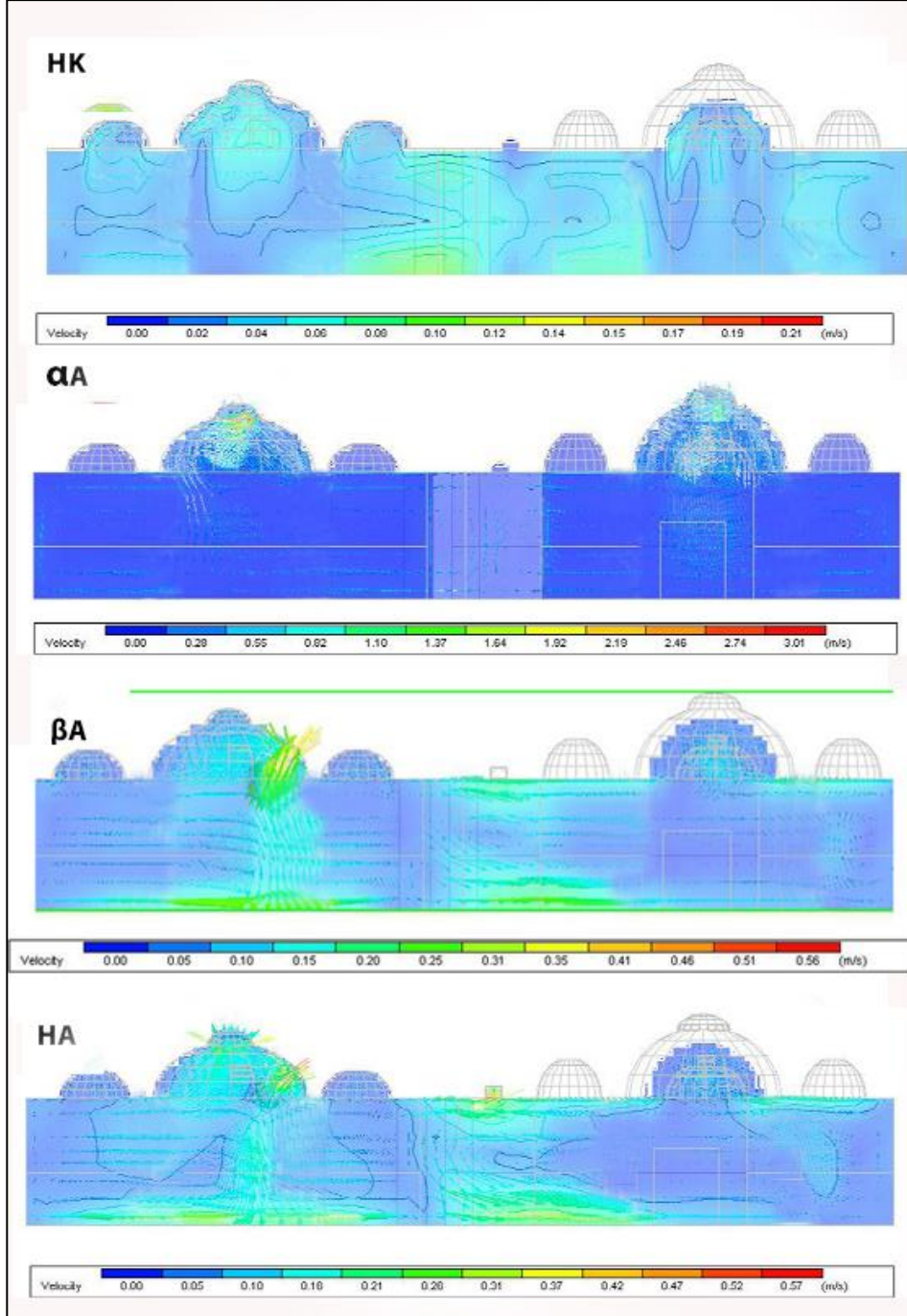


Şekil 5.8. Eklenen alternatiflerde hava akışı ve hızı (Temmuz)

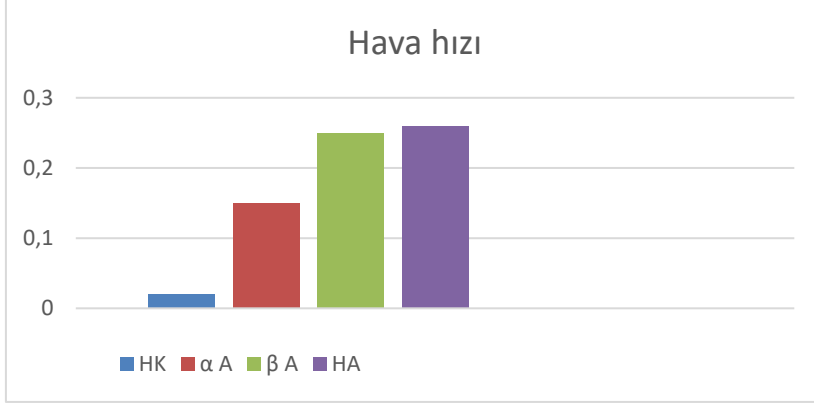


Şekil 5.9. Farklı alternatiflerde saatteki ortalama hava hızı (Temmuz)

Aralık: Aralık ayında da Temmuz ayında olduğu gibi pencerelerin sayısı arttıkça hava hızı da artmıştır ve hava sirkülasyonu açısından tüm pencereler açıkken daha olumlu sonuca ulaşılmıştır (Şeki 5.10 ve Şekil 5.11).



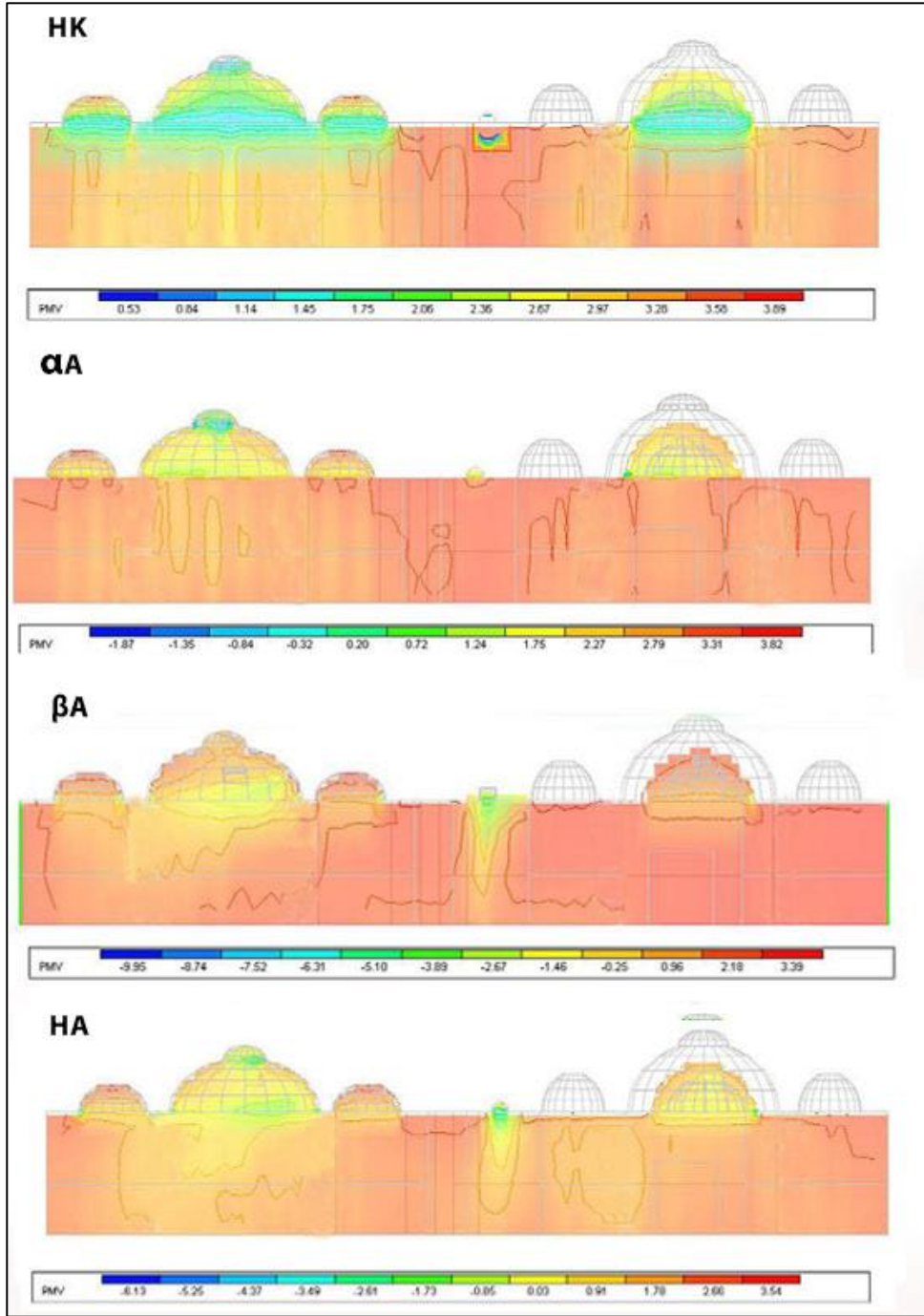
Şekil 5.10. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde hava akışı ve hızı (Aralık)



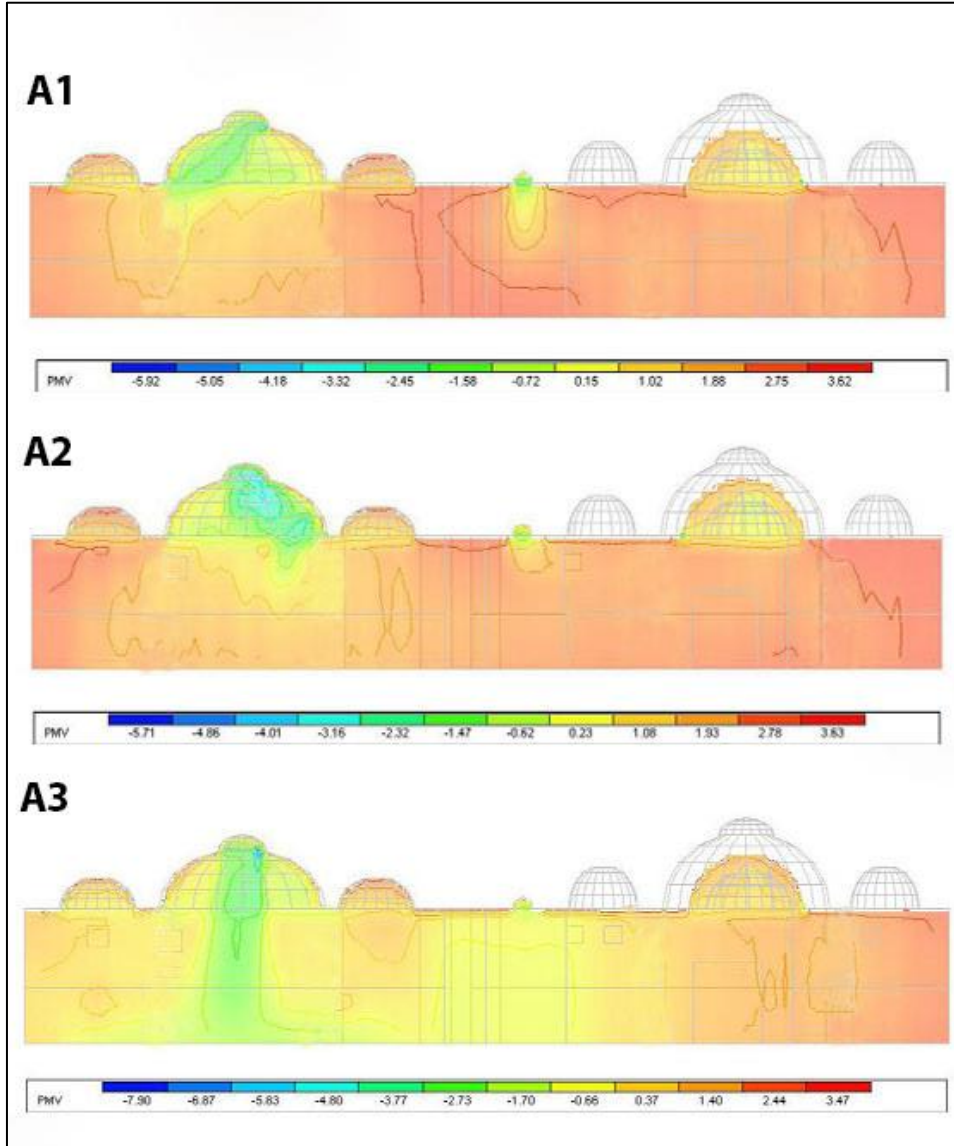
Şekil 5.11. Farklı alternatiflerde saatteki ortalama hava hızı (Aralık)

### 3. PMV:

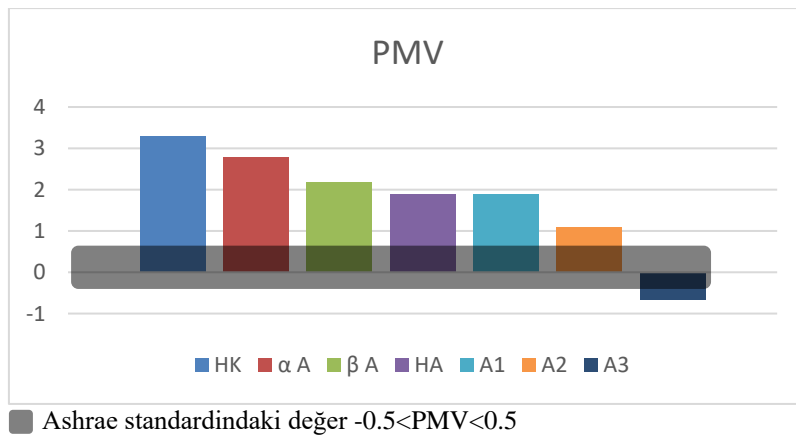
Temmuz: pmv değeri hava hızı ve hava sıcaklığına bağlıdır ve miktarı yüksek oldukça mekanın sıcak olduğunu ve düşükçe serin olduğunu göstermektedir. Açıklıkların sayısı arttıkça hava hızının artması için mekanın kullanıcılar tarafında serin algılanıp PMV miktarı düşmüştür. Mevcut durumda pencerelerin hepsi kapalı olduğunda PMV miktarı 3.28 ve sadece kubbe üzerinde iki büyük pencere açık olduğunda PMV miktarı 2.78 kubbedeki küçük pencereler açıkken 2.18 ve hepsi açık olduğu zaman 1.88'e düşmüştür (Şekil 5.12 ve Şekil 5.14). Mevcut durumdaki tüm pencerelerin açık olduğunu dikkate aldığımızda PMV miktarı A1'de 5% (1.78) A2'de 42%' (1.08) ve A3'de 129% (-0.66) düşmüştür. Pencerelerin hepsi kapalıyken PMV miktarı maksimum ve A3 alternatifinde pencerelerin sayısı maksimum olduğuna göre minimum değer elde edilmiştir (Şekil 5.13 ve Şekil 5.14).



Şekil 5.12. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PMV (Temmuz)

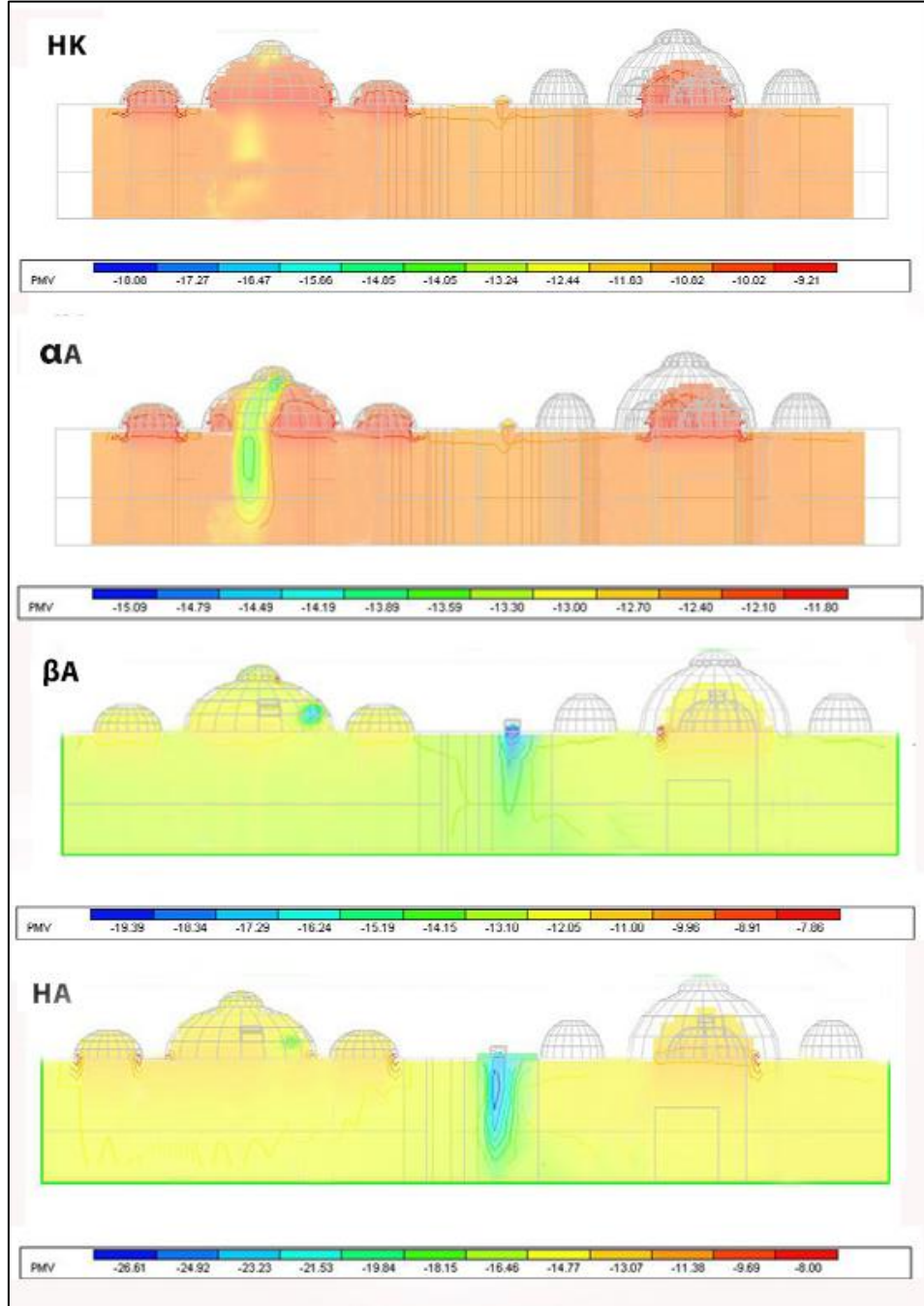


Şekil 5.13. Eklenen alternatiflerde PMV (Temmuz)

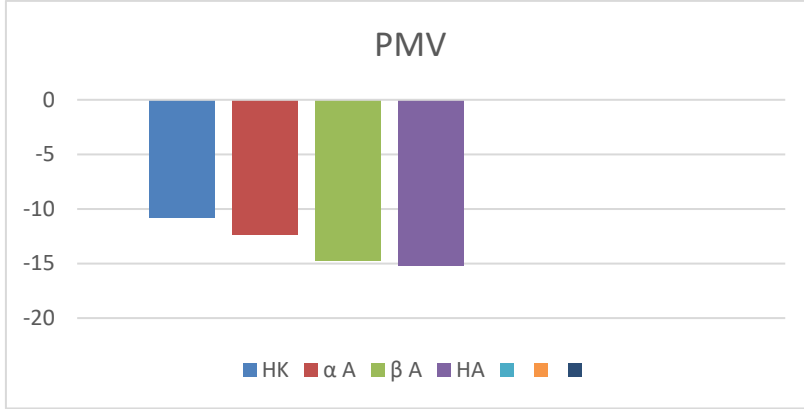


Şekil 5.14. Farklı alternatiflerde saatteki ortalama PMV grafiği (Temmuz)

Aralık: Mevcut durumda pencerelerin hepsi kapalı olduğunda PMV miktarı -10.82 ve sadece kubbe üzerinde iki büyük pencere açık olduğunda PMV miktarı -12.40 kubbedeki küçük pencereler açıkken -14.77 ve hepsi açık olduğu zaman -15.19'e düşmüştür (Şekil 5.15 ve Şekil 5.16).



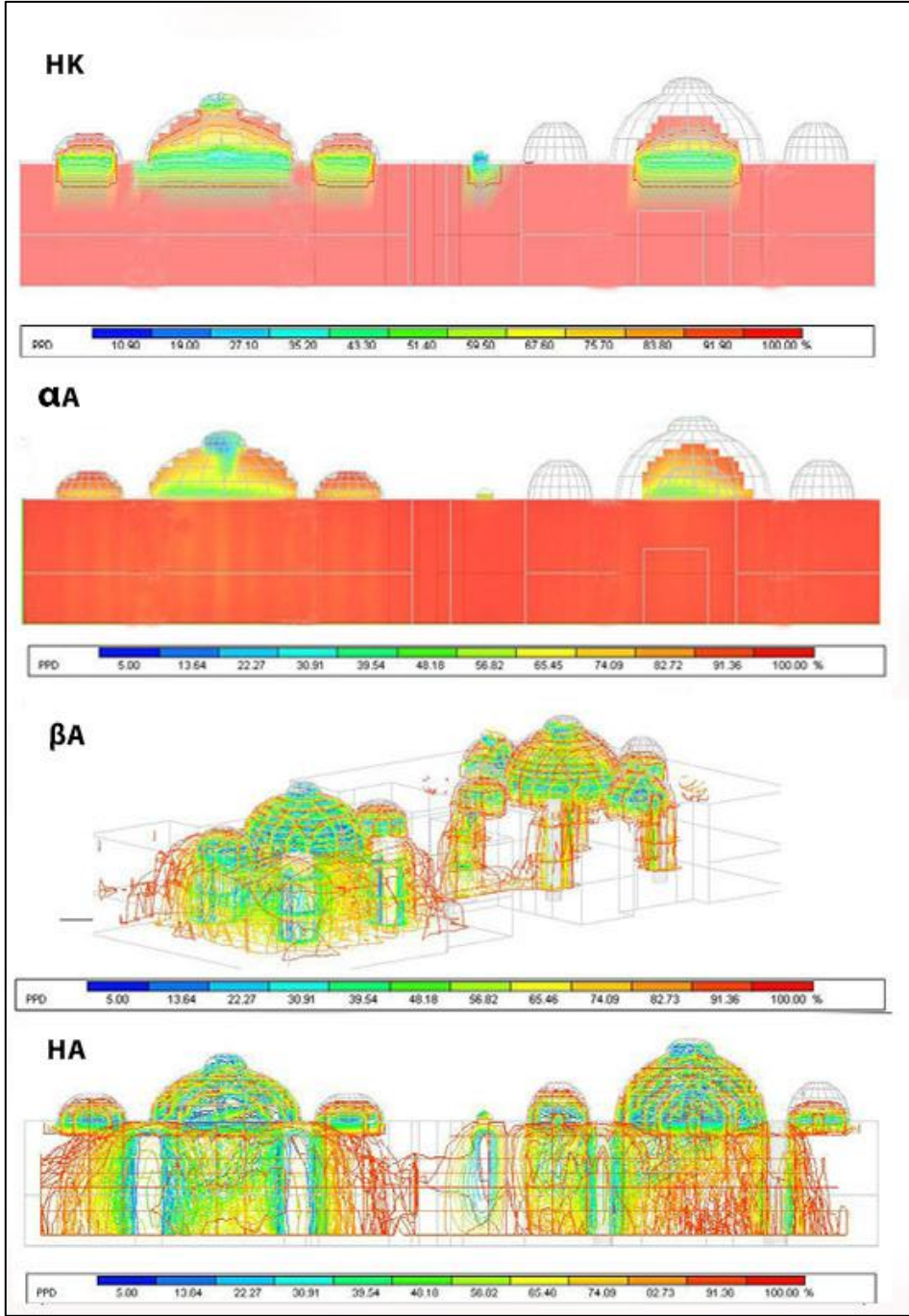
Şekil 5.15. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PMV (Aralık)



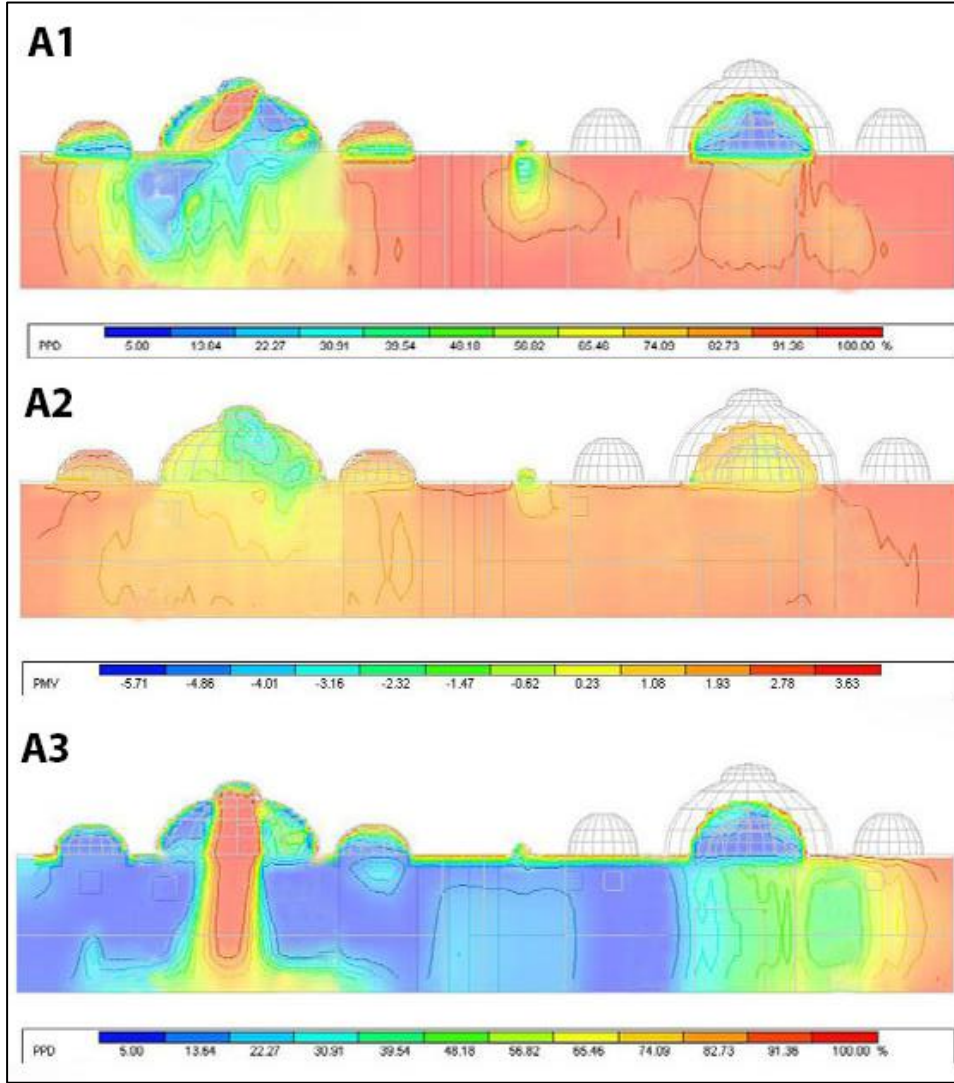
Şekil 5.16. Farklı alternatiflerde PMV grafiği (Aralık)

#### 4. PPD:

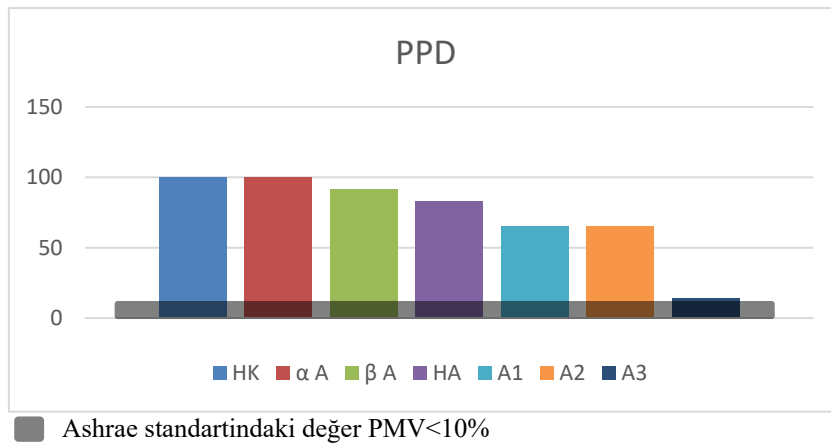
Temmuz: Memnuniyetsizlik oranı hava sıcaklığı, hava hızı ve PMV parametrelerine bağlıdır. PMV miktarı standarttaki değere yaklaştıkça PPD oranı düşmektedir. Yapılan analizlerde mevcut durumda açıklıkların hepsi kapalı ve sadece iki büyük pencere açık olduğu zaman bu oran 100% olarak elde edilmiştir ve kubbedeki küçük pencereler açıkken 91%, tüm pencereler açıkken 82% 'e kadar düşmüştür. A1 ve A2 alternatifinde 65%, A3'de ise binanın bazı noktalarında 13%'e kadar düşmüştür (Şekil 5.17 ve şekil 5.18 ve Şekil 5.19)



Şekil 5.17. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PPD (Temmuz)

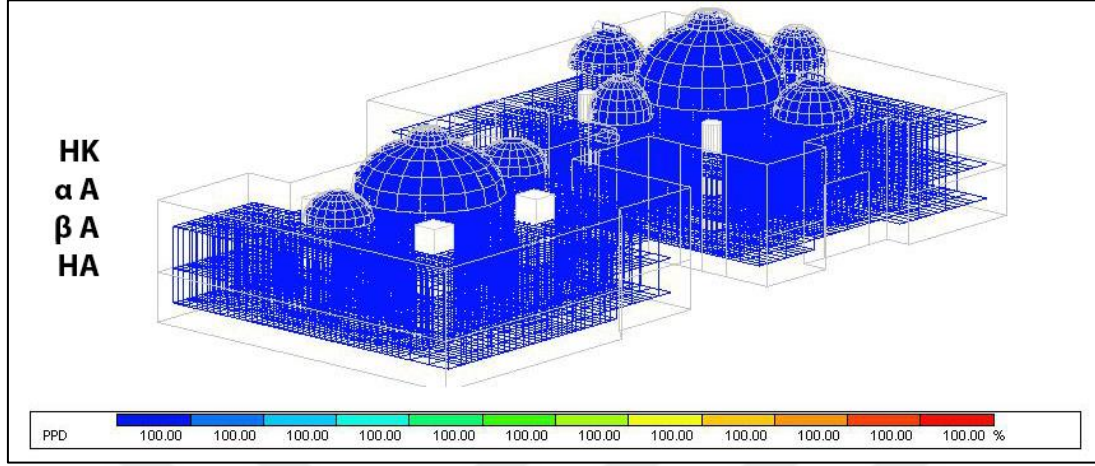


Şekil 5.18. Eklenen alternatiflerde PMV (Temmuz)



Şekil 5.19. Farklı alternatiflerde saatteki PPD miktarı (Temmuz)

Aralık: Tüm alternatiflerde Aralık ayında PPD oranı 100% olduğu için iç mekanın kullanıcılar tarafından çok soğuk algılandığını göstermektedir (Şekil 5.20).



Şekil 5.20. Mevcut durumun farklı alternatiflerinde PPD (Aralık)

Mevcut durumun doğal havalandırması 4 farklı alternatif şeklinde analizi yapılmıştır. Pencerelerin hepsi açık olduğu zaman (HA alternatifi) diğer alternatiflerle kıyasen daha olumlu sonuç elde edilmiştir. ama buna rağmen Ashrae standartına istinaden termal konfor sağlanmamıştır. Doğal havalandırmayı iyileştirmek amacıyla ekstra pencereler eklenip binanın 3 farklı alternatif şeklinde analizi yapılmıştır. ekstra açıklık binanın iç hava sıcaklığı üzerinde etkili olmamıştır ancak hava hızı yaklaşık çok fazla artış göstermiştir. Hava hızının artması PMV miktarının eksilere düşmesine sebep olmuştur.

Hamamın ılımlık kısmındaki kubbede açıklıkların sayısı daha fazla olduğu için hava akışı soyunmalık bölümüne göre daha fazladır. Grafikleri incelediğimizde PMV ve hava hızı miktarının ters orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Aynı sıcaklığa sahip olan noktalarda hava hızı yüksek olduğunda PMV miktarı daha düşük ve hava hızı düşük olan yerlerde ise PMV daha yüksektir. PMV miktarı düşükçe mekanın kullanıcılar tarafından serin olduğu ve yükseldikçe sıcak olduğu algılanmaktadır. Ama daha önce bahsettiğimiz gibi termal konforun sağlanması için PMV miktarı -0.5 ve 0.5 değerleri arasında olmalıdır. PMV -0.5 değerinin altına indiği zaman, kullanıcılar tarafından soğuk algılanıp termal konforun sağlanmadığını göstermektedir. Hava hızının değişmesi termal konfor üzerinde ciddi miktarda etkisi vardır. Hava hızı sıcaklık ve rutubet hissini azaltmak için yeterince yüksek aynı zamanda esintisini hissetmeyecek kadar düşük olmalıdır. Genel olarak hava hızının miktarı 0.8 m/s den fazla olduğunda insanların rahatsız etmektedir.

Yapılan bu araştırmada, analiz sonuçlarına göre bu binada termal konforu sağlamak için doğal havalandırma yetersiz kalmaktadır ve duvarlar üzerinden pencere eklediğimiz zaman hava hızı çok yüksek olup kubbelerin olduğu kısımlarda baca etkisi yaranmıştır dolayısıyla insanların rahatsız olmasına sebep olmuştur. Hamam gibi yapılarda açıklıkların çatı üzerinde olmasının avantajı kullanıcıların yüksek hava hızına maruz kalmayı engellemesidir. Mevcut durumun doğal havalandırmasını iyileştirip aynı zamanda kullanıcıların yüksek hava hızına maruz kalmalarını engellemek amacıyla çatıdaki pencerelerin sayısını artırmak daha mantıklı bir çözüm olabilir.



## KAYNAKLAR

1. Darçın, P., Balanlı, A. (2012). Yapılarda doğal havalandırmanın sağlanmasına yönelik ilkeler, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 128, 33-42
2. Scheuer, C., Gregory, A., Reppe, P. (2003). *Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenge and design implications*, *Enerji and Building Volume*, 35(10), 49-64.
3. Yuyucu, İ. (2016), *Bilgisayar analiz yöntemleriyle, yapılarda doğal havalandırma sistemlerinin örnekler üzerinden incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
4. Habibzadeh, A. (2018). *Konut yapılarında doğal havalandırmanın önemi ve badgir bağlamında günümüz koşullarında değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
5. Sevim, N. (2017). *Atriyumlu yapılarda doğal havalandırma*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
6. Safari, H. (2016). Opening performance simulation in natural ventilation using design builder (Case Study: a residential home in Rasht), *Islamic Azad University Branch of Rasht*, 412- 422
7. Edib, Z. (2014). Dezful evlerinde CFD programından destek alarak doğal havalandırma incelemesi, *Bağmenzer Dergisi*, 30, 37-48
8. Durak, M. ve Özer, S. (2008). *Rüzgar enerjisi, teori ve uygulama*. (1. Baskı), Ankara: İmpress Matbaası, 143-145
9. Öztürk, H., Yıllancı, A. ve Atalay, Ö. (2005). Enerji etkin pasif iklimlendirme: Doğal havalandırma, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 89, 21-26.
10. Lechner, N. (1991). *Heating, cooling, lighting design methods for architects*, John Wiley & Sons, Canada, 101-105
11. Darçın, P. (2008). *Yapı içi hava kirliliğinin giderilmesinde doğal havalandırma ilkeleri*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 52-60
12. Muller, C. (2014). *Ventilation for Indoor Air Quality*, ASHRAE, Atlanta, USA,
13. Watson, D. ve Labs, K. (1992). *Climatic building design, energy-efficient building principles and practice*, New York: McGraw-Hill, 10-12
14. Gandemer, J. ve Guyot, A. (1976). *Intégration du Phénomène Vent Dans La Conception du Milieu Bâti*, Paris, France: Premier Ministre Groupe Central des Villes Nouvelles Secretariat General, 7-10

15. Santamouris, M. (1998). *Natural ventilation in buildings a design handbook, design guidelines and technical solutions for natural ventilation chapter 6*. London: F. Allard, James & James Science Publishers, 101-102
16. Ok, V., Özsoy, A. ve Atlı, V., Altaş, N., E., Özgünler, M., Serteser, N., İlday, Ö., Acar, H., Elbay, K. (1996). *Yerleşme dokusu dizayn değişkenlerinin açık mekanlardaki rüzgar hızına ve akım tipine etkilerinin incelenmesi*, TÜBİTAK Proje No. İNTAG-214, 3-4. 03.05.2016, ULAKBİM.
17. Darçın, P. (2014). Yenileyici (Rejeneratif) tasarım kapsamında doğal havalandırmaya yönelik bir yaklaşım, *Mimarlık Dergisi*, 379, 69-72.
18. Kayhan, S. (2005). İç ortam havalandırma kalitesi ve havalandırma kontrolü, *TTMD Dergisi*, 37, 19-24
19. Lencher, N. (2001). *Heating, cooling, lightining: design methods for architects*, John Wiley&Sons, New York, 44, 8-12
20. Balanlı, A. (2007). *Yapı Elemanları 2-Doğramalar*, Yayınlanmamış Ders Notu, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Yapı Elemanları ve Malzemeleri
21. Yeang, K. (2001). 1000 Yıllık dönem için tasarım, *TTMD Dergisi*, 14, 20-30
22. Kleiven, T. (2003). *Natural ventilation in buildings, architectural concepts, consequences and possibilities*, Doctora Thesis, NTNU Faculty of Architecture and Fine Art, Trondheim.
23. Balanlı, A. ve Öztürk, A. (2006). *Yapı biyolojisi yaklaşımlar*. (1. Baskı). İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, 23-27
24. Townsend, T. (2007). *Indoor air quality: Clean, green HVAC machine, filtration & Seperation*, 44, 24-26
25. Serefhanoglu, M. (1981). *Yapılarda ısısal konfor ve cam yüzeyler*, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği Kürsüsü Yayınları, İstanbul.
26. Akman, A. (2005). İnsan sağlığı, sağlıklı yapı ve yapı biyolojisi, *Yapı Dergisi*, 279, 89-92
27. Önel, H. (1978). *Yapılarda alınacak önlemlerle hava kirliliğinin azaltılması üzerine bir inceleme*, Yayınlanmamış Doçentlik Tezi, İDMMA, İstanbul.
28. Şaylan, G. (2007). *Yapı içi hava kirleticileri ve risk yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 45-47
29. Kiani, M. (2008). *Memarie İnan (doreyeeslami)*. (5. Baskı). Tahran, Sazmane Motale va Tadvine Kotobe Ulume Ensaniye Daneshgahha, 72-77
30. Ghobadian, v. (2013). *İnanın tarihi binalarının farklı iklimlerde irdelemesi*. (3. Baskı). Tahran Üniversitesi, 35-36

31. Pirnia, M. (2003). *Sabkshenasiye mamarie Iran, Gholamhosein memarian*. (2.Baskı). Tahran: NashreMemar, 67-71
32. Rashidnajafi, A. (2014). *Tebrizin tarihi hamamları*. (5. Baskı), Tebriz: Ashina Yayınevi, 101-105
33. Hacighasemi, K. (2004). *Ganjnameh, cyclopaedia of iranianislamicarchitecture*, volume 18 bathhouse, ShahidBeheshtiUniversity, 161-168
34. Tabasi, M., Ansari, M. (2007). Motalevatasireeghlım dar tarrahi o sakhtegarmabehayeIran, *Saffe dergisi*, 44, 155-156

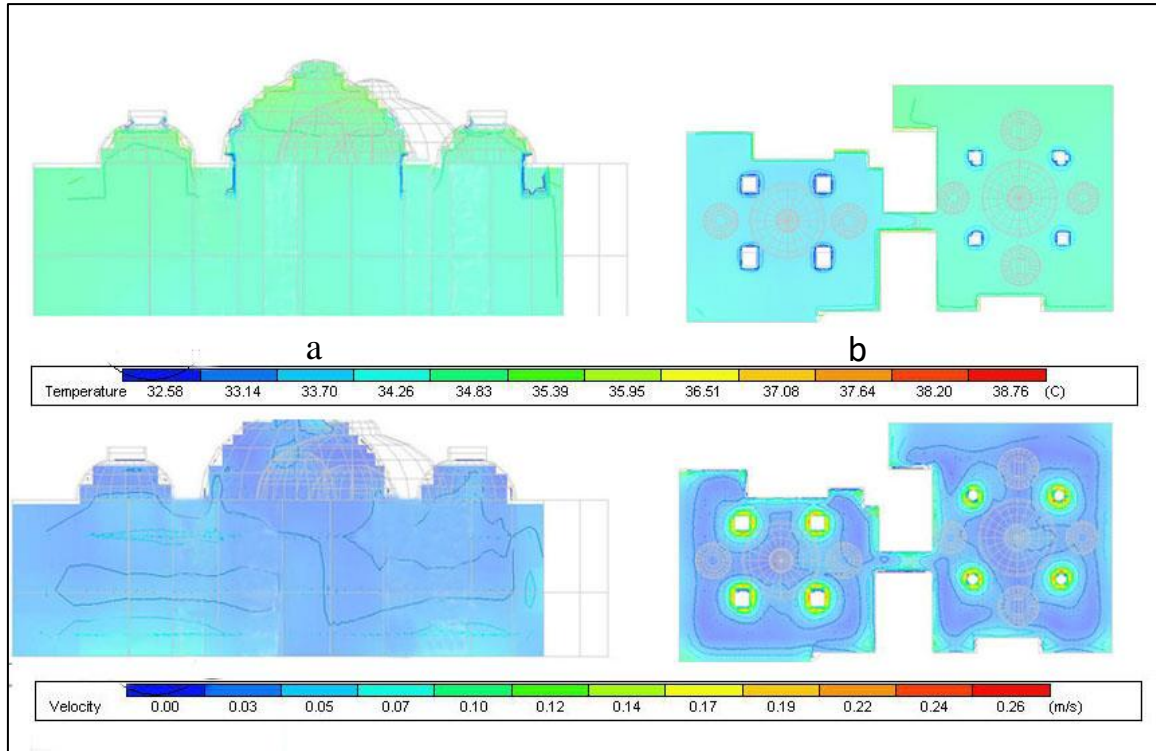




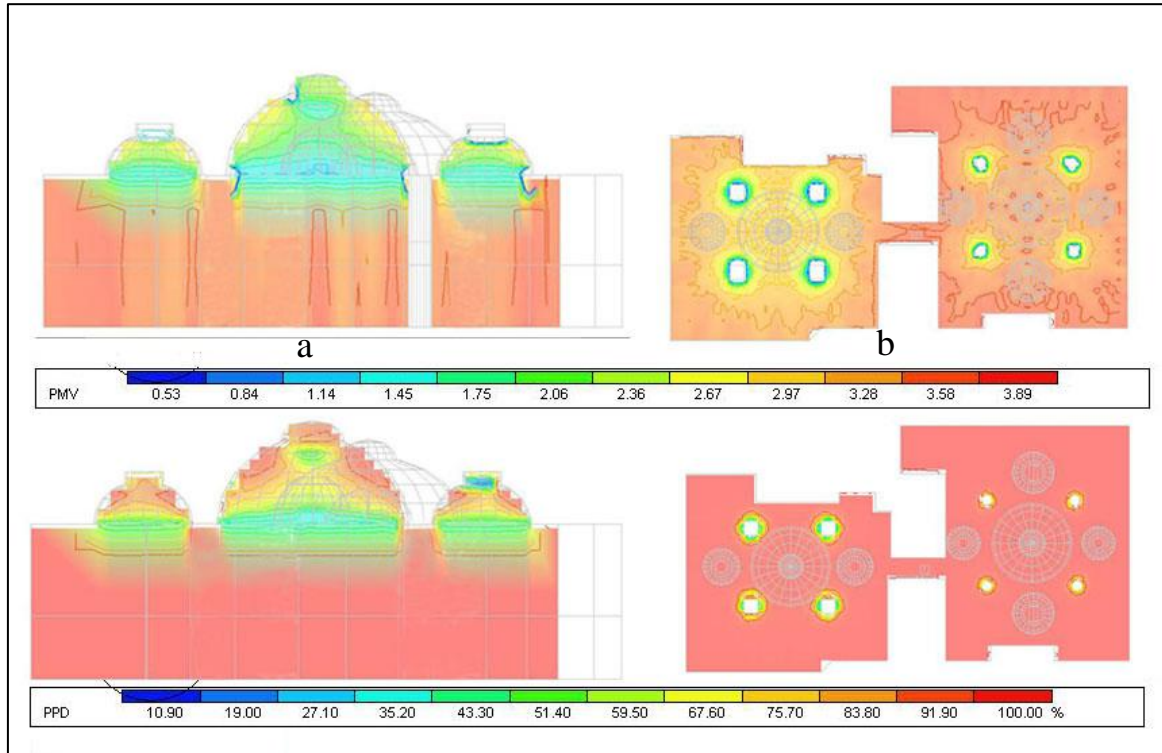


**EKLER**

### EK-1. Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları

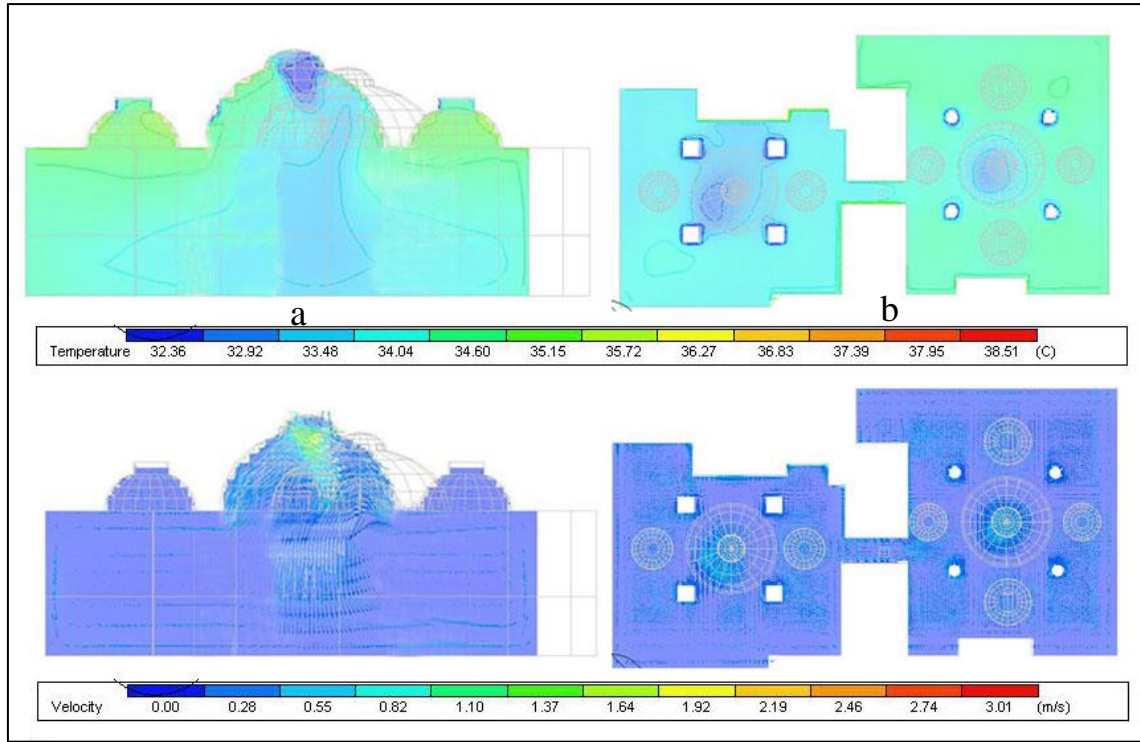


Şekil 1.1. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler kapalıyken. a) kesit (soyunmalık), b) plan

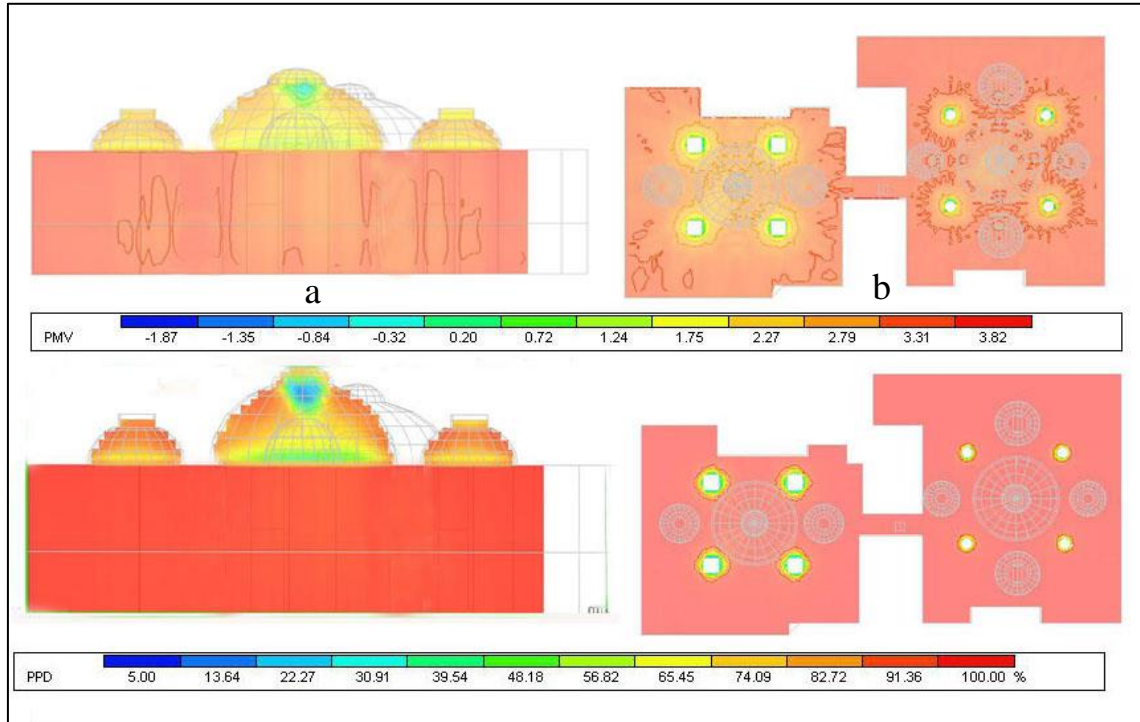


Şekil 1.2. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor (PMV) ve memnuniyetsizlik oranı (PPD), tüm Pencereler kapalıyken. a) kesit, b) plan

EK-1. (devam) Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları

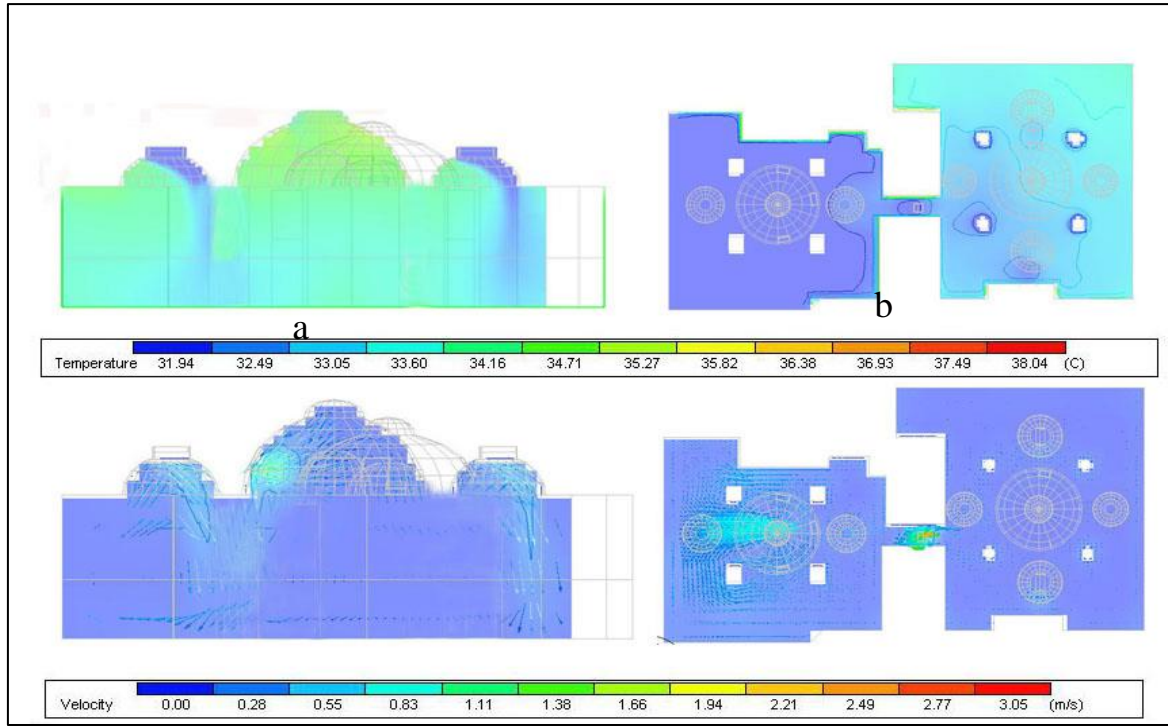


Şekil 1.3. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, 1. ve 2 numaralı pencere açıkken.  
a) kesit, b) plan. a) kesit, b) plan

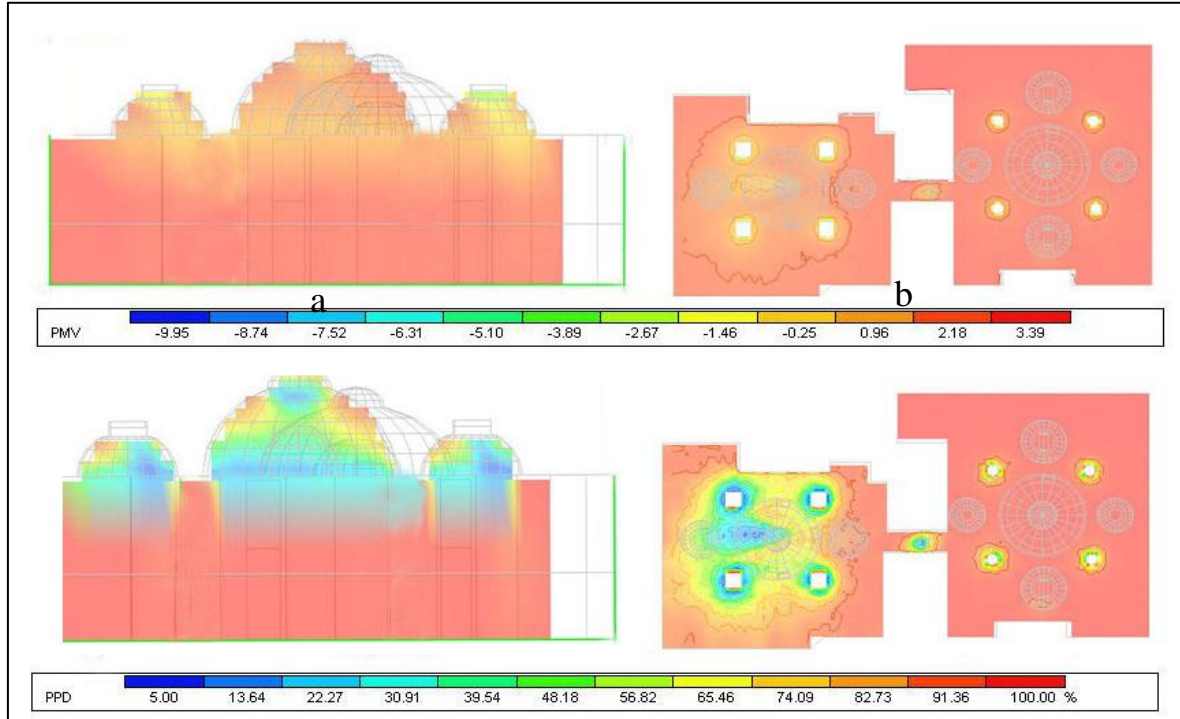


Şekil 1.4. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor (PMV) ve memnuniyetsizlik oranı(PPD),  
1. ve 2 numaralı pencere açıkken. a) kesit, b) plan

EK-1. (devam) Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları

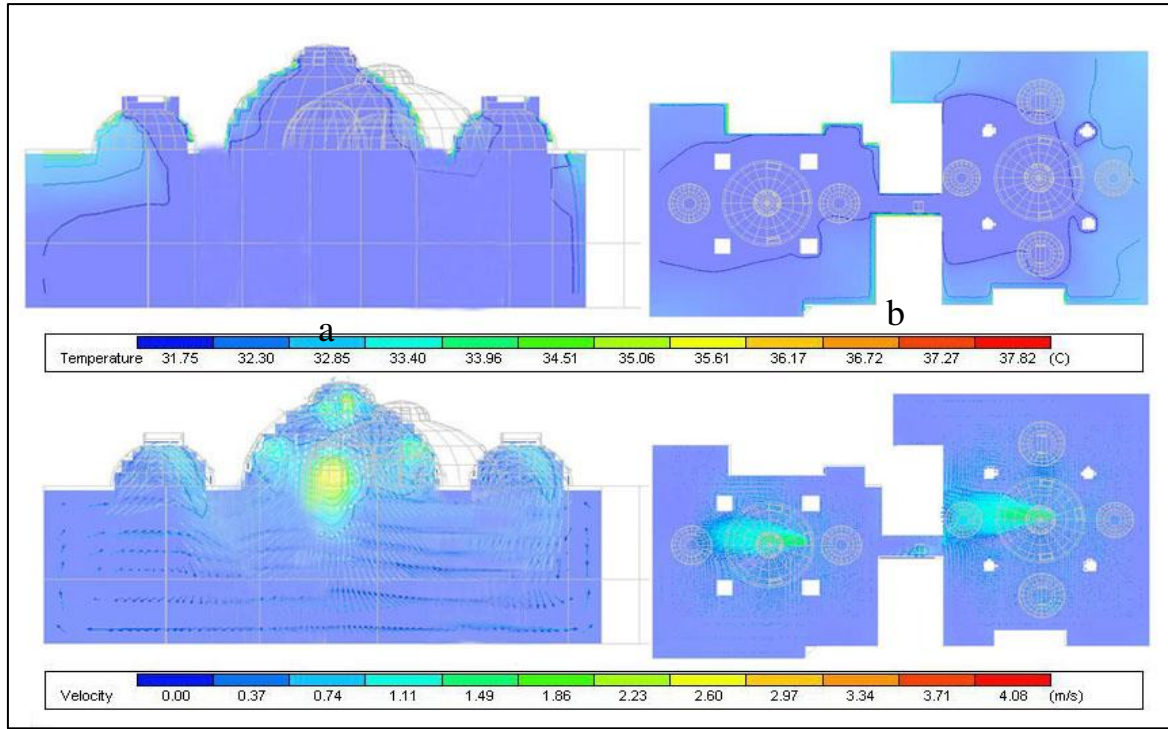


Şekil 1.5. 21 Temmuz saat 10.00’da hava sıcaklığı ve hızı, 3,4,5,6,7,8 numaralı pencereler açıkken. a) kesit, b) plan

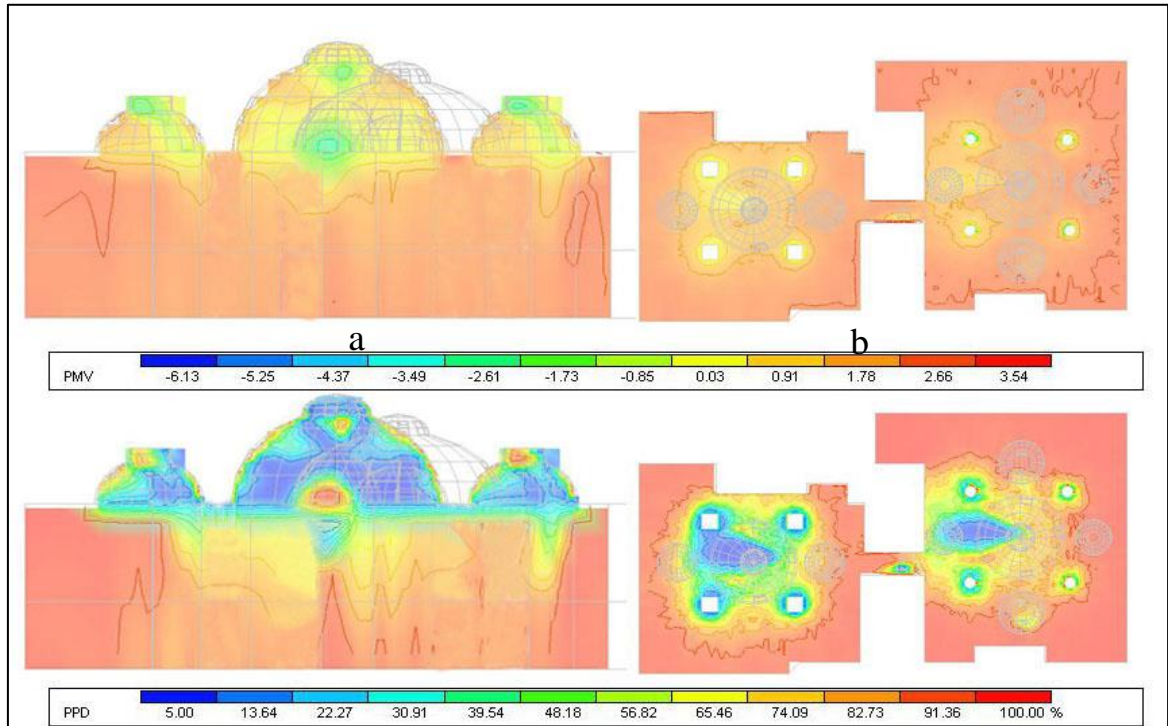


Şekil 1.6. 21 Temmuz saat 10.00’da termal konfor (PMV) ve memnuniyetsizlik oranı (PPD), 3,4,5,6,7,8 numaralı pencereler açıkken. a) kesit, b) plan

EK-1. (devam) Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları

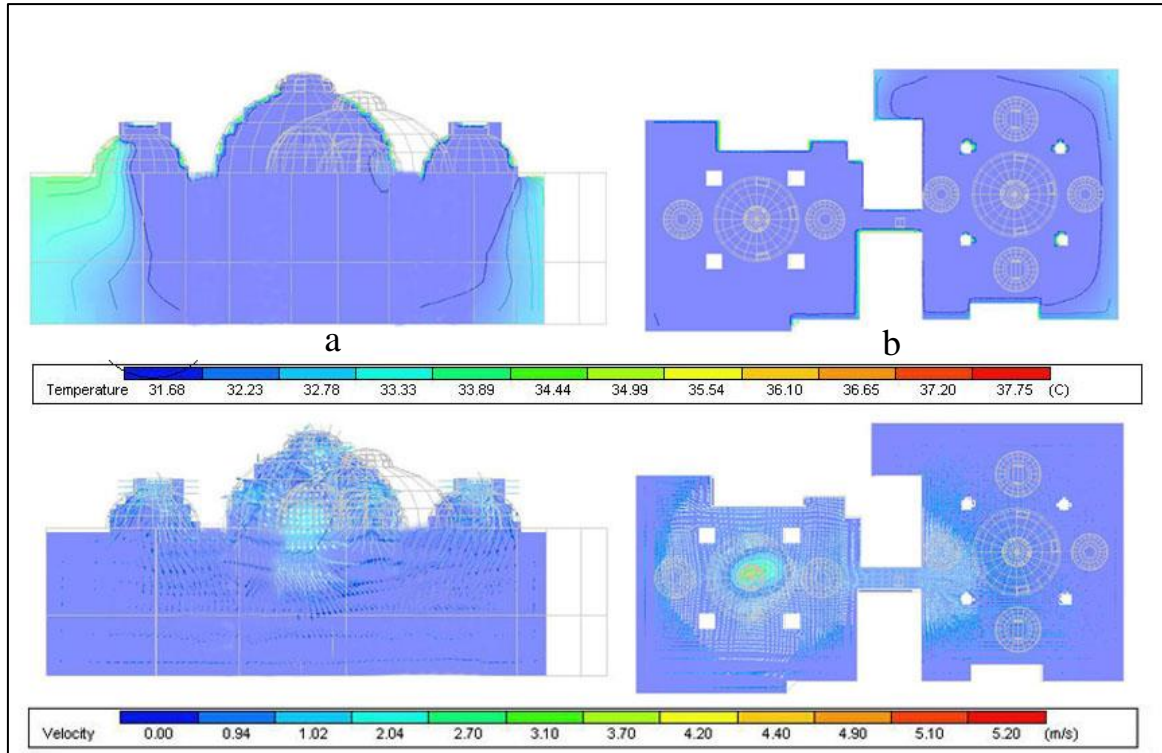


Şekil 1.7. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, tüm pencereler açıkken. a) kesit, b) plan

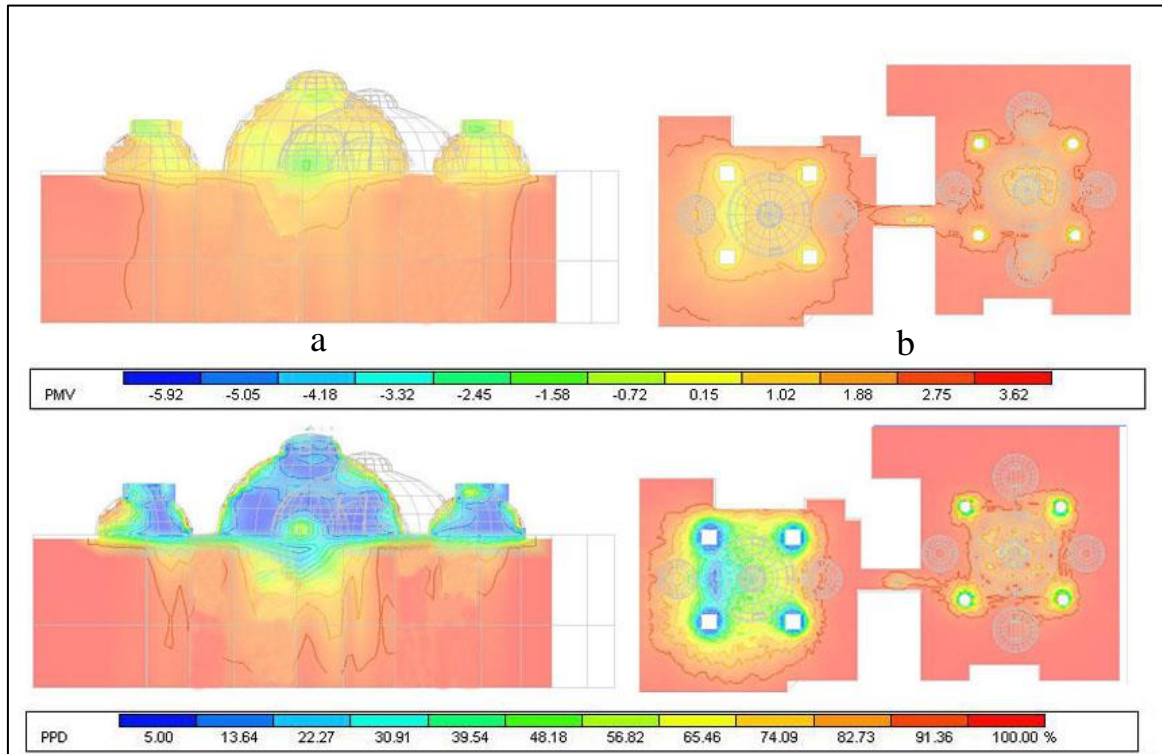


Şekil 1.8. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor (PMV) ve memnuniyetsizlik oranı (PPD), tüm pencereler açıkken. a) kesit, b) plan

EK-1. (devam) Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları

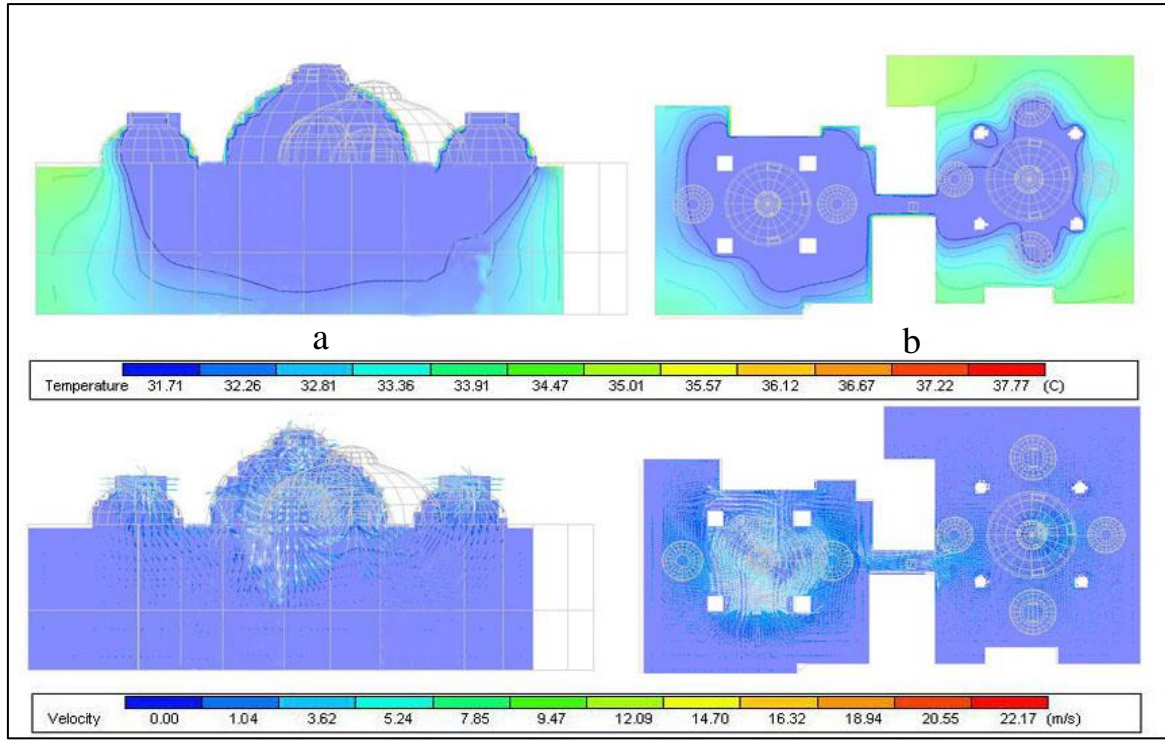


Şekil 1.9. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A1 alternatifinde. a) kesit, b) plan

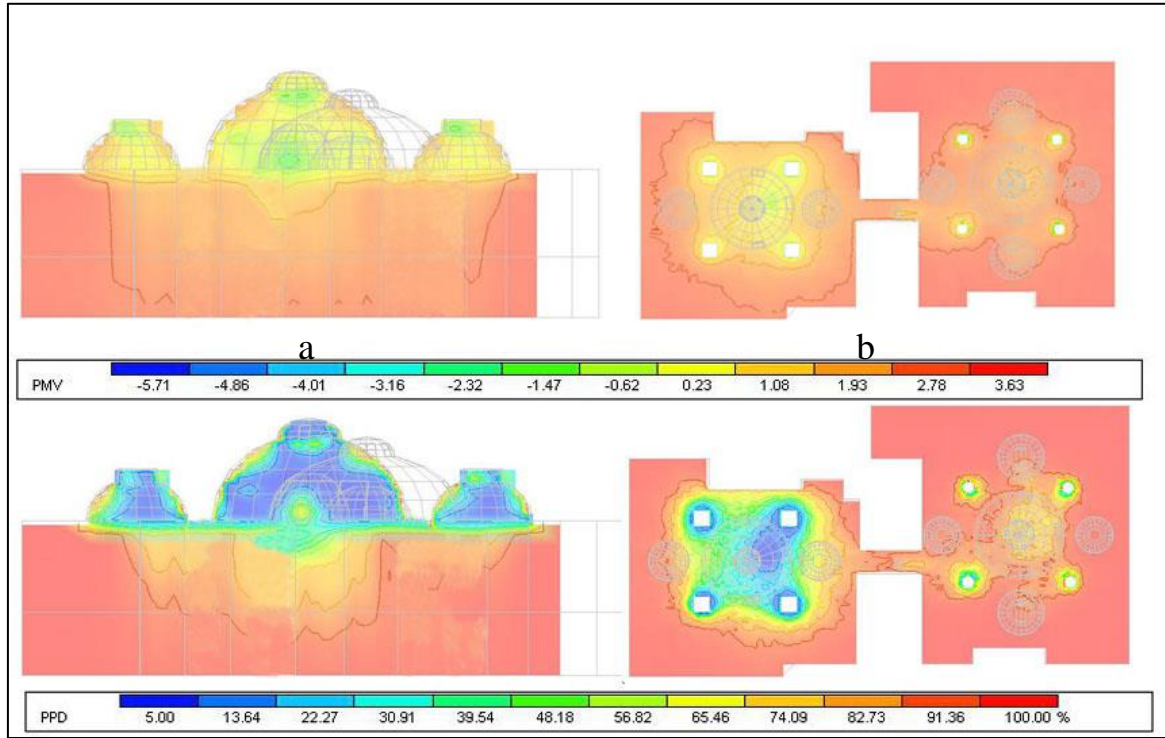


Şekil 1.10. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor (PMV) ve memnuniyetsizlik oranı (PPD), A1 alternatifinde. a) kesit, b) plan

EK-1. (devam) Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları

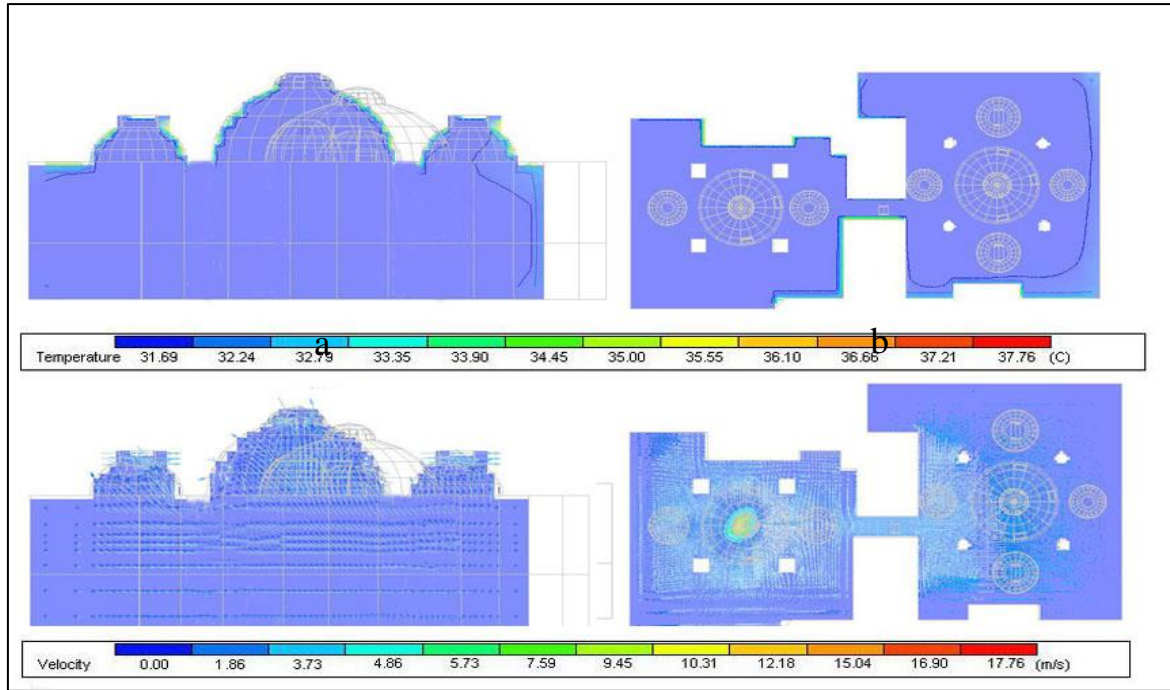


Şekil 1.11. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A2 alternatifinde. a) kesit, b) plan

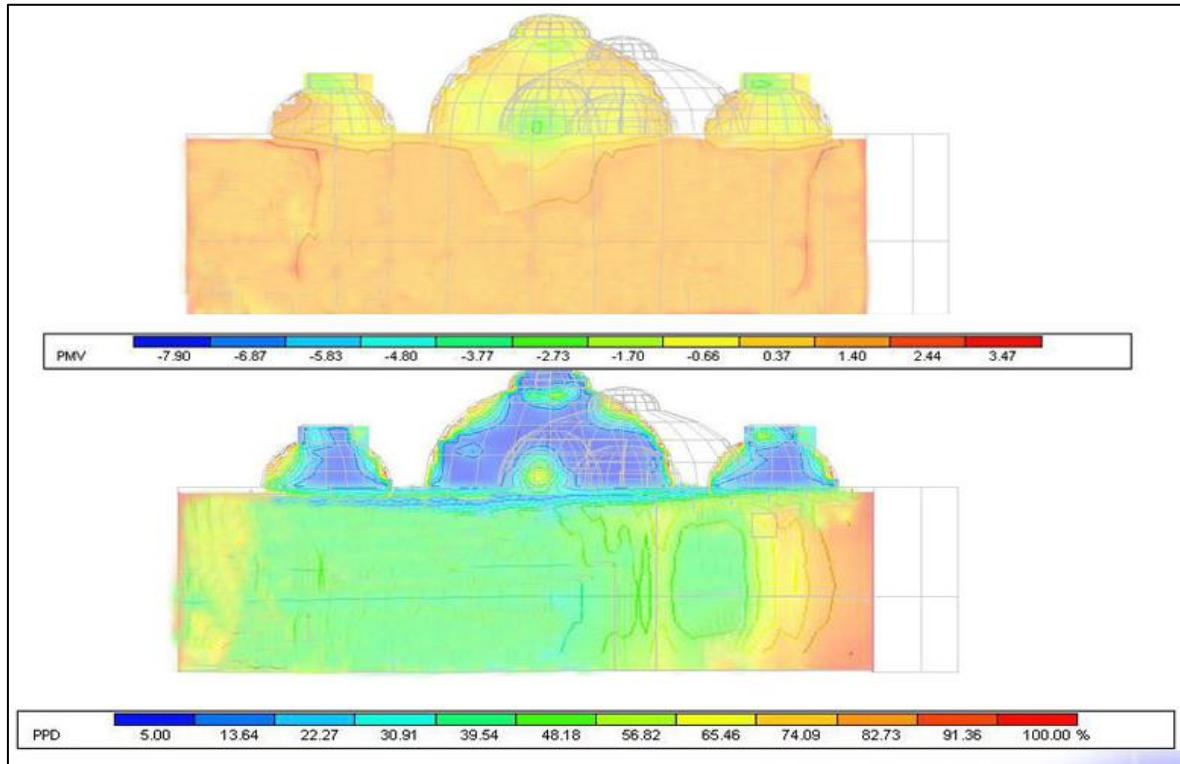


Şekil 1.12. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor (PMV) ve memnuniyetsizlik oranı(PPD, A2 alternatifinde. a) kesit, b) plan

EK-1. (devam) Tüm Alternatiflerin Soyunmalık Kısmı Kesitleri ve Planları



Şekil 1.13. 21 Temmuz saat 10.00'da hava sıcaklığı ve hızı, A3 alternatifinde. a) kesit, b) plan



Şekil 1.14. 21 Temmuz saat 10.00'da termal konfor (PMV) ve memnuniyetsizlik oranı (PPD), A3 alternatifinde (kesit)



*GAZİ GELECEKTİR..*