

SPOR SALONLARININ HAVALANDIRMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayhan DOĞAN

İnönü Üniversitesi SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ Lisansüstü Eğitim-
Öğretim Yönetmeliğinin BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI İçin
Öngördüğü YÜKSEK LİSANS TEZİ Olarak Hazırlanmıştır.

(MALATYA, Temmuz 2007)

SPOR SALONLARININ HAVALANDIRMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayhan DOĞAN

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yahya DOĞAR

İnönü Üniversitesi SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ Lisansüstü
Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinin BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI İçin Öngördüğü YÜKSEK LİSANS TEZİ Olarak
Hazırlanmıştır.

(MALATYA, Temmuz 2007)

Onur Sözü

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Spor Salonlarının Havalandırılma Açısından Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada, yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

16/07/2007

Ayhan DOĞAN

ÖNSÖZ

Konutlar, işyerleri, okullar v.s. gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde son yıllarda giderek artan ölçüde iç havanın temizliği ile ilgili endişeler gelişmektedir. **İnsanların zamanlarının büyük bölümünü iç hacimlerde geçirdikleri** ve iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağı ve bundan kaynaklanan problemler olacağı rahatça tahmin edilebilir. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda **hasta bina sendromu** gibi kavramlar ortaya çıkmış ve iç hacimlerdeki kirlilikten kaynaklanan hastalıklar teşhis edilmiştir.

EPA (U.S. Environtal Protection Agency), “Sağlıklı Yapılar, Sağlıklı İnsanlar” konusuna yönelik hazırladığı bir raporda, insan sağlığı üzerinde iç çevrenin çok büyük bir etkiye sahip olduğunu, insan yaşamının ortalama %90’ının geçtiği iç ortamlardaki kirlilik düzeyinin, çoğu zaman dış ortamdan daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Yine aynı raporda, iç ortamdaki kirliliklerin her yıl binlerce solunum yolu hastalığı ve yüzlerce kanser ölümlerine neden olduğunun tahmin edildiği, iç hava kirliliklerine maruz kalan binlerce çocuğun kanındaki kurşun düzeyinin yükseldiğinin anlaşıldığı açıklanmaktadır. (EPA, 2001, 27)

Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) 1984 yılında sunduğu raporda, küresel olarak, yapıların %30’undan fazlasında iç hava kalitesiyle ilgili şikayetlerin bulunduğu, bu şikayetlerin ise kullanıcıların yapıda geçirdikleri zamanla ve yapının iç ortam özellikleriyle bağıntılı olduğu ileri sürülmüştür (EPA Publications, 1991; Washington University,2000)

Havalandırma, bazı tesislerde kullanım koşulları itibariyle daha fazla önem arz eder. Örneğin spor salonları gibi. Spor salonları yapılan aktivite nedeniyle, solunum sıklığının arttığı alanlardır. Spor salonlarında, hava kullanıldıkça, doğal havadaki karışım oranlarını yitirir. Böylelikle canlılar için taşıdığı konfor şartlarından uzaklaşır ve insan sağlığı açısından bazı sorunlara neden olur. Bunlar;

- Sıcaklığın artması ile terleme, düşmesi ile üşüme,
- Nemin artması ile cilt solunumunun yavaşlaması, nemin azalması ile cilt kuruluğu,

- Oksijen oranının azalması ile nefes alma zorluğu yaşanması ve oluşan laktik asit sonucu yorgunluk hissedilmesidir.

Dolayısıyla spor salonlarının havalandırılması sporcuların sağlığı açısından son derece önemlidir (İmmak, 1998).

Havalandırma genel olarak kapalı bir alandaki **havanın değiştirilmesi** işlemidir (Isısan, 2002, 17). Faaliyet gösterilen alanlardaki solunan hava, daha sağlıklı bir ortam oluşturabilmek için sürekli temiz tutulmalıdır. Bu nedenle, spor salonlarının havalandırılmasında en doğru sistemlerin seçilmesi, havalandırma teknikleri konusunda bilgi ve tecrübe sahibi olunmasını gerektirir.

Tez konumun seçiminde, araştırma sonuçlandırılıncaya kadar bilimsel katkıları ile çalışmalarımı yönlendiren, araştırmanın her aşamasında ilgi ve desteğini gördüğüm, danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Yahya DOĞAR, hocam Yrd. Doç. Dr. Celal TAŐKIRAN, manevi desteğini hiç esirgemeyen çok kıymetli eŐim Pelin DOĞAN'A, bilgi ve becerilerinden faydalandığım Mak. Müh. Ömer CILIZ'A teŐekkür ederim.

Malatya 2007

Ayhan DOĞAN

SPOR SALONLARININ HAVALANDIRMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi, Ayhan DOĞAN İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temmuz 2007

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yahya DOĞAR

ÖZET

Bu araştırmada, spor salonlarında, sporcunun ve seyircinin sağlıklı bir ortamda spor yapmasını ve seyretmesini sağlayacak uygun havalandırma sisteminin nasıl olması gerektiği araştırılmıştır.

Sonuç olarak, bir spor salonunda havalandırma sisteminin nasıl ve havalandırma sistemi seçim kriterlerinin neler olması gerektiği ortaya konulmuştur. Ayrıca spor salonlarında yetersiz havalandırmanın seyirci ve sporcu sağlığına, sporcunun verimine olan olumsuz etkileri incelenmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER:

1. Havalandırma
2. Spor Salonu
3. Havalandırma Projesi
4. Spor Salonlarında Havalandırma
5. Kapalı Alanlarda havalandırma

EVALUATION OF SPORTS HALL IN CASE OF VENTILATION

Master Thesis, Ayhan DOĞAN İnönü University, Institute Of Social Sciences,
July 2007

Consultant: Yrd. Doç. Dr. Yahya DOĞAR

SUMMARY

In this thesis, the question of: “How the appropriate ventilation system to provide a healthy condition for sportsmen and spectators at sports halls must be” is researched.

Consequently, how the ventilation system of a sports hall should be and determination factors for ventilation systems are emphasized. Also negative effects of insufficient ventilation at sports hall on sportsmen and spectators health and efficiency of sportsmen.

KEY WORDS:

1. Ventilation
2. Sports Hall
3. Ventilation Project
4. Ventilation At Sports Hall
5. Ventilation At Closed Areas

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Mekik koşusu MaxVo2 Tahmin Tablosu (Ml.Kg/Dk).....	29
Tablo 2. Ticari Tesisler İçin Dış Hava Debileri	37
Tablo 3. Konutlar İçin Dış Hava Debileri	38
Tablo 4. Eğitim ve Sağlık İçin Dış Hava Debileri.....	39
Tablo 5. Tavsiye Edilen Saatlerdeki Hava Değişim Miktarları	40
Tablo 6. Ara Boşluk Dolgusuna Göre Katlı Camların Isı Geçirgenlik Katsayıları.....	76
Tablo 7. Tek Katlı Binalar İçin SCL ve CLF Tabloları İle Kullanılacak Zon Tipleri	96
Tablo 8. Güneş Gören Camların Temmuz Ayı Güneş Soğutma Yüğü	97
Tablo 9. Perdeli Camlar İçin SC Gölgeleme Katsayısı	98
Tablo 10. Çatı Ve Duvarlarda Kullanılan Tabakaların Kod Numaraları	99
Tablo 11. Duvar Tipleri: Ana Kütle Ve Yalıtım İççe.....	100
Tablo 12. Çatı Numaraları	101
Tablo 13. Düz Çatılar İçin Temmuz Ayı Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı Değerleri	102
Tablo 14. Tasarım Dış Hava Sıcaklığının Gün İçinde Saatlere Göre Düzeltilmesi	102
Tablo 15. Şartlandırılmış Hacimdeki İnanlardan Kaynaklanan Anlık Isı Kazançları	103
Tablo 16. Türkiye'nin Çeşitli İllerinde Dış Hava Tasarım Şartları.....	104
Tablo 17. TS-825 Yerleşim Yerlerine Göre Isı Hesabı Dış Sıcaklık Değerleri	105
Tablo 18. Tesisat Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklık Değerleri	108
Tablo 19. Binalarda Isıtılmayan Bölgelerin Sıcaklıkları	110

ÇİZELGELER LİSTESİ

Şekil 1. Bir Hacim İçerisinde Deplasmanlı Akış	41
Şekil 2. Bir Hacim İçerisinde Karışmalı Akış	41
Şekil 3. Rüzgar Nedeniyle Pencereleden Olan Havalandırma.....	43
Şekil 4. Yüksek Binada Baca Etkisi	44
Şekil 5. Çatı Açısı 30 ⁰ 'ye Kadar Yapılar İçin Rüzgar Basınç Diyagramı.....	45
Şekil 6. Çatı Açısı 30 ⁰ 'nin Üzerinde Yapılar İçin Rüzgar Basınç Diyagramı	45
Şekil 7. Düz Çatılar İçin Rüzgar Basınç Diyagramı	46
Şekil 8. Baca Etkisi ile Çapraz Doğal Havalandırma.....	46
Şekil 9. Mekanik Beslenme Doğal Egzoz Örneği.....	49
Şekil 10. Bir Süpermarketin Dengeli Mekanik Havalandırılması.....	49
Şekil 11. Zon Kavramı	51
Şekil 12. Sabit Havalı Tek Zonlu Sistem	54
Şekil 13. VAV Bypass Ünitesi.....	56
Şekil 14. Tipik Çok Zonlu Cihaz Sistemi.....	58
Şekil 15. Perde Kumaş Numuneleri	71
Çizelge 1. Yapı Bileşeni Sembolleri	74
Çizelge 2. Yüzeysel Isıl İletim Katsayıları.....	75
Çizelge 3. Dış ve İç Kapılara Ait Isı Geçirgenlik Katsayıları	77
Çizelge 4 Birleştirilmiş Artırım Katsayısı.....	78
Çizelge 5. Kat Yükseklik Artırım Çizelgesi.....	79
Çizelge 6. Yön Artırım Çizelgesi	79

**SPOR SALONLARININ HAVALANDIRMA AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

AYHAN DOĞAN

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	
ONUR SÖZÜ.....	1
ÖNSÖZ	2
ÖZET.....	4
ANAHTAR SÖZCÜKLER	4
TABLolar LİSTESİ.....	6
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	7
İÇİNDEKİLER	8

I.BÖLÜM

GİRİŞ

1. PROBLEM DURUMU.....	12
2. PROBLEM CÜMLESİ.....	13
3. ALT PROBLEMLER	13
4. ARAŞTIRMANIN AMACI.....	13
5. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI.....	13
6. ARAŞTIRMANIN METODU.....	14
7. TERİMLERİN TANIMI.....	15

II.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1. HAVALANDIRMANIN TANIMI.....	18
2. HAVALANDIRMANIN ÖNEMİ	19

2.1. İnsan Vücutu ve Hava.....	20
2.1.1. Akciğerlerin Yapısı.....	22
2.1.2. Kan ve kanın yapısı.....	22
2.1.3. Solunumun Denetlenmesi	22
2.2. Spor Salonlarında Oksijen İhtiyacı	23
2.3. Antrenman ve Solunum Sistemi	24
2.4. Organizmada Enerji Üretiminde Oksijen Gereksinimi.....	25
2.4.1. Oksijenli Solunum (Aerobik Sistem).....	26
2.4.2. Oksijensiz Solunum (Anaerobik Sistem).....	26
2.4.3. İnsan Vücudunda Oksijen Gereksinimi Hesabı	27
2.4.3.1. Shuttle Run Testi (Mekik Koşusu).....	28
2.5. Hastalıklar	29
2.5.1. Bronşial Astım	30
2.5.2. Akut Bronşit	30
2.5.3. Kronik Akciğer Hastalıkları (KOAH)	30
2.5.4 Tüberküloz (verem)	31
2.6. İç Denge.....	31
3. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ	32
3.1. İç Hava Kalitesinin Bozulma Nedenleri	33
3.1.1 İç Hava Kalitesinin Geliştirilmesi İçin Uygulanabilecek Yöntemler	34
3.2. Havalandırma Debisi Yöntemi	35
3.2.1. Hava Debisi ve Hava Değişim Sayısı	39
3.2.2. Bir Hacim İçerisindeki Hava Hareketi	40
4. DOĞAL HAVALANDIRMA	42
4.1. Derz Araları ve Gözeneklerden Havalanma	42
4.2. Pencere Aracılığıyla Havalanma.....	42
4.3. Baca (Şaft) Aracılığıyla Havalanma	43
4.4. Tepe-Kule Pencereler İle Havalandırma.....	44
5. MEKANİK HAVALANDIRMA.....	47
5.1. Tam Havalı Sistemler	51
5.1.1. Tek Kanallı Sistemler	54
5.1.1.1. Sabit Havalı Tek Zonlu Sistemler.....	54

5.1.1.2. Zonlarda Tekrar Isıtılmalı Çok Zonlu Sistemler.....	55
5.1.1.3. Baypas Sistemler.....	55
5.1.1.4. Değişken Hava Debili (VAV) Sistemler.....	55
5.1.2. İki Kanallı Sistemler	57
5.1.2.1. İki Kanallı Sabit Debili Sistemler.....	57
5.1.2.2. İki Kanallı Değişken Debili Sistemler	58
5.1.3. Çok Zonlu Sistemler	58
5.2. Havalı Sulu Sistemler	59
5.3. Sulu Sistemler	60

III. BÖLÜM

BULGULAR

1. SPOR SALONLARINDA HAVALANDIRMA	62
2. HAVALANDIRMA SİSTEMİ SEÇİM KRİTERLERİ	63
2.1. Yapının İncelenmesi	64
2.1.1. Hacim Özellikleri ve Isı Kaynakları	64
2.2. İklimlendirme Yüğü Kriterleri.....	66
2.2.1. Dış Yüğüler.....	67
2.2.2. İç Yüğüler	67
3. KULLANIM AMACINA YÖNELİK SEÇİM KRİTERLERİ.....	68
4. CLTD/SCL/CLF İLE SOĞUTMA YÜĞÜ HESAP YÖNTEMİ.....	70
4.1. Pencerelerden Işınım İle Oluşan Soğutma Yüğü.....	70
4.2. Çatılar, Dış Duvarlar ve Pencerelerden İletimle Oluşan Soğutma Yüğü.....	71
4.3. İç Duvarlar, Tavan ve Döşemeden Isı Geçışı İle Olan Soğutma Yüğü	71
4.4. İklimlendirilen Hacimdeki İç Isı Kaynakları	72
5. ISI KAYBI HESAP YÖNTEMİ.....	72
5.1. Özgül Isı Kaybı Hesabı ve Tablosu	72
5.2. Isı Kaybı Hesabı ve Tablosu	73
5.2.1. Yapı Bileşeni Sütunu	73
5.2.2. Alan Hesabı Sütunu	84

5.2.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu	75
5.2.4. Artırımlar Sütunu	77
5.2.5. Toplam Isı İhtiyacı Sütunu.....	79
6. PSİKROMETRİK DİYAGRAM İLE KAPASİTE HESAPLARI	80
6.1. Spor Salonuna Üflenecek Hava Miktarı	80
6.2. Gizli Isıyı Taşıyan Su Buharı Miktarı ve Havanın Yaz İşletmesindeki Nemi	81
6.3. Yaz İşletmesi İçin Soğutma Yüğü	82
6.4. Kış İşletmesinde Ön Isıtma Yüğü İle Son Isıtma Yüğü	83

IV. BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	86
2. ÖNERİLER.....	91

KAYNAKÇA	92
-----------------------	----

EKLER

EK 1- TABLOLAR	96
----------------------	----

I. BÖLÜM

GİRİŞ

1. PROBLEM DURUMU

Spor günümüzde kişisel gelişim, kitlesel birliktelik ve uluslararası diyalog açısından büyük öneme sahiptir. Böyle birleştirici bir rolü olan spor, insanların beden ve ruh sağlığı açısından da aynı derecede önemlidir. Hayat şartlarının her geçen gün insan sağlığını tehdit eder durumda gelişmiş olması, sporun insan sağlığı açısından ne denli hayati bir araç olduğunu da ortaya koymaktadır.

Sağlıklı spor yapabilmek için spor yapılan ortamın da insan sağlığına uygun ve sporun özü ile uyumlu olması gerekir. Spor ortamının da insan sağlığına uygun ve sporun özü ile uyumlu olması için, her şeyden önce, anılan ortamın da spor yapan bireylerin temel ihtiyacı olan temiz havayı yeteri kadar almalarını sağlayacak düzeyde ve yapıda olması şarttır. Bu nedenle **solunan havanın kaliteli hava sayılabilmesi için, havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatminsizlik hissetmemesi gerekmektedir** (Genceli, 1998, 13).

Havalandırma, hem sporcuların temiz ve sağlıklı hava soluması hem de spor salonunun uzun ömürlü olması için anahtar rol oynamaktadır. Artık teknolojik gelişmelerle birlikte, spor salonlarında karbondioksit oranı, koku, nem, organik buharlar, toz, duman gibi sağlık açısından dikkat edilmesi gereken etmenler kontrol altına alınabilmektedir.

Ancak, yapılan literatür taramasında spor salonlarının havalandırılması konusunda, yeterli ve ciddi bilimsel çalışmalar yapılmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle sağlıklı ortamlarda spor yapmak ve sporun özünden kaynaklanan sağlıklı yaşama hizmet etmek açısından spor salonlarının havalandırılması konusu, araştırılması gerekli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu araştırmada, spor salonlarının havalandırılmasının önemi ve havalandırma sistemleri araştırılmıştır. Çünkü daha sağlıklı ortamlarda daha nitelikli spor yapmak ve izlemek için, spor salonlarının havalandırılması ve havalandırma sistemlerinin incelenmesi spor açısından anlamlı ve yararlı olacaktır.

2. PROBLEM CÜMLESİ

Spor salonlarında gerçekleştirilen sportif aktivitelerin daha sağlıklı ve etkili olmasında, havalandırma sistemlerinin önemi nedir ve havalandırma sistemleri nasıl olmalıdır?

3. ALT PROBLEMLER

- Spor salonlarında, uygulanması gereken havalandırma standartları nelerdir?
- Spor salonlarında havalandırmanın, sağlıklı ve nitelikli spor yapmak açısından önemi nedir?
- Spor salonlarında, havalandırma sistemlerinin planlanması aşamasında dikkate alınması gereken kriterler nelerdir?

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Araştırmada, Spor salonlarının havalandırma açısından incelenmesi ve olması gereken durumun ortaya konması; sporcunun ve seyircinin sağlıklı bir ortamda spor yapmasını ve seyretmesini sağlayacak havalandırma ortamının oluşturulması için gerekli kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra uygun bir havalandırma sisteminin, sporcunun ve seyircinin sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmak ve bu anlamda daha sağlıklı spor salonlarının yapımı için havalandırma alternatifleri sunmak amaçlanmıştır.

5. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Araştırma, spor salonlarının havalandırılması ve spor salonlarında daha sağlıklı spor yapmak konuları ile sınırlandırılmıştır.

Araştırma, ulusal standartlarda oyun sahasına sahip spor salonları ile sınırlandırılmıştır.

Ayrıca yapılan yorumlar, henüz spor salonlarının havalandırmasıyla alakalı yürürlükte olan bir yönetmelik olmadığından; Makine Mühendisleri Odası yayınlarında kabul edilen ASHRAE normları ve TSE tarafından hazırlanmış Bina İçi Ortamlar İçin Havalandırma Tasarım Kuralları (TS CR 1752) ve Bina Isı Yalıtım Kuralları (TS 825) adlı normlar ile sınırlandırılmıştır.

Havalandırma sistemleri ve bunların mevcut uygulamaları ile sınırlandırılmıştır.

6. ARAŞTIRMANIN METODU

Bu araştırmada **“Türkiye’de Bulunan Üniversitelerdeki Spor Salonlarının Havalandırma Açısından Değerlendirilmesi”** konusunun incelenmesi amaçlanmıştır. Ancak İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü vasıtasıyla üniversitelere gönderilen bilgi formuna üç ay bekleme süresinin sonunda yeterli cevap alınamadığı için araştırmanın problem cümlesi ve metodu değiştirilmiştir. Bunun sonucunda araştırmanın konusu **“Spor Salonlarının Havalandırma Açısından Değerlendirilmesi”** olarak yeniden düzenlenmiştir.

Metot: Bu araştırmada, Spor salonlarının havalandırmasıyla ilgili kaynak taraması, saha gözlemleme, bilimsel ve güncel yayınların incelenmesi yöntemi kullanılmıştır.

Verilerin toplanması: Havalandırma sistemleri ile ilgili kaynakların incelenmesi, konuyla ilgili literatürün taranması, saha gözlemlerinin yapılması yoluyla sağlanmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi: Elde edilen bulguların toplanması, değerlendirilmesi, bilimsel rapor hazırlama ve öneri aşamasıyla sonuçlanmıştır.

Makine Mühendisleri Odasının yayınları taranmış, Malatya Makine mühendisleri Odası yetkilileri ile görüşmeler yapılmış ve 63586 sicil numarasıyla faaliyet gösteren Makine Mühendisi Ömer Cılız’dan havalandırma sistemlerinin açıklanması konusunda yardım alınmıştır. Ayrıca İnönü Üniversitesi Spor Salonu’nun Havalandırma Projesi incelenerek teknik hesaplamalarda örnek alınmıştır. Konunun araştırılmasında ve değerlendirilmesinde, ağırlıklı olarak, spor salonlarında havalandırma sistemlerinin teknik yanından ziyade, spor salonlarında havalandırmanın

sporum niteliği, sporcu ve seyirci sağlığı üzerindeki etkileri hakkında daha ağırlıklı olarak durulmuştur.

7. TERİMLERİN TANIMI

Araştırmada geçen ve konunun daha iyi anlaşılabilmesinin sağlanması açısından bazı terimlerin tanımları yapılmıştır:

Ppm (Parts Per Million): Milyonda bir birime verilen isimdir. Herhangi bir karışımda toplam madde miktarının milyonda bir birimlik maddesine 1ppm denir. Derişim birimi olarak kullanılır (Analiz, 2007).

Kuru Termometre Sıcaklığı: Havanın, sıradan ev termometresi ile ölçülebilen ve bulunduğu noktadaki sıcaklığıdır (Meteor, 2007).

Yaş Termometre Sıcaklığı: Haznesi ıslak pamuk ile sarılmış klasik termometrenin, haznesine temas eden suyun buharlaştığı anda gösterdiği sıcaklıktır (Alperen, 2007).

Entalpi: Bir maddenin yapısında toplayabildiği her türlü enerjidir. Başka bir değişle mekanik ve kinetik enerjiler toplamıdır (Kimyaevi, 2007).

Zon Kavramı: Isı kazançları ve kayıplarının zamanlaması, diğer iç hacimlere göre farklı zamanlaması olan her alan farklı bir zon olup, iç hava kontrolünün bağımsız olarak sağlanması gerekir. Buna ek olarak insan yükünün değiştii iç hacim, kullanım amacının değiştii, bina kullanım zamanının değiştii her alan ayrı birer zon olarak değerlendirilmelidir.

Bağıl nem: Havadaki nem miktarının, o havanın alabileceği max. nem miktarına olan oranıdır. Sıcaklık ile ters orantılı olup birimsizdir. Örneğin çiiğ noktası üzerindeki bağıl nem % 100'e eşittir. Bu, çiiğ noktası sıcaklığında havanın suya doydugu anlamına gelir. Sıcaklığın biraz daha azalması durumunda yüzey üzerinde bir miktar su yoğunlaşacaktır. Higrometre marifetiyle ölçülür (Dask, 2007).

Higrometre: Bir adet kuru termometre ve bir adet yaş termometreden oluşan bu cihazla, aynı ortamda iki termometreden de alınan değerlerin farkı bağıl nemi verir (Wikipedia, 2007).

İteratif işlem: Her adımda kendisini düzelterek ilerleyen işlemler zinciridir. Her adımda kendini geliştirerek sonuca varmaktır (Sözlük, 2007).

İndüklenen hava: Sürüklenen hava

Boyer: Kalorifer kazanının sıcaklığından yararlanarak içindeki suyun ısıtılması sağlanan depodur (Tef, 2007).

Esanjör: Farklı sıcaklıktaki sıvı ya da gazların enerji alışverişi yaptıkları aygıt. Bir merkezi ısıtma dizgesinde (sisteminde), ısıtılacak yapıya gelen su buharı bir serpantinden geçerek çevresindeki suyu ısıtır; bu su, tesisatı dolaşarak sıcaklığı sağlar. Gelen buhar, ısınıp verdikten sonra su haline geçerek yoğuşma deposuna gider. Bu düzene esanjör ya da ısı değiştirgeci denir(Tef, 2007).

Apsis: İki boyutlu koordinat sisteminde x-ekseninin isimidir (Ödev, 2007).

Ordinat: İki boyutlu koordinat sisteminde y-ekseninin isimidir (Ödev, 2007).

Spor: Kişinin belli düzenlemeler içinde fiziksel aktivitelerini ve motor becerilerini fiziksel ruhsal ve sosyal davranışlarını geliştiren ve bu özelliklerini belirli kurallar içinde yarıştırmasını amaçlayan biyolojik, pedagojik ve sosyal bir uğraştır. (İnal, 2003, 47)

Sporcu: Sporcu, en temel anlamda “Sporla uğraşan, spor yapan kimse” olarak ifade edilebilir.

Spor kavramı yapılış amacına göre, elit spor ve kitle sporu biçiminde iki ana başlık altında incelenmektedir. Ancak sporcu kavramı, sporu yüksek bir performansa ulaşmak, rekor kırmak bu şekilde para ve/veya statü kazanmak amacıyla yapan, yaşamını sporun katı ve belirli kurallarına mutlak bir bağımlılıkla şekillendiren, kişiler için kullanılmaktadır. Eğlenmek, dinlenmek, sağlığını korumak ve benzeri amaçlar ile serbest zamanlarını sporla değerlendiren kişiler ise spor yapan kişiler kavramı ile ifade edilmektedir. (Ezcan, 2005, s.6)

Verimlilik (Prodüktivite): İşletmenin üretim miktarı bakımından verimliliğini göstermek veya eldeki kaynaklarla en çok üretimi elde etmek demektir. (Özdemir, 1998, s.11)

Spor Tesisi: Spor faaliyetlerinin ve her spor branşının kendine özgü çalışma, hazırlık ve antrenmanlarının yapılabilmesine uygun, spor faaliyetleri öncesi ve esnasında sporcu ve seyircilerin gereksinimlerini (saha, tribün, tuvalet, duş vb.) karşılayacak üniteleri bulunan yapı, saha ve alanlardır.

Tanımdan da anlaşılacağı üzere spor tesisleri, spor branşlarının ihtiyaçlarına göre çeşitlilik göstermektedir. Basketbol, voleybol, hentbol gibi sporlar birbirlerine benzer ihtiyaçlar duymaları sebebiyle, aynı tesis içerisinde aynı salonda çalışılabilirken kış sporları, futbol ya da atıcılık gibi sporların yapılabilmesi için branşa özgü spor tesisleri oluşturulması şarttır. (Ezcan, 2005, s.9)

Spor Salonu: Basketbol, voleybol, hentbol gibi sporların yapılabildiği ulusal standartlara sahip oyun sahasına sahip ve değişik kapasitelerde izleyici tribününü bünyesinde bulunduran tesislere spor salonu denir. Spor salonları, amatör sporcuların kullandığı, normlara uygun oyun sahasına sahip olmayan kompleksler ile karıştırılmamalıdır (Wikipedia, 2007).

Egzoz: Gazın atılmasını sağlayan düzenek (Türk Dil Kurumu, 2007).

Hasta Bina Sendromu: Binalarda sebebi belirgin olmayan hastalık semptomlarına yol açan duruma verilen isimdir. Genellikle iç hava kalitesinin bozulması sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir (Astım Alerji İmmünoloji Derneği, 2005)

Pik: Tepe,zirve (Türk Dil Kurumu,2007).

ATP (Adenozin trifosfat) : Hücre içinde bulunan çok işlevli bir nükleotittir, en önemli işlevi hücre içi biyokimyasal reaksiyonlar için gereken kimyasal enerjiyi taşımaktır. Genelde glikozun sentezlenmesiyle oluşur (Wikipedia, 2007)

Mutlak Nem: Havanın hacim birimi (m³) başına içerdiği su buharının gram cinsinden ağırlığına denir (Wikipedia, 2007).

II. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1. HAVALANDIRMANIN TANIMI

Havalandırma, genel olarak kapalı bir hacimdeki havanın değiştirilmesi işlemidir. Havalandırma iki değişik türde gerçekleşir. Bunlar; Klasik Havalandırma (Hava Sızması ve **Doğal Havalandırma**) ve Modern Havalandırma (**Mekanik Havalandırma**) (Uralcan,Yalçın, 2003,10). Bu iki tür havalandırma; enerji, hava kalitesi ve ısı konfor üzerindeki etkileri açısından oldukça farklıdır. İstenilen bir hava değişimi oranını sürekli olarak sağlayabilme yetenekleri açısından da farklılık gösterirler. Bir kapalı ortamda, herhangi bir andaki hava değişim oranı, genellikle yukarıda söz edilen iki tür havalandırma sistemini de içerir ve herhangi bir havalandırma sistemi hâkim olduğu düşünülse bile, her iki havalandırma sistemi de göz önünde bulundurulur. Diğer bir ifadeyle iki havalandırma sistemini, birbirinden tamamen bağımsız olarak ele almak mümkün değildir.

Klasik Havalandırmanın bir çeşidi olan **Hava Sızması**; bina dış kabuğundaki istek dışı açıklıklardan rüzgâra, sıcaklık farkına ve/veya cihazlara bağlı olarak ortaya çıkan basınç farklarının doğurduğu, kontrolsüz hava akışıdır. Hava Sızması dış hava şartlarına ve istek dışı açıklıkların konumlarına bağlı olduğu için, yeterince uygun bir havalandırma ve hava dağıtımı sağlanması açısından yetersizdir. Özellikle spor salonu gibi büyük yapılarda, gerekli olan havalandırmanın önemsenmeyecek derecede az bir kısmı hava sızması sayesinde gerçekleştiği için, tezin geri kalan kısmında bu konudan söz edilmemiştir.

Klasik Havalandırmanın diğer bir çeşidi olan **Doğal Havalandırma** ise; kasıtlı olarak bırakılan açıklıklardan rüzgâr etkisiyle ve/veya iç-dış hava sıcaklıkları farkı sonucunda gerçekleşir. Açık pencerelerden ve kapılardan ve tasarımdaki diğer açıklıklardan hava akışı, kirleticilerin seyreltilmesi ve sıcaklığın kontrol edilmesi için uygun bir havalandırma sağlamak amacıyla kullanılabilir. Bina dış kabuğundaki istek dışı açıklıklar ve buralardan gerçekleşen hava sızması, arzu edilen doğal havalandırma ile etkileşerek, tasarımdakinden daha büyük havalandırma debilerine yol açabilir (Bkz. Isısan Yayınları 2002, MMO Yayınları 2003).

Modern Havalandırma ya da diğerk bir deyişle Mekanik (Zorlanmış) Havalandırma, uygun olarak tasarlanan, tesis edilen, işletilen ve bakımı yapılan bir havalandırma sistemi ile bir bina içindeki hava değışiminin ve hava dağılımının kontrolünde en büyük etkiyi sağlar. Mükemmel bir mekanik havalandırma sistemi, iç havada bulunan ancak çıplak gözle pek de fark edilemeyen kirletici düzeylerini kontrol etmeye, yeterli havalandırma debisini sağlamaya ve aynı zamanda, aşırı havalandırmaya ve buna bağılı olarak ortaya çıkan enerji kaybını engellemeye yardımcı olur. Ayrıca iyi bir ısı konfor sağlar (Bkz. Isısan Yayınları 2002, MMO Yayınları 2003).

Bina sakinlerinin sağığı ve konforu için, bir en az dış hava miktarı gereken ve bir mekanik emiş sisteminin tavsiye edildiğı veya gerekli olduğı büyük binalarda (spor salonlarında) genellikle mekanik havalandırma hâkimdir. Konutlarda, mekanik havalandırma henüz kullanılmamaktadır. Fakat enerji kaybı az olan daha sıkı yalıtımlı binalarda, kabul edilebilir iç hava kalitesi sağlanması için, yeterince dış hava temin eden havalandırma sistemleri kullanılmaktadır.

2. HAVALANDIRMANIN ÖNEMİ

Yaşanan hacimlerdeki solunan havanın, yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı karışım seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirletici maddeyi içermemesi gereklidir. Solunan havanın kaliteli hava sayılabilmesi için, **havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranda, havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatsızlık hissetmemesi gerekmektedir** (Genceli, 1998, 13).

Konutlar, işyerleri, okullar v.s. gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde de, son yıllarda giderek artan ölçüde, iç havanın temizliğı ile ilgili endişeler gelişmektedir. **İnsanların zamanlarının %90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdikleri** düşünülduğünde, iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağından dolayı, bu tür ortamların sağılıklı bir solunumun gerçekleşmesi için yeterli oksijen temini sağlanamayacağından, çeşitli rahatsızlıklara ve hastalıklara sebebiyet vereceğı kaçınılmazdır. Bu görüşe paralel olarak son yıllarda **hasta bina sendromu** gibi yeni kavramlar kullanılmaya başlamıştır.

Hareketsizlik, kirli hava ve çeşitli zararlı maddeler alınması, insan bedeninin büyük oranda güç yitirmesine neden olacaktır. Buna karşılık, bedensel hareketlilik, insanı güçlendirdiği kadar, sağlığını korumasına, dolayısıyla hem mutlu, hem de uzun yaşamasına da yardımcıdır.

Kanser yapıcı etkisi bilinen benzopiren maddesi ile akalalı yapılan bir araştırmada, **Ankara'nın kirli havasında yaşayan bir insanın yılda 70 miligram kadar benzopiren almakta iken; günde bir paket sigara içen birinin yılda 60 miligram benzopiren aldığı ortaya çıkmıştır** (Ülkü, İbagüner, Tüzün 1987, 607).

İnsanlar sağlıkları için spor yaparlarken, spor yaptıkları ortamın hava koşulları da çok önemlidir. Çünkü hava koşulları, antrenmanları ve spor müsabakalarını büyük oranda etkiler. **Hava kirliliği tehlikeli boyutlara ulaştığında veya sıcaklık 35°C'nin üstüne çıktığında (ya da nem oranı %60'ı aşmışsa 32°C'nin üstüne çıktığında) hiçbir yorucu çalışma yapmamak gerekir.** Bu tip durumlarda ortamın havasını mekanik olarak havalandırmak en iyi çözümdür. (Bengü,1983,17).

Bu nedenle havalandırmanın önemini anlamak açısından, organizmanın havaya olan ihtiyacını, havayı kullanan organları ve havanın eksikliği halinde meydana gelebilecek olumsuzlukları tahlil etmek önemlidir.

2.1. İnsan Vücudu ve Hava

Hava; İçindeki değişik gazlar (oksijen, azot, karbondioksit... vs.), su buharı ve partiküller (toz, polen, tüy... vs.) ile atmosferi dolduran renksiz ve kokusuz bir gazdır. Havayı oluşturan gazların dağılım oranları aşağıdaki gibidir;

- % 78,084 Azot,
- % 20,9476 Oksijen,
- % 0,934 Argon,
- % 0,0314 Karbondioksit,
- % 0,0018.18 Neon,
- % 0,000524 Helyum,
- % 0,002 Metan,
- % 0,0 ile % 0,0001 arasında Hidrojen,

-Xenon, Ozon ve diğler gazlar.

Bu karışım içinde canlı yaşam ve insan için en önemli gaz oksijendir. Oksijensiz bir ortamda canlı yaşam yoktur (Çevre Orman, 2007).

Hava, insan ve canlıların yaşaması için hayati öneme sahiptir. Yerküreyi saran gaz kütleye atmosfer adı verilmektedir. Atmosferdeki hava tabakasının kalınlığı 150 km. dir. Bunun sadece 5 km. si canlıların yaşamasına elverişlidir. Yeryüzünden uzaklaştıkça hava tabakasının yoğunluğu azalır. **Vücudun tüm canlı hücrelerinin, kendilerine canlılık sağlayan kimyasal reaksiyonları sürdürebilmeleri için oksijene yani havaya gereksinimleri vardır.** Bu reaksiyonların sonundaki ürünlerden biri karbondioksit adı verilen gazdır. Bu gazın hemen vücuttan atılması gerekir; aksi takdirde hücreler kendi artık ürünleriyle boğulurlar.

Havada bulunan gazları üç grupta toplanabilir:

- Havada devamlı bulunan ve çoğunlukla miktarları değişmeyen gazlar (azot, oksijen ve diğler asal gazlar)
- Havada devamlı bulunan ve miktarları azalıp çoğalan gazlar (karbondioksit, su buharı, ozon)

Havada her zaman bulunmayan gazlar (kirleticiler) (Çevre Orman, 2007)

Yaşamın devamı için ilk akla gelen şüphesiz, insanın canlı kalabilmesi için nefes almaya ihtiyaç duymasıdır. Çünkü insan susuzluğa karşı bir kaç gün direnebilirken, havasızlığa dayanma süresi ancak bir iki dakikadır. Ne var ki bu noktada insanı asıl hayrete düşüren şey havadaki oksijen oranının tam olarak insanın ihtiyacına uygun olarak yaratılmış olmasıdır. **Havada bulunan oksijen oranının (%21) biraz daha fazla olması hücrelerin yanmasına neden olacakken, biraz daha az olması da gıdalarımızın enerjiye çevrilmesini imkânsız kılacaktır.** Nitekim havada bulunan oksijenin bu hassas ayarının korunması için azot, karbondioksit, hidrojen vb. gibi gazların da canlılığın devamını sağlayabilecek en uygun miktarlarda olması gerekir. İnsanın soluduğu havada yalnızca oksijen olsaydı o zaman yeryüzündeki canlıların zehirlenerek ölmesi kaçınılmaz olacaktı. Zira oksijen tek başına solunduğunda zehirleyici etki yapan yakıcı, özel bir gazdır. (Çevre Orman, 2007)

Havadaki oksijeni vücuda almak ve karbondioksiti atmak için kullandığımız organlar akciğlerlerdir.

2.1.1. Akciğerlerin Yapısı

Akciğerler göğüsün üst bölümünde yer alan, yaklaşık bir kilo ağırlığında, bir çift organdır. Kaburgalar tarafından oluşturulan, altı diyaframla örtülü, çan biçimindeki koruyucu bir kafesle sarılmışlardır. Akciğerler çok sayıda hava keseciğinin (alveol) belli bir düzen içinde birbirleriyle birleşmesinden oluşmaktadır. Akciğerler, soluk borusu ile boğazın arka tarafından gırtlakla bağlantılıdır. Hava burun ve ağız yoluyla süzülüp, nemlendirilip ıslatıldıktan sonra soluk borusuna girer. Akciğerlerin havayı vücuda ve vücuttan dışarıya pompalama hızı, vücudun hareketlilik miktarına bağlıdır. Dinlenmekte olan yetişkin bir insan her dakikada 12 kez soluk alır ve her soluk alışta akciğerlere 500 cm³ hava girer. Koşu gibi hızlı hareketlerde soluma hız iki katına çıkabilir ve alınan hava miktarı 12 kat artabilir (Ward, 1983, 21).

2.1.2.Kan ve kanın yapısı

Kan yapı olarak vücudun diğer sıvılarından farklıdır. Kan aslında bir anlamda dokudur; tıpkı kemik veya kas dokusu gibi. Ancak bir dokuyu oluşturan hücreler birbirlerine sıkı sıkıya tutunurken, kan dokusunu oluşturan hücreler birbirlerine yapışık olmayan hücrelerden oluşmaktadır. Alyuvar, akyuvar ve trombosit ismi verilen kan hücreleri, kan plazması içinde serbestçe dağılmış olarak dolaşırlar.Kan %55 plazmadan, %45 de kan hücrelerinden oluşur. Plazmanın %90-%92'si su, geri kalan bölümü ise plazma proteinleri, aminoasitler, karbonhidratlar, yağlar, hormonla, üre, ürik asit, laktik asit, enzimler, alkol, antikolar, sodyum, potasyum, iyot, demir, bikarbonat gibi elementlerden oluşur. (İnsan Mucizesi, 1999).

2.1.3. Solunumun Denetlenmesi

Solunum hareketleri, tamamen beyinden kaynaklanan (motor) sinirsel uyarıların solunum kaslarını kasılmaya yöneltmesiyle gerçekleşen bir olaydır. Solunum hareketleri, biri bilinçli, diğeri otomatik (bilinçsiz) olmak üzere iki ayrı uyarı ve denetim zincirine bağlı olarak ortaya çıkar. Solunum olayı normalde otomatik

– bilinçsiz bir olaydır. Ancak bilinç solunumu belli sınırlar içerisinde denetleyebilir. Örneğin bir süre nefesimizi tutabiliriz veya hızlandırabiliriz. Beyindeki pons ve medulla bölgeleri henüz tüm ayrıntıları bilinmeyen karmaşık bir biçimde birbirini denetleyerek ritmik bir solunumun gerçekleşmesini sağlarlar. Sözü ettiğimiz bu merkezler, aynı zamanda kalbe yakın büyük atardamarlarda ve beyinde bulunan ve “kemoreseptör” denilen bazı yapılardan gelen bilgilerin ışığı altında solunum hareketlerinin sayı ve derinliğini ayarlarlar. Kemoreseptörler, kanın yapısını oksijen, karbondioksit ve hidrojen yoğunluğu bakımından sürekli denetlerler. Kalbe yakın büyük damarların üzerinde bulunan kemoreseptörler özellikle kandaki oksijen değişikliklerine duyarlıdır. **Kanda oksijen azaldığında solunum merkezini uyurup solunumun artmasına neden olurlar** (Ülkü, İbagüner, Tüzün 1987, 585) .

2.2 Spor Salonlarında Oksijen İhtiyacı

Spor yapan kişilerin (özellikle sporcuların) spor yapmayan insanlara göre daha çok enerjiye ihtiyaçları vardır. Bu enerjinin en temel kaynakları besin maddeleri ve oksijendir. Diğer insanlara göre daha çok enerjiye ihtiyacı olan sporcular, doğal olarak besin ve oksijene de daha çok ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla beslenme düzenleri de spor yapmayan insanlara göre farklıdır. Bu iki temel enerji kaynağından sadece birini yeterli miktarda ve düzende almak istenilen enerjiyi açığa çıkarmaz. Çünkü yeterli enerji oluşumu için, her ikisinin de uygun miktarlarda alınması gerekir.

Özellikle nüfus yoğunluğunun büyük olduğu kentlerde insanlar, teknolojinin getirdiği kolaylık ve yararların yanı sıra, çevre kirliliği (egzozlardan kaynaklanan kurşun, karbondioksit, karbon monoksit, kükürt dioksit, hidrokarbonlar, ozon ve mikro canlılar...) nedeniyle organizma için yeterli oksijeni alamayabilirler. Çünkü, oksijenle birlikte solunan zararlı maddeler, insan hareketinde dayanıksızlık, tembellik... gibi çeşitli olumsuzluklara neden olabilirler. Bu durum insan organizmasında bir durağanlığa ve hareketsizliğe neden olur. Hava kirliliğinden kaynaklanan: **uykusuzluk, halsizlik, kendini sürekli yorgun hissetme, bağışıklık sisteminin zayıflaması, mikrobik hastalıklara yakalanma riski, baş ağrısı, depresyon ve stres** gibi sorunlar, en çok, sistemli bir metabolizmaya sahip insanları (sporcular gibi) olumsuz etkiler. Özellikle sporcular, yetersiz oksijen almalarından dolayı kas

yırılması, lif kopması, kırıklar, burkulmalar... gibi çeşitli sakatlıklara maruz kalabilirler.

Ufak bir kas yırtığının tedavi ve nekahet dönemi asgari 6–10 haftadır ki bu süreye bir de o bölgeyi güçlendirmek için geçen zaman eklendiğinde bir profesyonel için önemli bir zaman kaybı olduğu bilinir. Düzenli olarak alınan oksijen ise dolaşım sistemini düzenlediği ve nekahet döneminde ihtiyaç olan enerjiyi sağladığı için tedavi süresi oldukça kısadır (Ponroy, 2007).

Sonuç olarak, bir sporcunun ya da spor yapan kişinin, antrenman ve çalışmalarından yeterli verimi alabilmesi için, en temel ihtiyacı olan, bol oksijenli ortamda çalışması ve yaşaması gerekir

2.3. Antrenman ve Solunum Sistemi

İstirahat halindeki bir kişi, dakikada 16–18 defa soluk alır. Her solumada ise 500–600 ml arası hava alır. Bir kişinin, bir dakikada aldığı hava miktarı ise o kişinin dakikalık soluk volümünü (hacmini) meydana getirir. **İş halinde olmayan bir kişinin dakikalık soluk volümü 5–7 litredir. Yük altında bu miktar 120 lt'ye, bazı ağır çalışmalarda ise 140 lt' ye kadar çıkabilir.** Alınan hava, akciğerdeki alveollere gelir. Etrafi çok sık kılcal damarlarla çevrilmiş olan alveollerin sayısı 7–8 yüz milyondur. Bu 7–8 yüz milyon alveolün hepsinin toplam yüzeyleri 100–150 metrekaredir. Alveollerin etrafının kılcal damarlarla çevrilmiş olması, kılcal damarlarla alveollerin arasında, gaz alışverişini kolaylaştıran, buna imkân veren en büyük faktördür. Solunum yolu ile akciğerlere gelmiş olan havanın alveollerdeki bölümünde %14–15 oksijen ve % 4,9–6,9 arasında karbondioksit vardır. Alveollerde bu oksijen ve karbondioksit oranının değişikliği bir basınç farklılığı doğurur. Gerek Alveollerdeki oksijenin gerekse karbondioksitin meydana getirdiği iki ayrı basınç, bu basınç farklılığını doğurur. Bu oluşuma alveol oksijen basıncı veya alveol karbondioksit basıncı denir. Alveoldeki oksijen basıncının fazla oluşu, kılcal damarlarla alveol etrafında mükemmel bir gaz alışverişini sağlar. Alveoldeki oksijen basıncı fazla olduğu takdirde, soluk sayısı artar. Deniz seviyesinden yükseldikçe hava ve basınç, buna paralel olarak oksijen azalır. **Deniz seviyesine göre 550 m. yükseklikte oksijen miktarı normal yüzdenin yarısına düşer.** Belirli yüksekliğe kadar organizma eksilen

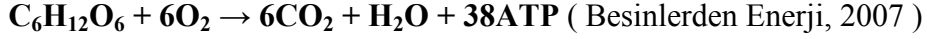
oksijenin meydana getireceği kötü neticeleri önleme için kandaki hemoglobin miktarını artırır. Yüksek bölgelerde yaşayan kişilerin kanında fazla hemoglobin bulunmasının gerçek nedeni bu sebeplerdir. Havanın; solunum esnasında alınan ve verilen havaya göre oranı %33'tür. Bu %33'teki karbondioksit miktarı fazladır. Alınan hava, akciğerlerde hava ile karışır. Bu karışım neticesi akciğerlerdeki havanın karbondioksit oranının dolayısı ile de karbondioksit basıncının artmasını meydana getirir. Bu menfi etkili durum derin nefes alma ile giderilebilir. Derin nefes alındığı takdirde %33 'lük artık hava oranı %20'ye düşer. Bu durum alveoldeki oksijen basıncını artırır. Artan oksijen basıncı ile de organizma daha fazla oksijen ortamında çalışır. Antrenmanlarda, sporcuya bilinçli olarak derin nefes alma alışkanlığını kazandırma çalışmaları, zamanla otomatik olarak derin nefes alma alışkanlığına dönüşür. Kazanılan bu alışkanlık ile, kişinin hem vital kapasitesi hem de alınan oksijen miktarı artar. Antrenman neticesi kazanılan daha derin nefes alma alışkanlığı ile hem vital kapasite artar, hem de solunum sayısı azalır. Bu durum alveollerdeki karbondioksit miktarı ve basıncının düşmesine karşılık kana karışan oksijen miktarının artmasını sağlar. Örneğin 70 kg ağırlığındaki antrenmansız bir kişinin, istirahat halinde iken yaptığı solunum ile aldığı hava miktarı 7 lt'dir. Ancak aynı ağırlıkta, aynı fiziksel özelliklere sahip antrenmanlı bir kişinin bir dakikalık zaman içerisinde aldığı hava miktarı (dakikalık solunum volümü) ise 10 lt'dir. Aradaki 3 litrelik fark; antrenman sonucu, kılcal damarların ne kadar geliştiğini, organizmanın kendisine sevk edilen oksijeninin en verimli ve etkili şekilde kullanıldığını gösterir (Sevim, 2002, sf 30-33 özeti).

2.4. Organizmada Enerji Üretiminde Oksijen Gereksinimi

İnsan organizmasındaki yaşamsal fonksiyonlar, özellikle sinir uyarılarının iletimi, kas kasılması gibi, kimyasal reaksiyonlarla enerji açığa çıkmasına bağlıdır. Bu enerjinin kaynağı karbonhidrat, yağ ve proteinlerdir. Bu kaynakların vücutta yakılarak enerji oluşması oksijen ile girdikleri reaksiyon sayesinde olur. Fiziksel aktiviteler için gerekli olan enerji üretimi genellikle iki yolla olur. Bunlar aerobik ve anaerobik sistemlerdir (Günay, Cicioğlu, 2001, 45).

2.4.1. Oksijenli Solunum (Aerobik Sistem)

Oksijenli ortamda glikozun parçalara ayrılarak enerji elde edilmesidir. Son ürünler CO₂ ve H₂O'dur. Glikoliz, Krebs ve ETS denilen üç kimyasal safhada gerçekleşir. Genel olarak kimyasal denklemi şöyledir;



Aerobik sistem, oksijenin varlığında glikojeni parçalara ayırır ve böylece az miktarda ya da hiç laktik asit üretmeyip, sporcunun antrenmanı daha uzun süre sürdürmesine olanak sağlar.

2.4.2 Oksijensiz Solunum (Anaerobik Sistem)

Oksijensiz solunum, oksijenli solunumun glikoliz safhasından sonra oksijenin ortamda olmadığı durumlarda meydana gelir. Glikoliz sonucu çıkan prüvik asit laktik aside dönüşür ve net 2 ATP enerji elde edilir. Takip eden sürede oksijen temin edilirse hareketin (ihtiyacın) devamlılığına göre oksijenli solunuma kalındığı yerden (Krebs Evresi) devam edilir. Enerji ihtiyacı son bulmuş ise karaciğerde depolanmak üzere glikojene geri sentezlenir. Az miktarda laktik asit kasların daha iyi çalışmasını sağlasa da, genelde fazla miktarda birikir ve sonucunda yorgunluk hissini yanı sıra kramplara neden olur. Yalnızca kalp kasları laktik asit fazlasını uzaklaştırılmaz ve enerjiye dönüştürerek tüketmek zorunda kalır. (Sport medikal, 2007)

Aynı zamanda, anaerobik enerji sistemi, fiziksel aktivitelerin ilk dakikalarında yeterli oksijenin kan vasıtasıyla hareketi sağlayan kasları ulaşması sırasında da devreye girer (Güllü,2001,8). Anaerobik solunumda önemli yeri olan laktik asiti Güllü şu şekilde tanımlamıştır: “Spor aktiviteleri sırasında, kas hücreleri glikozu yakmaya başlar. Fiziksel aktivitenin çok yoğun olduğu çalışmalarda, bu glikozun yanması için yeterli oksijen sağlanamaz. Bu durumda az oksijenle yanan glikoz ile beraber laktik asit de ortaya çıkar”

2.4.3.İnsan Vücutunda Oksijen Gereksinimi Hesabı

Oksijenli solunumda, yani laktik asidin oluşmadığı enerji türünde 1 mol Glikozdan (5 karbonlu doğada çok miktarda bulunan şeker türü) 38 mol ATP üretildiğini daha önce belirtmiştik ve bu Adenin Tri Fosfat bağının 1 mol'ünün parçalanması ile 7300 cal enerji açığa çıkar. (Tübitak, 2007)

İstirahat halindeki bir insanın kilo başına enerji ihtiyacı 1 Kcal iken basketbol oynayan bir sporcunun kilo başına enerji ihtiyacı 8,3 Kcal'dir. (Sevim, 2002, 296)

Dinlenmekte olan ortalama 75 Kg. ağırlığındaki sporcunun saatlik enerji ihtiyacı için;

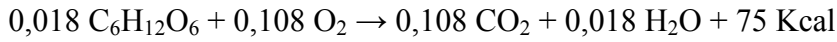
$$E = 75 \times 1 = 75 \text{ Kcal}$$



$$1 \text{ ATP} = 7300 \text{ cal} = 7,3 \text{ Kcal}$$



$$\text{Mol Sayısı} = 75 / 277,4 = 0,018 \text{ mol}$$



$$V_{O_2} = (N_{O_2} \times R \times T) / P_{O_2}$$

$$V_{O_2} = (0,108 \times 8,314 \times 287) / 89,874 = 2,871 \text{ lt / h}$$

Atmosferik hava içerisinde bulunan O_2 miktarı oransal bazda %21'dir. Geri kalan kısmı ise %78 ile N_2 (Nitrojen – Azot) ve %1 CO_2 karbondioksit vardır. Buradan hareketle;

$$H = \text{Dış Hava Gereksinimi}$$

$$H = 2,871 \times 100 / 21 = 13,671 \text{ lt/h} = 0,004 \text{ lt/sn.}$$

$$\mathbf{H = 0,004 \text{ Lt. / Sn.}}$$

Basketbol oynayan ortalama 75 Kg. ağırlığındaki sporcunun saatlik enerji ihtiyacı için;

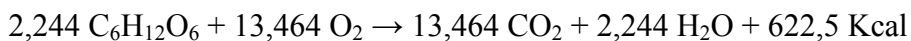
$$E = 75 \times 8,3 = 622,5 \text{ Kcal}$$



$$1 \text{ ATP} = 7300 \text{ cal} = 7,3 \text{ Kcal}$$



$$\text{Mol Sayısı} = 622,5 / 277,4 = 2,244 \text{ mol}$$



$$V_{O_2} = (N_{O_2} \times R \times T) / P_{O_2}$$

$$V_{O_2} = (13,464 \times 8,314 \times 287) / 89,874 = 357,464 \text{ lt / h}$$

Atmosferik hava içerisinde bulunan O₂ miktarı oransal bazda %21'dir. Geri kalan kısmı ise %78 ile N₂ (Nitrojen – Azot) ve %1 CO₂ karbondioksit olduğunu daha anlatmıştık. Buradan hareketle;

$$H = \text{Dış Hava Gereksinimi}$$

$$H = (357,464 \times 100) / 21 = 1.702,21 \text{ lt/h} = 0,473 \text{ lt/sn.}$$

$$\mathbf{H = 0,473 \text{ Lt. / Sn. (Sevim, 2002, 297)}}$$

Teorik olarak hesaplanan maksimum. oksijen gereksinimi pratikte insan metabolizması, yapılan aktivite, beslenme, çevre şartları gibi fonksiyonlara bağımlı olarak bir miktar farklılık gösterse de, aşağıdaki test ile yapılan değerlendirme sonuçları teorik hesapları küçük sapmalarla destekler niteliktedir.

2.4.3.1.Shuttle Run Testi (Mekik Koşusu)

Amaç; Kişinin MaxVO₂ değerini tahmin etmektir. Daha çok kondisyon verimliliği ve aerobik kondisyonu gösteren bir çalışmadır. Bu test 20 metrelik alanı bir uçtan bir uca gittikçe artan hızda koşmaktan ibarettir. Kasetten çıkan sinyal sesine göre basamaklar tamamlanır. Kasetteki basamak sayısı 21'dir. Her tek sinyal bir mekik sonunu, her üçlü sinyal bir basamak sonunu gösterir (Fox, 1996, 506).

Değerlendirme; Testte sporcunun değerlendirilmesi için seviye formu bulunmaktadır. Her 20 metre'lik çizgi geçildiğinde, form üzerine işaretlenir. Testin sonunda sporcunun aldığı işaretler hesaplanır ve değerlendirme tablosundan (Tablo-1) deneğin maksimal VO₂ değeri ml/kg/dk cinsinden tahmini olarak bulunur.

Takım ve bireysel sporlarında verimin önemli bir belirleyicisi olan dayanıklılığın hangi düzeyde geliştirilmesi gerekli olduğu saptanması zorunlu olan önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Üst düzey basketbolcularda 20 m. mekik koşusunun genel dayanıklılık ölçütü olarak kullanıldığı bir çalışmada, 20 m. mekik koşusunun basketbolcuların genel dayanıklılık düzeylerinin saptanmasında, özel koşullara uygun bir kullanım olabileceği saptanmıştır (Fox, 1996, 506).

Tablo 1 - Mekik koşusu MaxVo2 Tahmin Tablosu (Ml.Kg/Dk)

Mekik	Seviye	Vo2Max	Mekik	seviye	Vo2Max	Mekik	Seviye	Vo2Max
4	2	26,80	10	2	47,40	16	2	68,00
4	4	27,60	10	4	48,00	16	4	65,50
4	6	28,30	10	6	47,80	16	6	69,00
4	9	29,50	10	8	49,30	16	8	69,50
5	2	30,20	11	2	50,80	17	2	71,40
5	4	31,00	11	4	51,40	17	4	71,90
5	6	31,80	11	6	51,90	17	6	72,40
5	9	32,90	11	8	52,50	17	8	72,90
6	2	33,60	12	2	54,30	18	2	74,80
6	4	34,30	12	4	54,80	18	4	75,30
6	6	35,00	12	6	55,40	18	6	75,80
6	8	35,70	12	8	56,00	18	8	76,20
6	10	36,40	12	10	56,50	18	10	76,70
7	2	31,70	13	2	57,60	19	2	78,30
7	4	37,80	13	4	58,20	19	4	78,80
7	6	38,50	13	6	58,70	19	6	79,20
7	8	39,20	13	8	59,30	19	8	79,70
7	10	39,90	13	10	59,80	19	10	80,20
8	2	40,50	14	2	61,10	20	2	81,80
8	4	41,50	14	4	61,70	20	4	82,20
8	6	41,80	14	6	62,20	20	6	82,60
8	8	42,40	14	8	67,70	20	8	83,00
8	11	43,30	14	10	63,20	20	10	83,50
9	2	43,90	15	2	64,60	21	2	85,20
9	4	44,50	15	4	65,10	21	4	85,60
9	6	45,20	15	6	65,60	21	6	86,10
9	8	45,80	15	8	66,20	21	8	86,50
9	11	46,80	15	10	66,70	21	10	86,90

(Fox, 1996, 531)

2.5. Hastalıklar

Genel olarak organizmanın yeterli oksijen alamaması durumlarında, meydana gelebilecek çeşitli hastalıklardan bazılarının incelenmesinde yarar vardır. Bu hastalıklardan önemli bulunan ve yaygın olarak karşılaşılanlar aşağıya çıkarılmıştır:

2.5.1. Bronşial Astım

Halk arasında kısaca “Astım” olarak bilinen bu hastalık, ani ataklar biçiminde ve geçici nefes darlığına neden olur.

Astım hastalığına neden olan başlıca etkenler şunlardır: Öncelikle geçirilmiş veya geçirilmekte olan solunum yolları enfeksiyonları, diğerleri ise sigara dumanı, hava kirliliği, soğuk hava, “smog” denilen sis ve duman karışımı olan hava. Ayrıca atmosfere basıncındaki ve hava ısısındaki değişmeler, virüslere bağlı solunum yolu enfeksiyonları, egzoz dumanı, çeşitli kimyasal maddelerin gazları ve kokular, kas egzersizleri (Masullo, Mariotto, Torelli, Anticoli, Manini, 1998, 24).

2.5.2. Bronşit

Bronşit; akciğer bronşlarının iltihaplanması sonucu meydana gelen bir hastalıktır. Genellikle şiddetli bir üşütme ya da grip gibi ateşli hastalılardan sonra görülür. Hasta öksürür, çok halsizdir, soluk alması zorlaşır (Hayat Ansiklopedisi 1983, 754).

2.5.3. Kronik Akciğer Hastalıkları (KOAH)

Tıkayıcı müzmin akciğer hastalıkları (KOAH) adı altında iki ayrı hastalık incelenir. Bunlar “Müzmin bronşit” ve “Amfizem” hastalıklarıdır. Müzmin bronşit olayında bronşlardaki salgı, bronş içine birikir ve bronşların değişik derecede tıkanmalarına neden olur. Amfizem hastalığında, akciğerdeki hava kesecikleri yıpranırlar ve sayıca azalmaya başlarlar. Böylece akciğerde geniş hava boşlukları ortaya çıkar. Bunun sonucu olarak temizlenmek üzere akciğere gelen kan, yeterince temizlenip oksijenle doyurulamaz. **Hava kirliliği, sigara, solunum yolları enfeksiyonları ve bazı kalıtsal özellikler tıkayıcı müzmin akciğer hastalıklarını hazırlayıcı ve kolaylaştırıcı etkenlerdir.** Tıkayıcı müzmin akciğer hastalığına yakalananlar yaşamları boyunca doktor kontrolü ve tedavisi altına alınmalıdırlar. Bu hastalıklar yerleştikten sonra eski sağlıklı duruma dönüşmesine olanak vermezler (Hasta Rehberi, 2006).

2.5.4. Tüberküloz (verem)

Tüberkülozlu insanların balgamlarında, öksürürken ya da konuşurken havaya saçtıkları solunum yolları salgılarında tüberküloz mikrobunu bulunur. Havaya saçılan bu salgılar, havada küçük damlacıklar halinde uçurlar. Sağlıklı bir insan bu havayı soluduğunda, tüberküloz mikrobunu akciğerine çeker. Böylece sağlıklı insan tüberküloz mikrobunu almış olur. Mikrobun bu şekilde bulaşmasına damlacık enfeksiyonu denir (Akciğerim,1999).

2.6. İç Denge

Her an vücudumuzda sayısız kimyasal reaksiyon oluşur. Bu reaksiyonlar sırasında sürekli olarak birçok madde alınır ve verilir. Aynı zamanda, çevremizde de insanı etkileyen bir seri değişiklikler olur. Ama yine de yaşam işlevleri için gerekli olan vücut içi koşulları sâit kalma eğilimindedirler. Vücuttaki bu değişmeyen durumun korunması hemeostaz (organizmada normal koşulların sürekliliği) adını alır. Bütün vücut sistemleri bu amaçla sürekli olarak bir dizi çok hassas kendi kendini ayarlama işlemi yaparlar. Bu kendi kendini ayarlama işlemleri, vücut faaliyetlerinin kontrol dışına çıkmasını engeller.

Örneğin, doku hücrelerinin yaşayabilmesi için dokuların belli miktarda oksijene gereksinmesi vardır. Oksijen kullanıldıkça, karbondioksit oluşur. Eğer çok miktarda karbondioksit varsa, vücut kimyasında küçük bir değişiklik ortaya çıkar. Bu değişiklik sinir sistemini uyarır ve durumu bildirir. Sinir sistemi hemen harekete geçerek solunumu derinleştirir. Derin solunum, karbondioksitin dışarı atılmasını ve oksijen alınmasını hızlandırır. Bir hareket ya da reaksiyon, hemeostatik mekanizmaların daima harekete geçmesinden biraz önce, sistemi aşırı çalışmaya itecektir. Bu nedenle vücut faaliyetleri istenen durum çerçevesinde ve merkezleşmiş olarak; ama düzensiz bir halde olacaktır. Çünkü, herhangi bir vücut faaliyetinin tamamen düzgün bir şekilde yürütülmesini sağlamak mümkün değildir (Ward, 1983, 45)

3. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Kapalı hacimlerdeki hava kullanıldıkça doğal karışım oranlarını kaybeder ve canlılar için taşıdığı konfor şartlarından uzaklaşır. Böyle durumlarda; sıcaklığın artması ile terleme, düşmesi ile üşüme, nemin artması ile cilt solunumunun yavaşlaması, nemin azalması ile cilt kuruluğu, oksijen oranının azalması ile nefes alma zorluğu ve benzer sorunlar yaşanmaya başlar.

İhtiyaç duyulan oksijen normal solunum hızı ile sağlanamadığı için solunum ve kan dolaşımı hızlanır, kan basıncı yükselir, baş ağrısı ve yorgunluk arazları başlar. Bu olgular, solunan havanın içindeki oksijen oranının % 21'in altına düşmesinin sonucudur. Çözüm ise, ortamdaki havanın oksijen oranının tekrar % 21 seviyesine yükseltilmesidir. Kapalı hacimlerdeki oksijen oranının doğal koşullarda olması gereken seviyede tutulmasını sağlamanın en kolay yolu havalandırma yapılmasıdır. Kullanım sonucu oksijen oranı azalmış ve kirlenmiş (halı-elbise tüyü, parfüm-ter kokusu vs.) hava atmosfere atılır, yerine dışarıdan yüksek oksijenli ve kirlenmemiş (gerekli filtre sistemlerinden geçirilerek) taze hava alınır. İnsan sağlığının ve verimliliğinin en önemli koşullarından birisi budur (İmmak, 1998).

Temiz hava ihtiyacı; İnsan açısından bakıldığında, yaşanılan ortamın ve solunan havanın karışımı, sıcaklığı, nemi, konfor şartlarını oluşturur. % 21 oksijen oranı taşıyan, bünyesinde insan sağlığı için zararlı gaz veya partiküller bulundurmeyen hava, insan ve canlı yaşamı için ilk konfor şartını sağlamıştır. **Sıcaklığın mevsimlere göre 18–28 °C, nemin ise % 40 % 60 arasında olması arzulanır** (İmmak, 1998).

Yukarda yapılan açıklamalar ışığında, kapalı hacimlerde konfor şartlarının sağlanması ve korunması için yapılacak en akıllı işlem havalandırmadır. Özellikle tozsuz, kokusuz ve yüksek oksijenli bir solunum havası sağlanmasının en pratik çözümü havalandırma yapılmasıdır. Uygulanabilecek diğer sistemler (oksijen enjeksiyonu gibi) yüksek maliyetli ve komplikedir. Buna karşılık tam bir havalandırma da sağlanamaz. Havalandırma en basit anlamda kullanılmış havanın, yeni ve temiz hava ile değiştirilmesi olarak ifade edilebildiğine göre, kısmen bu genel tanıma hizmet etse dahi;

- Yaşanılan birimin kapı-pencerelerinin açılması,
- Vantilatörler ile içeriye temiz hava basılması,

—Aspiratörler ile içerideki kirli havanın dışarıya atılmaya çalışılması havalandırma olarak algılanmamalıdır. Kirli havanın kontrolsüz olarak egzoz edilmesi veya temiz havanın kontrolsüz olarak içeriye basılması, beraberinde başka ciddi sorunlar yaratabilir. Çünkü, gerçek bir havalandırmadan bahsedilebilmesi için, aspiratörün ve vantilatörün birlikte kullanıldığı sistemler kurulmalıdır. Böylece havalandırılan hacimdeki basınç kontrol edilmeli, içeriden dışarıya veya dışarıdan içeriye kontrolsüz hava akımları-kaçakları önlenmeli, ısı kayıp ve kazançlarına izin verilmemelidir.

Havalandırmaya insan sağlığı ve verimliliği yönünden bakıldığında, en önemli unsur, içerideki oksijen seviyesinin korunması olarak dikkat çekmektedir. Bunun tespiti için mekândaki oksijen tüketen kaynakların (insan-makine-motor-ocak... vs.) miktar ve pozisyonlarının bilinmesi gerekir.

İnsanlar, bünyesel özellikleri yanında;

-Yaptıkları işin cinsi (çalışma - uyuma - oturma... vs.),

-İş yapış şekilleri (oturarak veya ayakta),

-Yaptıkları işin zorluğu (ofis işi - berberlik - tornacılık),

-Yapılan işin temposu (hızlı - yavaş – orta vs.) gibi parametrelere bağlı olarak farklı miktarlarda oksijen tüketirler. Havalandırma yapılacak hacmin temiz hava ihtiyacını tespit için, hacimde bulunacak insan sayısının bilinmesi ve her insan için gerekli temiz hava ihtiyacının hesaplanması gereklidir.

3.1. İç Hava Kalitesinin Bozulma Nedenleri

İç hava kalitesini bozan ve kirlilik oluşturan zararlı maddeleri, çeşitli gruplar altında toplayarak tanımlamak mümkündür. İç hava kalitesini bozan kirletici gruplar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Solunan havadaki karbondioksit oranı (insanların ve canlıların solunumları ve yanma kaynaklıdır)
- Koku (insan kaynaklıdır)
- Mikroorganizmalar (çevre ve insan kaynaklıdır)
- Nem (çevre ve pişirme gibi insan faaliyetleri kaynaklıdır)

- Radon gazı (toprak kaynaklıdır)
- Organik buharlar (kullanılan eşya ve bina elemanları kaynaklıdır)
- Toz (çevre ve kullanılan eşya kaynaklıdır)
- Alerjen maddeler ve canlılar (çevre kaynaklıdır)
- Sigara dumanı (insan kaynaklıdır)
- Diğer kaynaklar (yukarıda sayılanların dışında) hava kalitesine etki eden daha pek çok faktör vardır. Bunlar içinde elektronik kirlenmeden, radyasyona kadar pek çok faktör sayılabilir (Isısan Yayınları,2002,45).

3.1.1.İç Hava Kalitesinin Geliştirilmesi İçin Uygulanabilecek Yöntemler

İç hava kalitesinin geliştirilmesi için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemleri aşağıdaki biçimde ele almak mümkündür:

- Öncelikle **kirlilik kaynaklarının kontrolü ve azaltılması** gerekir. Örneğin sigara içiminin yasaklanması, zararlı gazlar çıkaran halı v.s. malzemelerin iç hacimlerde kullanılmaması bu önlemler arasında sayılabilir.
- Zararlı maddelerin kaynağında yakalanması, ortama karışmadan dışarı atılması prensibi, endüstriyel havalandırma ve mutfak havalandırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan prensiplerdir. Bu gibi alanlarda kirlenme kaynakları belirlidir.
- **İç ortamdaki havanın filtre edilmesi ve temizlenmesi.** Bu yöntem kirlenme maddelerinin çok fazla cinsten ve sayıda olması nedeniyle tam başarıyla kullanılamamaktadır. Ancak gelişen bir sektördür. Özellikle dış havanın da temiz olarak nitelenmesinin mümkün olmadığı pek çok bölgede tek etkin yöntem temizleme olmaktadır.
- İç hava kalitesinin sağlanmasında günümüzde hala en yaygın kullanılan ve en etkin yöntem havalandırma yöntemidir. Yeterli miktarda **taze havanın iç mekânlara verilmesiyle** içerideki hava kalitesi tatmin edici bir düzeye getirilebilir (Uralcan, Yücel,2003, 133).

Bir binadaki kirlilik oranını düşürmek için havalandırma oranlarını ve hava dağıtımını arttırmak genellikle maliyeti çok yüksek bir işlemdir. Ancak iç hava

kalitesinin sağlanması açısından havalandırma kilit parametredir. Binaların havalandırma sistemleri tasarımı, yerel bina standartlarını karşılayabilecek şekilde yapılmalıdır. Gerekğinde inisiyatif kullanarak standartların üzerinde havalandırma yapılması öngörülebilir. Binada yüksek kirletici madde kaynağı çok kuvvetli olduğu hallerde, yerel egzoz sistemi kirli havanın atılması için çok önemlidir. Kirli havanın belli bölgelerde yoğun olarak toplanmış olduğu dinlenme, fotokopi ve baskı odası gibi odalarda yerel egzoz sistemi kısmen de olsa kullanılabilir. ANSI/ASHRAE 62–1999 Standart’ında açıklanan “Havalandırma Debisi Yöntemi” kabul edilebilir hava debisi sağlamak için bir yöntemdir ve bir hacimde, havalandırmanın hangi debi ile yapılacağını ve bu havayı şartlandırma yollarını belirler. Havalandırma debileri, fizyolojik etkenler göz önüne alınarak ve profesyonel tecrübeler ile elde edilmiştir (Uralcan, Yücel, sf. 133-135 özeti).

3.2. Havalandırma Debisi Yöntemi

Bu yöntemde tasarımcı tasarımına başlamadan önce ASHRAE 62–1999 standardında verilen havalandırma oranlarına uymak zorundadır. Örneğin; bir hastane projesinde hasta odaları için verilen dış hava debisi değeri kişi başına 25cfm ($47\text{m}^3/\text{h}$)’dür. Bu standartta, uygulanması gereken debiler ile birlikte tasarım sırasında dikkat edilmesi gereken diğer parametreler de verilmiştir. ASHRAE 62–1999 Standardına göre; dış hava kalitesi yeterli düzeyde olmak kaydıyla Tablo 2, 3 ve 4’de gösterilen miktarlarda dış hava söz konusu hacimlere temin ediliyorsa istenilen iç hava kalitesi elde edilir (Isısan Yayınları, 2002, 57).

Tablo 2, 3 ve 4’de çeşitli hacimler için 1 kişi başına ($l/s \times \text{kişi}$) veya birim döşeme alanı başına ($l/s.m^2$) havalandırmada gerekli dış hava debileri verilmiştir. Çoğu durumda, oluşan kirlenmenin, hacimdeki insan sayısı ile doğru orantılı olduğu düşünülmüştür. Diğer durumlarda ise, kirlenmenin diğer etkenlere bağlı olduğu düşünülmüş ve verilen değerler, daha doğru parametrelere dayandırılmıştır. Uygun olan durumlar için tabloda, tasarım amaçlarına yönelik olarak, tahmin edilen insan yoğunluğu da verilmiştir.

Hacimdeki insan yoğunluğu Tablo 2, 3 ve 4’deki değerlerden farklı ise tahmin edilen kullanıcı yoğunluğu için, kişi başına havalandırma debisi değerleri

kullanılmalıdır. Belirtilen hacimler için Tablo 2, 3 ve 4’de verilen havalandırma debileri seçilirken, kabul edilebilir dış havanın bu debilerde sağlanması ile insanlardan kaynaklanan biyolojik kirlenmenin, taneciklerin, kokuların ve bu hacimlerde rastlanan diğer kirleticilerin yeterince seyreltilerek, kabul edilebilir bir iç hava kalitesi sağlanacağı uzlaşması esas alınmıştır.

Tablo 2. Ticari Tesisler İçin Gerekli Dış Hava Debileri

Uygulama	Minimum Dış Hava İhtiyacı			Açıklamalar
	İnsan sayısı (Kişi/100 m ²)	L/s kişi	L/s m ²	
Alişveriş merkezleri satış katları ve show room katları				
Bodrum ve zemin	30		1,5	
Üst katlar	20		1	
Depo odaları	15		0,75	
Soyunma odaları			1	
Yürüme alanları(moller)	20		1	
Yükleme ve kabul alanları	10		0,75	
Depolar	5		0,25	
Sigara odaları	70	30		Normal olarak transfer havası ile beslenir ve yerel egzoz yapılır. Resirkülasyon tavsiye edilmez.
Özel dükkanlar				
Berber	25	8		
Güzellik salonları	25	13		
Zayıflama salonu	20	8		
Çiçekçi	8	8		Bitki büyümesini en iyi sağlayan hava miktarı, havalandırma ihtiyacını belirler.
Mobilya giyim			1,5	
Hırdavat,ilaç	8	8		
Süpermarket	8	8		
Hayvanat			5	
Spor ve eğlence				
Seyir salonları	150	8		Oyun alanlarının bakımı için içten yanmalı motorlu araçlar kullanılıyorsa havalandırma miktarı artırılmalıdır.
Oyun salonları	70	13		
Buz pisti(oyun alanları)			2,5	
Yüzme havuzları			2,5	Nem kontrolü için daha yüksek değerler gerekebilir.
Oyun katları	30	10		
Disko ve balo salonları	100	13		
Bowling salonları(oturma bölgesi)	70	13		
Oteller,moteller,dinlenme yerleri				
			L/s oda	Odaların boyutlarından bağımsız olarak
Yatak odaları			15	
Oturma odaları			15	
Banyolar			18	Kesikli kullanım için tesis edilen kapasite
Lobiler	30	8		
Konferans salonları	50	10		
Toplantı salonları	120	8		
Yurt uyuma alanları	20	8		Yiyecek ve içecek hizmetleri,alışveriş,berber ve güzellik salonları kısımlarında bakılır
Kumar salonları	120	15		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Ofisler				
Ofis alanları	7	10		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerektirebilir.
Kabul alanları	50	8		

Tablo 2. Ticari Tesisler İçin Gerekli Dış Hava Debileri (Devamı)

Uygulama	Minimum Dış Hava İhtiyacı		Açıklamalar
	İnsan sayısı (Kişi/100 m ²)	L/s kişi	
Kuru temizleme, çamaşırhane			Kuru temizleme işlemleri daha fazla hava gerektirebilir.
Ticari çamaşırhane	10	13	
Ticari kuru temizleyici	30	15	
Depo	30	18	
Jetonlu çamaşırhane	20	8	
Jetonlu kuru temizleme	20	8	
Yiyecek ve içecek hizmeti			İlave duman uzaklaştırıcı cihazı gerekebilir.
Lokanta	70	10	
Kafeterya, fast food	100	10	
Bar, kokteyl salonu	100	15	
Mutfaklar (pişirme)	20	8	Davlumbaz egzozu, besleme havası için daha fazla havalandırma havası gerekebilir. Dış havanın ve komşu alanlardan alınan kabul edilebilir kalitedeki havanın toplam 7,5 L/sm ² değerinden az olmayacak bir egzoz miktarına yeterli olmalıdır.
Garajlar, tamirhaneler			İnsanlar arasındaki dağıtım çalışma yerleri ve çalışan makinelerin yoğunluğu dikkate alınmalıdır. Motorların çalıştığı standlar, motor egzozunu dışarı zorlamış olarak atan sistemleri içermelidir. Kirlenmiş sensörleri havalandırmanın kontrolü amacıyla kullanılabilir.
Servis istasyonları			
Kapalı garajlar		7,5	
Otomobil tamirhaneleri		7,5	

(Uralcan, Yücel, 2003, 140)

Tablo 3. Konutlar İçin Gerekli Dış Hava Debileri

Uygulama	Dış İhtiyacı	Açıklamalar
<i>Oturma alanları</i>	Kişi başına 7,5 L/s değerinden az olmamak üzere saatte	Saatteki hava değişimini hesaplamak için, şartlandırılan hacimdeki bütün alanların hacmi dahil edilmelidir. Havalandırma normal olarak enfiltrasyonla sağlanır. Yatak odalarında insan sayısı ilk oda için 2, ilave yatak odaları için 1 kabul edilmiştir.
<i>Mutfaklar</i>	50 L/s Kesintili veya 12 L/s Sürekli veya açılabilir pencere	Tesis edilen, mekanik egzozun kapasitesi, iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.
<i>Banyo ve tuvaletler</i>	25 L/s Kesintili veya 10 L/s Sürekli veya Pencere	Tesis edilen, mekanik egzozun kapasitesi, iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.
<i>Garajlar</i>	50 L/s Araba başına	Normal olarak enfiltrasyon veya doğal havalandırma sağlanır.
<i>Ortak hacimler</i>	7,7 L/s m ²	

(Uralcan, Yücel, 2003, 141)

Tablo 4. Eğitim ve Sağlık Tesisleri İçin Gerekli Dış Hava Debileri

Uygulama	Minimum Dış Hava İhtiyacı			Açıklamalar
	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/sm ²	
Okullar				
Sınıf	50	8		
Laboratuvar	30	10		Laboratuvarda hayvan bulundurulması da dahil bazı işlemler ve fonksiyonlar için kirletici kontrol sistemleri gerekebilir.
Eğitim salonu	30	10		
Müzik odası	50	8		
Kütüphane	20	8		
Soyunma odası			2,5	
Koridor			0,5	
Spor salonu	150	8		Normal olarak transfer havası ile beslenir. Dönüşü olmayan yerel mekanik egzoz tavsiye edilir.
Sigara salonu	70	30		
Hastaneler, bakımevleri				
Hasta odaları	10	13		Özel şartnameler ve standartlar min. hava miktarı ve filtre seçimini belirleyebilir. Daha fazla kirletici doğuran işlemler daha yüksek havalandırma miktarları gerektirebilir.
Tıbbi işlem	20	8		
Ameliyathane	20	15		
Yoğun bakım üniteleri	20	8		
Otopsi odası			2,5	Hava başka hacimlere resirküle edilmeyecektir.
Fiziksel tedavi	20	8		
Hapishaneler				
Hücreler	20	10		
Yemek salonu	100	8		
Gardiyan istasyonu	40	8		

(Uralcan, Yücel, 2003, 142)

3.2.1. Hava Debisi Ve Hava Değişim Sayısı

Bir hacme gönderilecek veya çekilecek hava miktarı, kirleticilerin veya kokunun yoğunluğuna bağlıdır. Endüstriyel ve ticari uygulamalarda üretilen ısı ve prosese bağlı olarak ilave artırım faktörleri gereksinebilir. **Saatteki hava değişim sayısı, bir odaya beslenecek taze hava miktarının hesaplanmasında önemli bir faktördür.** Tablo 5’de Avrupa’da kabul gören hava değişim sayıları verilmiştir. Bu değerler DIN 1976 T.2 üzerinde çalışan yerel otoriteler tarafından teklif edilmiştir. Bu hesaplarda kişi başına hava ihtiyacı 20 – 50 m³/saat arasında bir değer olarak göz önüne alınmıştır (Isısan Yayınları 2002,190).

Tablo 5. Tavsiye Edilen Saatteki Hava Değişim Miktarları

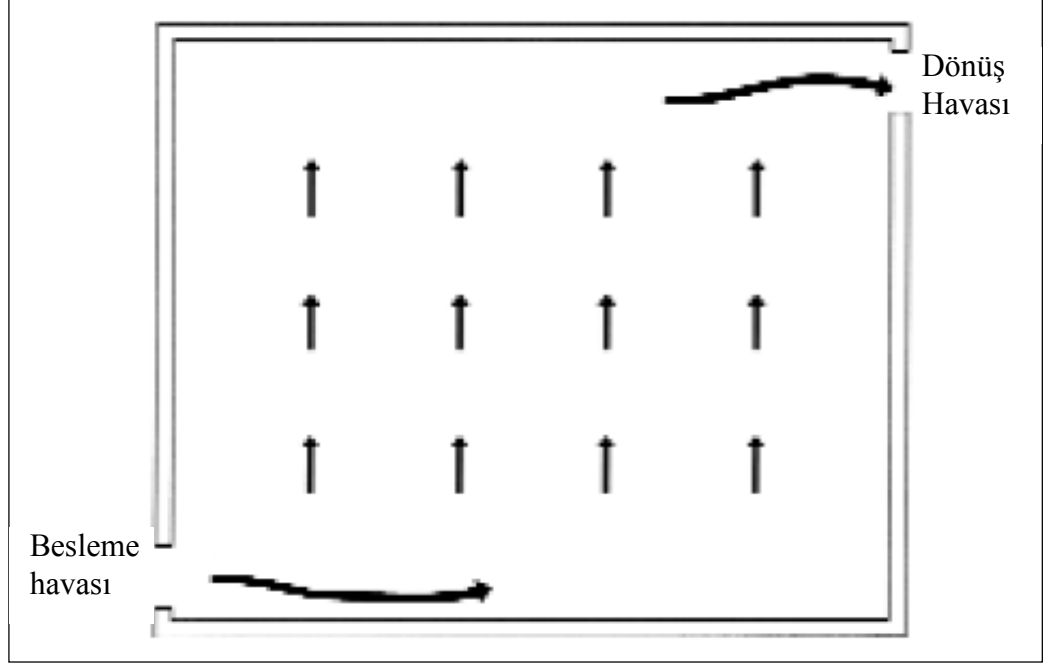
Odanın Özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı	Odanın Özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı
Toplantı salonları	4-8	Mutfaklar,domestik	15-25
Oditoryumlar	6-8	Mutfaklar,ticari	15-30
Pasta,fırın	20-30	Laboratuvarlar	8-15
Banyolar,domestik	5-7	Çamaşırhaneler	10-20
Banyolar,genel	7-10	Kütüphaneler	4-5
Güzellik salonları	8-12	Asansörler	5-7
Kafeler	10-12	Asansör makine oda	10-30
Kumarhaneler	8-12	Makine daireleri	10-40
Sinemalar	5-8	Ofisler	4-8
Vestiyer	4-5	Lokantalar	8-12
Konferans salonları	5-8	Tuvaletler,domestik	4-5
Soyunma odaları	6-8	Tuvaletler,genel	8-15
Boyahaneler	5-15	Dershaneler	5-7
Motor odaları	15-30	Dükkanlar	4-8
Dökümhaneler	5-15	Duşlar	15-25
Garajlar	5-7	Süpermarketler	10-15
Jimnastik salonları	4-6		
Kuaförler	10-15	Yüzme havuzları	10-15
Hastaneler, hasta odaları	6-8	Tiyatrolar	5-8
Hastaneler, ameliyathaneler	10-15	Kaynak atölyeleri	20-30

(İsisan, 2002, 191)

3.2.2. Bir Hacim İçerisindeki Hava Hareketi

Şekil 1 ve 2 ye göre, havalandırma amacıyla odaya beslenen havanın, oda içerisinde farklı uçlarda iki tipik hareketi söz konusudur. Bunları deplasmanlı hareket ve karışım hareketi olarak isimlendirmek mümkündür. Deplasmanlı akışta odaya beslenen hava bir piston gibi hareket eder ve ideal durumda hiç bir karışma meydana gelmeden odayı süpürerek diğer uçtan (şekilde döşmeden verilen hava odayı süpürerek tavan seviyesinden dışarı atılmaktadır) hacmi terk eder. Kirli oda havasını böylece karışmadan süpürerek dışarı atmak mümkün olmaktadır.

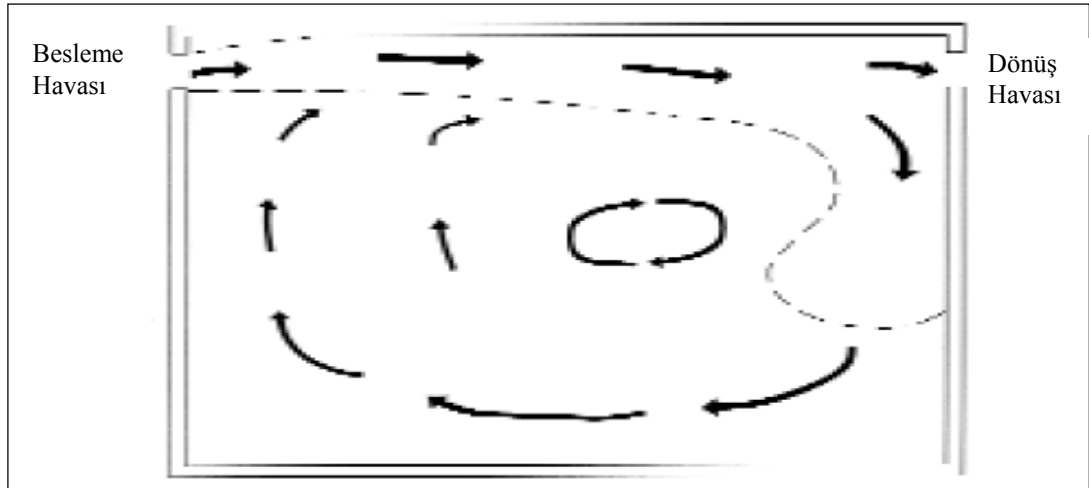
Şekil 1 Bir Hacim İçerisinde Deplasmanlı Akış



(Isısan, 2002, 45)

Şekil 2’de görülen karışmalı havalandırmada ise, içeri beslenen taze hava odadaki hava ile tamamen karışır ve odadaki kirli havayı seyreltir. Buna seyreltme havalandırması da denilebilir. Tipik tavan difüzörleriyle havayı besleyip, dönüş menfezlerinden toplayan havalandırma biçimi buna örnektir. İdeal karışımli havalandırmada, beslenen hava, oda havasıyla tamamen mükemmel biçimde karışmalıdır. Oda içerisinde homojen bir karışım yaratılmalıdır. Gerçekte her iki havalandırma biçimini de tam olarak gerçekleştirmek mümkün olmaz.

Şekil 2 Bir Hacim İçerisinde Karışmalı Akış



(Isısan, 2002, 46)

4. DOĞAL HAVALANDIRMA

Doğal havalandırmada, havanın hacim içindeki hareketi ve dolayısıyla yenilenmesi, sıcaklık farklarına ve rüzgâr etkisine bağlıdır. Bu da iç ve dış mekânın basınç farkı demektir. Hava akışı, açık pencerelerden ve kapılardan ve tasarımdaki diğer açıklıklardan meydana geldiği için bu havalandırma sisteminde elektrik gücü kullanılmaz. Bu yüzden; doğal havalandırma, tesisi ve bakımı en ucuz havalandırma çeşididir. Vantilatör kullanmadan doğal havalandırma işlemi aşağıdaki bölümlere ayrılabilir:

4.1. Derz Araları ve Gözeneklerden Havalanma

Eğer kapalı bir hacim ısıtılmış ise ve dış hava sıcaklığından daha sıcak ise iç hava, hacmin yüksek bölümlerine çıkarak bu kısımlarda basınç yükselmesi meydana getirir. Pratik bir deyimle, **ısınan hava yükselir**. Buna karşılık hacmin alçak bölümleri daha düşük basınçta kalacağından, **dış soğuk hava, pencere ya da kapı aralıklarından ve duvar gözeneklerinden içeriye sızacaktır. Bu durumda iç hava dışarıya sızacaktır**. Hacmin iç havası dış havadan daha soğuk ise, yine aynı sirkülasyon meydana gelecektir. Bu hava değişiminin büyüklüğü, pencere ve kapıların derz uzunluklarına ve sızdırma durumlarına da bağlıdır. Münir'e (1994, 42) göre bir yaşama hacminde, kış aylarında hava değişimi saatte 0,5 ya da 1 defa olur.

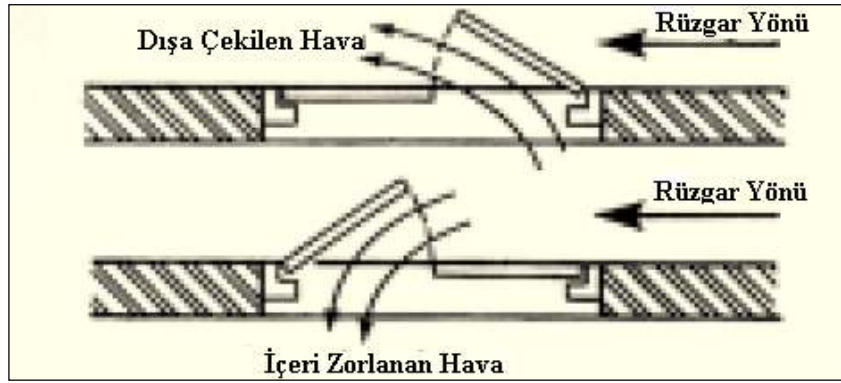
Doğal olarak, rüzgâr arttığı takdirde, meydana gelen basınca paralel olarak hava değişim miktarı da artar. Bu nedenle yaşama hacimlerindeki normal derz infiltrasyonu konfor limitlerini sabit tutacak şekilde monte edilir. Ancak, böylesi durumlarda, daha fazla havaya ihtiyaç duyulduğunda pencerelerden yararlanılır. Bu nedenle, hacimlerin havalandırılmasında pencerelerin konumu ve bu konuma bağlı olarak büyüklüğü de önemlidir.

4.2. Pencere Aracılıyla Havalanma

Pencereyi açmak suretiyle havalandırmayı artırmak mümkündür. Eğer dış hava iç hacim havasından daha soğuk ise pencere açıldıkça dış hava pencerenin alt

tarafından içeriye girer, odanın kullanılmış sıcak havası ise pencerenin üst tarafından dışarıya çıkar. Yaz aylarında iç ve dış hacim sıcaklıkları arasında fazla fark olmamasından dolayı, pencere aralığından havalanma, büyük oranda rüzgarın şiddetine bağlıdır. Bu durum Şekil 3'te görsel olarak ifade edilmiştir.

Şekil 3 Rüzgâr Nedeniyle Pencereleden Havalandırma

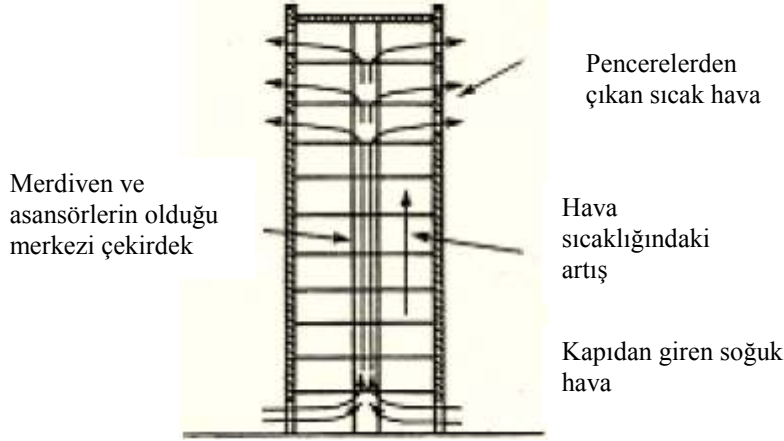


(İsisan, 2002, 49)

4.3. Baca (Şaft) Aracılığıyla Havalanma

Kış aylarında önemli miktarda doğal bir hava değişimi uygulaması istendiğinde, hacmin yüksek bölümünden başlayarak çatıya varan bir baca kurmak yeterlidir. Bu bacada çekme kuvveti, duman bacalarında olduğu gibi, iç ve dış hava yoğunluk farkı ile meydana gelmektedir. Çünkü, **dış ve iç hava sıcaklığı birbirine eşit oldukça hava hareketi durur**. Yaz aylarında, dış hava daha sıcak olduğundan, hava akımı ters yöne dönerek dış havanın içeriye girmesine neden olur. Baca çekişi büyük ölçüde dış sıcaklık ve rüzgar durumuna bağlıdır. Yaz aylarında tam gerektiği anda görevini yapmayabilir. Bu nedenle uygulaması sınırlı olup havalanmanın çok ciddi olmadığı hacimlere uygulanması olasıdır. Bu durum Şekil 4'te şematize edilmiştir.

Şekil 4 Yüksek Bir Binada Baca Etkisi-



(İsisan, 2002, 51)

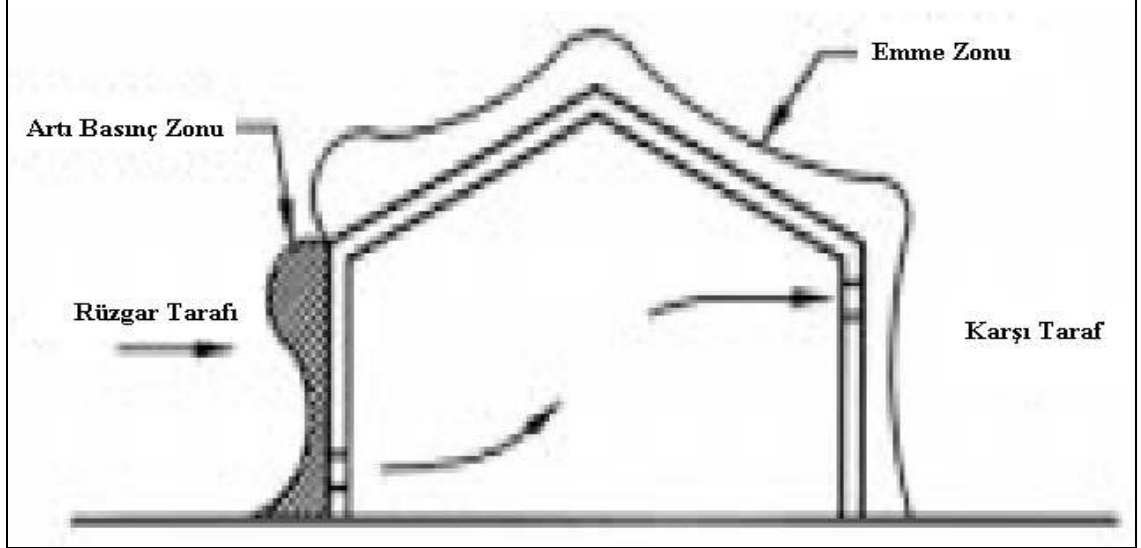
4.4. Tepe-Kule Pencerele ile Havalandırma

Bu tip havalandırma kısa bacalı bir havalandırma şeklidir. Ve yapıların çatısına konur. Yine bu tip havalandırma iç-dış sıcaklık farkı ile çalışır. **Rüzgârlı devrelerde tepe-kule pencereler ile havalandırma yetersiz kalır.** Çünkü rüzgârın yönüne bağlı olarak, kısmen dışarı çıkan hava kısmen içeriye üfürülür. Hava değişimini kontrol etmek için düzenek, ayarlanabilir kontrol damperleri ile donatılır. Tepe-kule pencere ile havalandırmada tepe-kule pencere sayısı havalanacak hacmin büyüklüğüne ve havanın kötülük derecesine bağlıdır. Bu tip havalandırma, düz çatılı, endüstriyel yapılarda, özellikle yüksek sıcaklık alanları olan, enerji üreten tesislerde, çelik ve demir döküm tesislerinde çok yaygın olarak kullanılır.

Doğal havalandırmanın genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

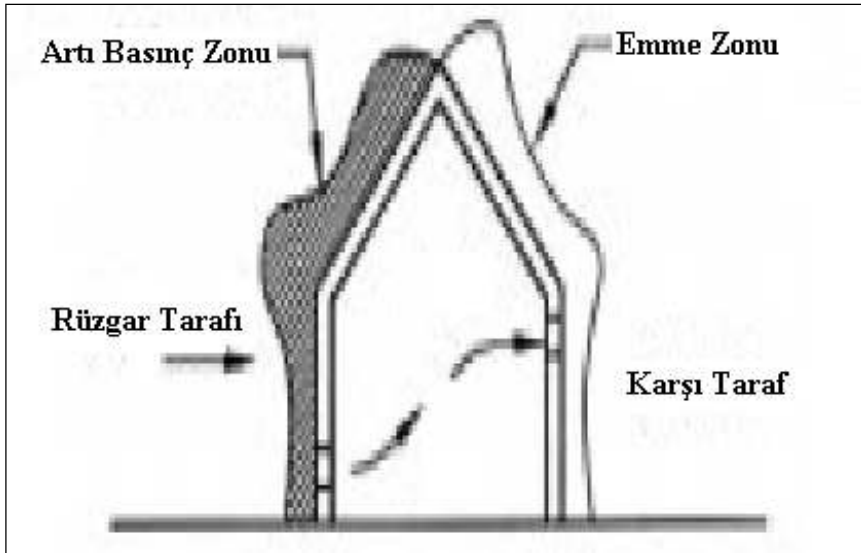
- Doğal havalandırma sessizdir.
- Rüzgar basıncı ve termik güçlerin yarattığı baca etkisi veya bu iki gücün kombinasyonu doğal havalandırmayı doğuran gerekli güç kaynaklarıdır. Şekil 5, 6, 7 ve 8' de rüzgârın yapı etrafında yarattığı basınç değişimi ve termik kaldırma güçlerinin yarattığı düşey doğrultudaki hava değişimi şematik olarak verilmiştir.

Şekil 5 Çatı Açısı 30^0 'ye Kadar Rüzgâr Basınç Diyagramı



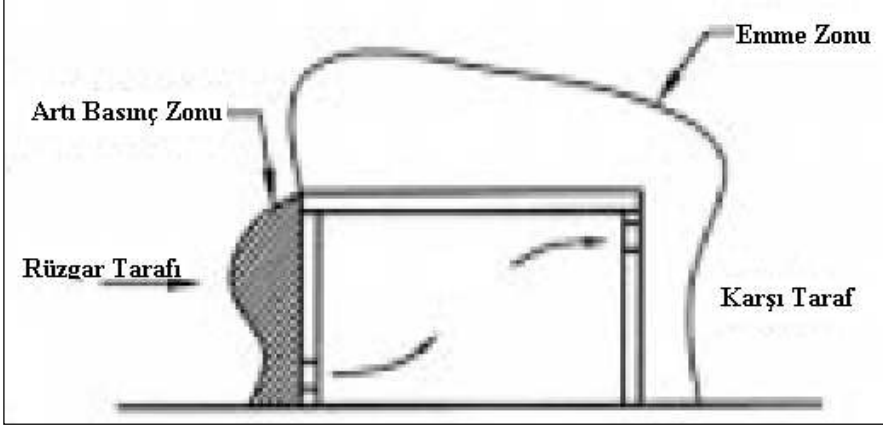
(İsisan, 2002, 178)

Şekil 6 Çatı Açısı 30^0 'nin Üstünde Rüzgâr Basınç Diyagramı



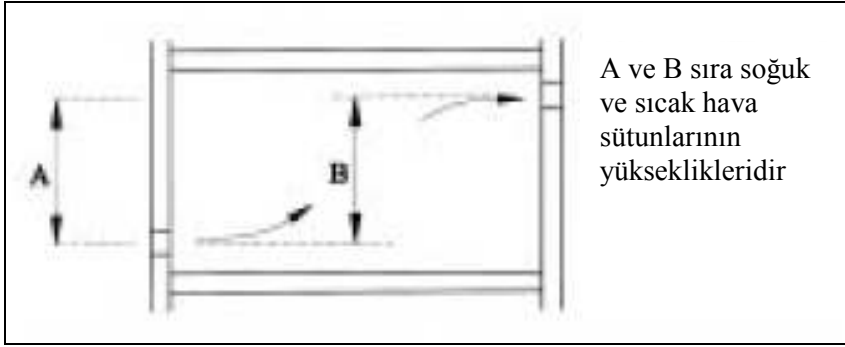
(İsisan, 2002, 179)

Şekil 7 Düz Çatılar İçin Rüzgar Basınç Diyagramı



(İsisan, 2002, 182)

Şekil 8 Baca Etkisi ile Çapraz Doğal Havalandırma



(İsisan, 2002, 184)

- Bir yapının duvarları boyunca rüzgârın yarattığı basınç farkı nedeniyle artı basıncın etkilediği rüzgar yönündeki duvarlardan odalara hava girerken; eksi basıncı etkilediği ters yöndeki duvarlara komşu odalardan hava emilir. Rüzgâr dolayısıyla havalanma miktarı dış duvar üzerindeki açıklıkların büyüklüğüne, rüzgâr yönüne ve rüzgârın hızına bağlıdır.
- Rüzgâr basıncı ve termik güçlerin yarattığı baca etkisi ortadan kalktığında doğal havalandırma durur. Bu nedenle özel yapılarda (spor salonu, otel, fabrika, v.b.) mekanik havalandırma kullanımı gerekmektedir.
- Yüksek binalarda kış aylarında soğuk ve ağır dış hava, sıcak ve hafif iç havayı üst kat pencerelerinden dışarı çıkmaya zorlar. Bu durum alt

katlarda soğuk havanın içeri girmesini fazla sıcak havanın da üst katlardan dışarı çıkmasını doğurur.

- Bir toplantı salonu ve benzeri yüksek tavanlı yapıda havalandırma dışarıdan alınan soğuk havanın bir ısıtıcıdan veya konvektörden geçmesi; bu sırada ısınarak yükselmesi ve tavandaki bir kanal sisteminden kendiliğinden dışarı çıkmasıyla sağlanabilir.
- Günümüzde doğal havalandırma giderek daha önem kazanmaktadır. Modern mimaride sürdürülebilirlik kavramından hareketle doğal havalandırmadan yararlanan yüksek bina, atrium ve benzeri uygulama örnekleri giderek artmaktadır. (Isısan Yayınları, 2002, 178)

5. MEKANİK HAVALANDIRMA

Hava şartlarının uygun bir standartta tutulmasının sağlanması bakımından çoğu kez, hava değişimi ve hava hareketi için fan veya fanlar aracılığı ile havalandırma yapılması zorunludur. Mekanik havalandırma 3 temel prensipten faydalanılarak uygulanabilir:

- Doğal hava girişi, mekanik hava emişi: Bu tip havalandırma sistemleri en yaygın şekilde uygulanmaktadır. Basit ve ekonomik oluşu nedeniyle, birçok halde bu tip sistemler tavsiye edilmektedir. Aspiratör tarafından hacimden çekilen hava, bir kanal yoluyla ya da doğrudan dışarı atılmaktadır. Hacimde vakum yaratıldığı için, buraya hava dışarıdan menfezler aracılığıyla, kapı, pencere vb. bölümlerden girmektedir. Bu yöntem genelde küçük hacimlerin havalanması için çokça kullanılır. Gaz, buhar ve koku ya da oda yüksek sıcaklığı nedeniyle, orta boy ve küçük mutfaklarda, tuvalet hacimlerinde, küçük laboratuvar, akü odalarında vb. hacimlerde kullanılır.
- Mekanik hava beslemesi, doğal hava çıkışı: Bu yöntem, bundan önce incelemiş olduğumuz yöntemin tam anlamıyla karşıtıdır. Temiz hava vantilatör ve basit bir dağıtım sistemi aracılığıyla hacim içine basılmak

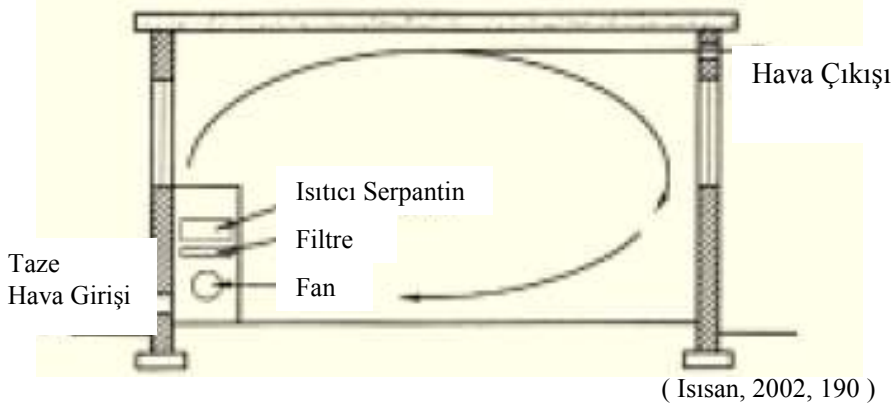
ya da üflenmek suretiyle gönderilir. Basınç altında kalan hacimden hava, bulabildiği bütün açıklıklardan geçerek dışarıya çıkar. Bu tip basınç altında kalan hacme çevreden herhangi bir enfiltrasyon ya da kötü bir hava sızıntısı olamaz. Temiz havanın vantilatör aracılığıyla hacim içine uygun bir şekilde sokulmakta olması, hava dağılımının, hava hacmi ve hızının uygun bir şekilde kontrol altında tutulabilmesi olanağı, bu sistemin üstünlükleri arasında sayılabilir. Gerekliği takdirde, içeriye sokulan havanın temizlenmesi ve ısıtılması da olanaklıdır.

- Dengeli havalandırma denilen mekanik hava beslemesi ve mekanik hava emişi: Havalandırma işleminin en güvenilir bir şekilde kontrolü, hem çekiş (aspiratör) ve hem de basış (vantilatör) düzeneklerinin kullanılması yolu ile gerçekleşebilir. Ancak bu şekilde üniform bir hava dağılımı sağlanabilir. Ancak bu takdirde, temiz hava gerekli olan bölümlere gönderilebilir, tüm oturlan hacim içindeki hava dağılımının, giriş ve çıkış açıklıkları arasında olumlu bir akış elde edilebilir. Vantilatörün, aspiratöre oranla yaklaşık %10–20 oranında daha büyük bir hava debisi sağlayacak şekilde seçilmesi ile hacim içindeki hava basıncının dışarıya oranla daha yüksek bir düzeyde tutulması sağlanmış olacaktır. Bu ise hava akımlarının meydana gelme olasılığını azaltacaktır. Bu şekilde hareket edilmekle, dışarıdan kirli havanın girmesi de engellenmiş olacaktır. (Uralcan, 2001, 69)

Mekanik sistem doğal havalandırmada olduğu gibi koşullara bağlı değildir. Zorlanmış olarak sürekli hava hareketi temin edilir. Ancak bunun bir tesis ve işletme maliyeti vardır. Ayrıca fan ve kanal sisteminden gelen ses riski taşır. (Isısan, 2002, 190)

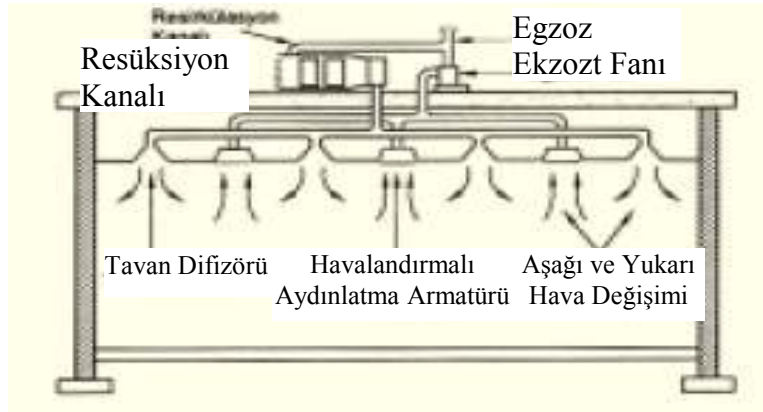
Yaşanan hacimlere bir fanla beslenen hava kışın önce oda sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır. Havalandırma miktarı kontrol edilemezse, bu aynı zamanda büyük bir ısı kaybına neden olur. Şekil 9’da mekanik besleme yapılan bir sistem görülmektedir.

Şekil 9 Mekanik Beslenme Doğal Egzoz Örneği



Besleme fanı yanında, egzoz edilen hava için ilave bir egzoz fanı kullanılırsa hava miktarı daha iyi kontrol edildiği gibi içerideki basıncı da kontrol etmek mümkündür. Şekil 10'da böyle bir dengeli havalandırma örneği görülmektedir.

Şekil 10 Bir Süpermarketin Dengeli Mekanik Havalandırması



Eğer egzoz havası özel bir aydınlatma armatürü üzerinden emilirse, aydınlatma armatüründen yayılan ısı kaynağında yakalanır. Yaz mevsiminde böylece aydınlatma ısı odaya yayılmadan kaynağında yakalanıp dışarı atılır.

Sigara içilmesine müsaade edilmeyen tiyatro salonu gibi uygulamalarda yukardan aşağı doğru havalandırma yapmakta mümkündür. Egzoz havası seyircilerin koltukları altından emilir. Böylece temiz havanın iyi bir dağılımı temin edilebilir.

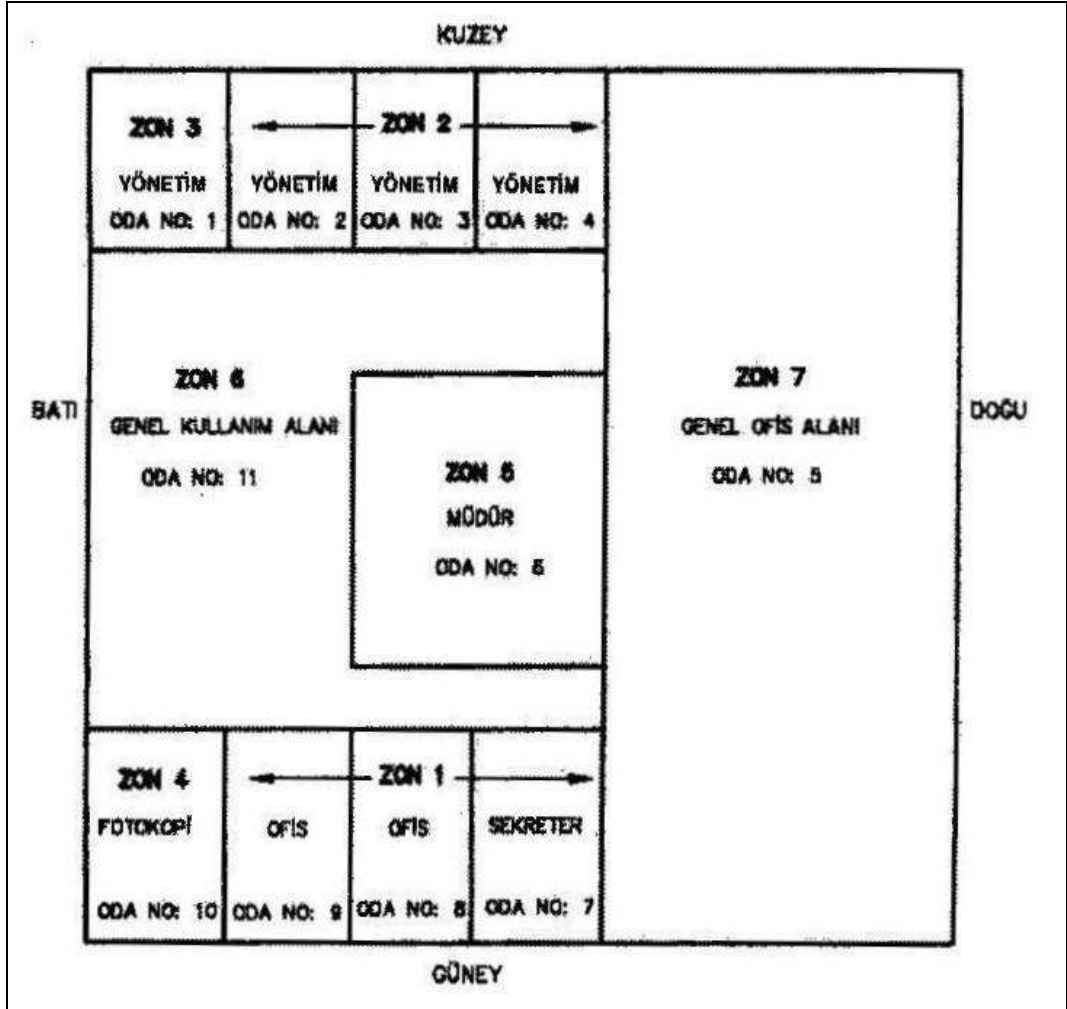
Sıcak ve soğuk hava taşıyan kanal sistemi iyice izole edilmelidir.

Zon kavramını tanımdan öte irdelenecek olursak; **Isı kazançları ve kayıplarının zamanlaması, diğer iç hacimlere göre farklı zamanlaması olan her**

alan farklı bir zon olup, iç hava kontrolünün bağımsız olarak sağlanması gerekir diyebiliriz. Buna ek olarak insan yükünün değiştiği iç hacim, kullanım amacının değiştiği, bina kullanım zamanının değiştiği her alan, ayrı birer zon olarak değerlendirilmelidir. Genel olarak en önemli ayırım: iç zonlar ve çevre zonları şeklindedir. İç zonlar; dış havaya veya diğer mekânlara ısı kaybı veya bunlardan ısı kazancı olmayan, iç bölgelerde bulunan iç hacimlerdir. Çevre zonları ise, bina çevresinde ve çatıda olan iç hacimlerdir (Giray, 2003, 373).

Aynı yöne bakan dış zonlar, örneğin Şekil 11'de gösterilen 7, 8 ve 9 numaralı ofis alanları tek bir zon, 2, 3, 4 numaralı odalar ikinci bir zondur. 1 numaralı odanın başka cephesi olduğu için üçüncü bir zon, aynı şekilde 10 numaralı oda da dördüncü zon olarak değerlendirilir. Müdür odası beşinci zon, genel kullanım alanı altıncı zon, genel ofis alanı da yedinci zon olarak değerlendirilebilir.

Şekil 11 Zon Kavramı



(Giray, 2003, 380).

Zonlamanın doğru yapılması, gerek yük hesabı yaparken, gerekse sistemi seçerken tasarımcının sahip olması gereken en önemli becerilerinden birisidir.

Mekanik havalandırma sistemleri 3 ana başlık çerçevesinde toplanabilir. Bunlar; Tam Havalı Sistemler, Havalı Sulu Sistemler ve Sulu Sistemlerdir (Giray, 2003, 372).

5.1. Tam Havalı Sistemler

Tam Havalı Sistemler, uygulandıkları iç hacimde, tüm ısı yüklerini ve nem alma işlemlerini hava ile karşılayıp, bu alanların iklimlendirilmesini sağlayabilirler.

Zonlarda ek olarak soğutma, nemlendirme yapılması gibi işlemlere gerek yoktur. Isıtma ise, merkezi veya belirli zonlarla yapılabilir. Zon tabirinden kasıt, bağımsız bir kontrol elemanı bulunan sistem, iç hacim kelimesi ise, çevre zonlarla bölme duvarları bulunan veya bulunmayan, bağımsız kontrole gereksinimi olan veya olmayan alan demektir(Giray, 2003, 380).

Giray (2003,375) tam havalı sistemleri iki ana başlık altında sınıflandırmıştır:

Tek Kanallı Sistemler: Isıtıcı ve soğutucu serpantin, seri olarak hava akımı yönünde yerleştirilmiş olup, tek bir dağıtıcı ana kanal, sistemi sabit hacimde değişken sıcaklıkta havayı veya sabit sıcaklıkta değişken miktarda havayı (VAV) iç hacimlere taşır.

Tek kanallı sistemin alt sınıflandırması:

- Sabit hava debili sistemler
 - Tek Zonlu Sistemler
 - Çok Zonlu Sistemler
 - Baypas VAV Sistemleri
- Değişken hava debili (VAV) sistem
 - Hava miktarının kısılarak ayarlandığı sistemler
 - Hat (kanal) ısıtıcılı (Reheat) sistemler
 - Fanlı sistemler
 - İndüksiyon sistemleri
- ❖ **Çift Kanallı Sistemler:** Çift kanallı sistemlerde ısıtıcı ve soğutucu serpantinler paralel durumda veya seri - paralel hava akımı şeklinde konumlandırılmış olurlar. Sıcak ve soğuk hava, ya iki ayrı kanal ile zonlara iletilip zon girişlerindeki terminal kutuda karıştırılırlar veya karışım, merkezi santralde yapılıp her zona ayrı kanallarla gider.
- ❖ Çift kanallı sistemin sınıflandırması aşağıdaki gibidir.
 - Çift Kanal
 - Sabit havalı sistemler
 - Değişken hava debili sistemler (VAV)
 - Bağımsız Çift kanallı sistemler
 - Çok zonlu sistemler
 - Sabit hava debili çok zonlu sistemler

▪ Değişken hava debili 50k zonlu sistemler

Tam havali sistemlerin, pek çok uygulama alanları vardır. Ofis binalarında, okul, üniversite binalarında, laboratuvar, hastane, otel, ameliyathane, araştırma binaları ve fabrika binaları gibi.

Tam havali sistemlerin üstünlükleri:

- Merkezi klima cihazının, yerleşim alanların dışında makine dairesinde tesis edilmesi ve filtrasyon, koku, ses, isi ve nem kontrollerinin istenilen şekilde ve daha rahat yapılmasını sağlar.
- Boru bağlantılarını, drenaj borularını, elektrik hatlarını, filtrelerin iklimlendirilen alan dışında olması, bunların bakımını kolaylaştırmasının yanında, bunların ayakaltından uzaklaştırarak dolaylı hasar görmelerini de önler.
- Dış hava sıcaklığının, oda sıcaklıklarından düşük olduğu zamanlarda, soğutucu cihazların devre dışı bırakılarak, dış hava ile soğutma yapılması mümkündür.
- Mevsim için change-over (ısıtma işleminden, soğutma işlemine geçiş) yapılması ve otomatik kontrole uygulanması çok kolaydır.
- Çok rahat zonlama yapılması, esneklik ve nem kontrolü sağlanması her mevsimde geçerlidir.
- Isı geri kazanım yöntemlerinin kullanılması imkânını sağlar.
- İyi hava dağılımı gerçekleşmesine imkân sağlar.
- Büyük miktar egzoz gerektiren tasarımlarda, çok rahatlıkla dış hava sağlanması imkânını getirir.
- Kışın nemlendirme yapılmasına uygundur.

Tam havali sistemlerin sakıncaları ise;

- Kanal için ek bir yükseklik gerektiği için, binanın yükselmesine neden olur.
- Çevre zonların ısıtılmasında kullanıldığı zaman kullanım saatleri dışında da, fanların çalışmasını gerektirir.
- Kanallarda hava balansının yapılması zor bir işlemdir.

- Çevre zonlardaki ısıtmanın hava ile yapılması halinde, inşaat, sulu sistemlere oranla daha uzun sürelerde gerçekleşir.
- Uç elemanlara ulaşmak için bırakılacak müdahale kapakları, mimari, dekorasyon sorunu oluşturur (Klima Tesisatı, 2003, Blm 6, 7).

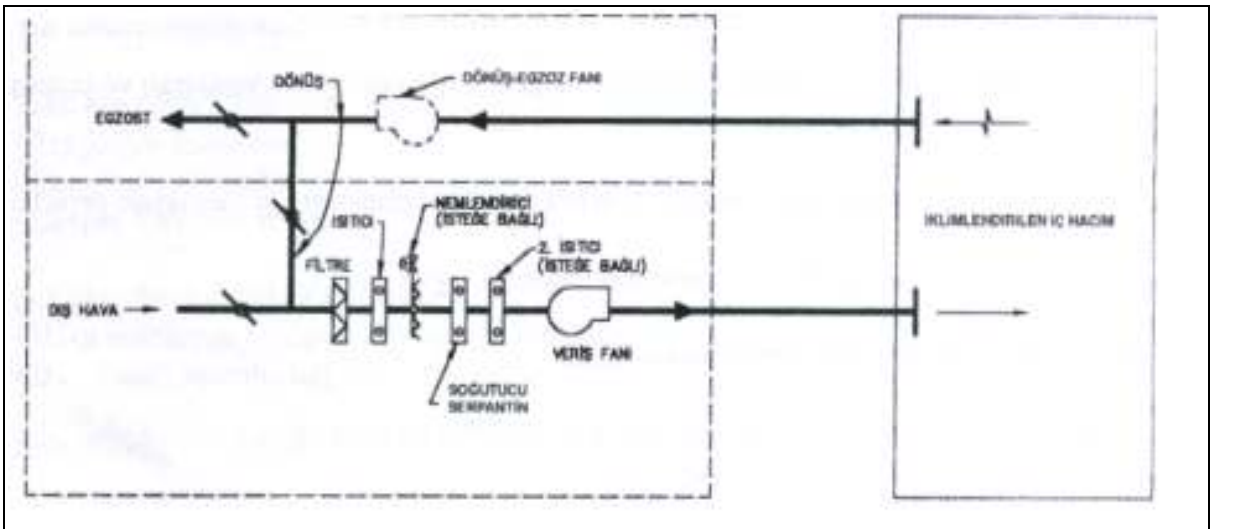
5.1.1. Tek Kanallı Sistemler

Münir (1994,87) tek kanallı sistemleri, Sabit Havalı Tek Zonlu Sistemler, Zonlarda Tekrar Isıtımlı Çok Zonlu Sistemler, Baypas Sistemler ve Değişken Hava Debili Sistemler başlıkları altında incelemiştir

5.1.1.1.Sabit Havalı Tek Zonlu Sistemler

Tek bir zona hitap eden, sıcaklık kontrollü bir sistemdir. Uygulandığı hacmin sıcaklık ve nem kontrolü çok iyi yapılabilmektedir (Şekil 12). Sistem istenildiğinde, komşu sistemlere zarar vermeden durdurulabilir. Sisteme Dönüş — Egzoz fanı eklenmesiyle, dış hava ile soğutma yapmak mümkündür. Bu fana Dönüş — Egzoz fanı denilmesinin nedeni, fanın gerektiğinde %100 dönüş, kısmen dönüş kısmen egzoz veya %100 egzoz yapabilmesindedir (Münir, 1994, 89).

Şekil 12 Sabit Havalı Tek Zonlu Sistem



(Münir, 1994, 89)

Tek zonlu sistemler, küçük mağaza katlarında, alışveriş, merkezlerindeki küçük mağazalarda, sınıflarda, bilgisayar odalarında, ameliyathanelerde, jimnastik salonu gibi geniş alanlarda, orta boy toplantı salonlarında ve sinemalarda uygulanır.

5.1.1.2.Zonlarda Tekrar Isıtmalı Çok Zonlu Sistemler

Bu sistem ile değişik yüklerdeki zonların, kontrollü iklimlendirilmeleri sağlanır. Ayrıca bazı alanların soğutulmasını diğerlerinin ise aynı zamanda ısıtılmasını sağlar. Hassas kontrol isteyen konfor veya proses işlemlerinde uygulanır. Tekrar ısıtmada amaç, belli bir çığ noktası sağlayan soğutucu işlemden sonra, üflenen havanın tekrar ısıtılmasını sağlamak ise, bu sistem reheat (son ısıtıcı kontrollü) sistemdir. Tekrar ısıtmalı sistemde, hava miktarı, maksimum soğutma yükünün karşılanmasına göre seçilir. Soğutma yükünün azalması durumunda, azalan yük miktarı kadar ısı, reheat serpantin vasıtasıyla eklenerek, oda sıcaklığının sabit tutulması sağlanmaktadır (Giray, 2003, 380).

Tekrar ısıtmalı sistemlerin en büyük üstünlükleri hassas konfor şartı gerektiren ameliyathane gibi yerlerde kolayca kullanılabilmesidir. Pahalı işletme masrafları ise en önemli sakıncasıdır.

5.1.1.3.Baypas Sistemler

Sabit havalı tekrar ısıtıcı sistemlerin diğer türü baypas sistemidir. Ortama sağlanan hava, ısı yüklerinin azalmasıyla azaltılmakta, havanın bir kısmı asma tavan içine verilmektedir.

Enerji kullanımı fazla olan bu sistem daha çok, karmaşık olmayan sistemlerde kullanılmaktadır.

5.1.1.4.Değişken Hava Debili (VAV) Sistemler

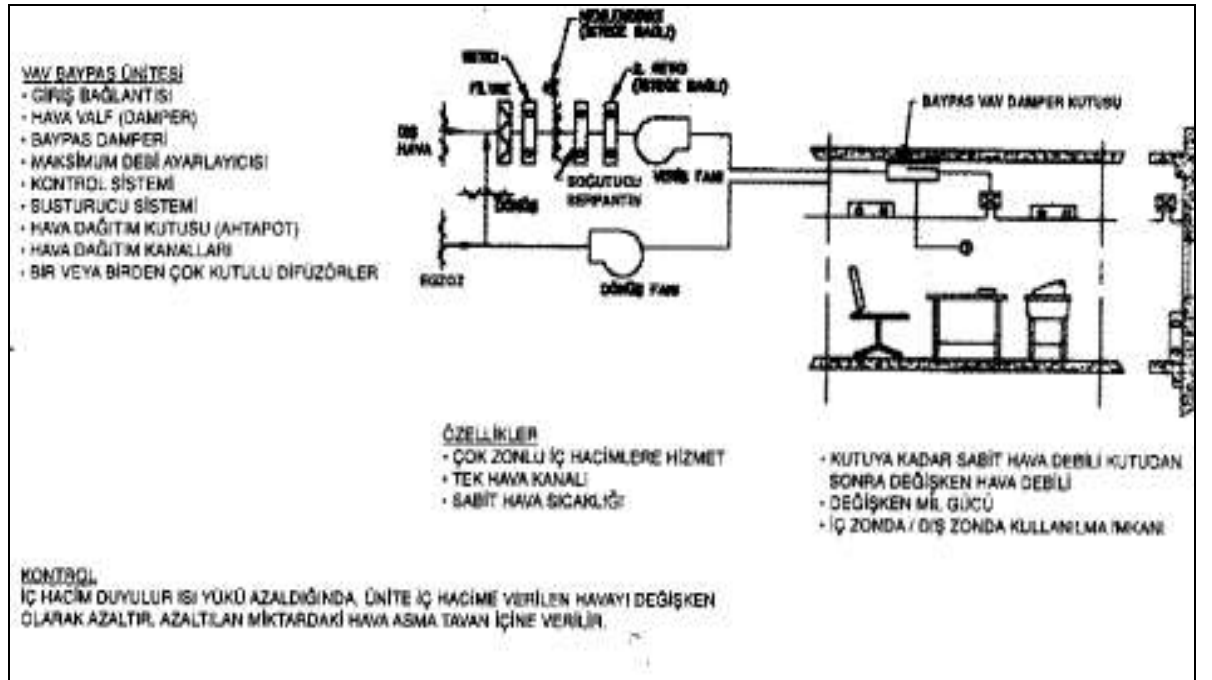
Bu sistemlerde hacme üflenen hava sıcaklığı yerine hava debisi değiştirilmekte, ortam havasının sıcaklığı buna göre sağlanmaktadır.

VAV sistemleri, çevre zonlara veya iç zonlara yardımcı, ek ısıtıcı veya ısıtıcısız olarak uygulanırlar. Dış çevre zonlarda soğutma yükü fazlaca değişken olduğu için, maksimum enerji tasarrufu da çevre zonlarda olmaktadır.

Isı kazancı hesaplan yapılırken, hava miktarı, emniyetli olarak belirlenirse, VAV sistemleri, kısmi yüklerde havayı fazlaca kısarak, ses problemi oluşturacaklardır. Bu konuya dikkat etmek gerekir.

VAV sistemlerinde nem kontrolü genelde sorun olmaktadır. Nem kontrolünün hassas olduğu, laboratuvar, veya proses uygulamalarında, sistem sabit havalı olarak tasarlanmalıdır. Konferans salonları, restoran gibi hacimlerde olduğu gibi duyulur ısı oranı (duyulur ısı/toplam ısı oranı) düşük ise, VAV kutularının, üflenen havayı %50'den daha fazla kısmasına izin verilmemeli ve nem kontrolünün sağlanması için tekrar ısıtma (Reheat) düzeni eklenmelidir. Aşağıdaki şekilde VAV Bypass ünitesi yer almaktadır (Klima Tesisatı,2003, Blm6,10).

Şekil 13 VAV Bypass Ünitesi



(Klima Tesisatı, 2003, Blm6 ,10)

5.1.2. İki Kanallı Sistemler

Bu sistemlerde, merkezi olarak iklimlendirilen hava, biri soğuk, diğeri ılık havayı taşıyan iki paralel hava kanalıyla hacimlere iletilir. Her bir iklimlendirilen iç hacimdeki karışım kutusu, soğuk ve ılık havayı gerekli oranda karıştırıp hacme üflenmesini sağlar. Genelde iki kanallı sistemler, tek kanallı sistemlere göre daha çok enerji harcarlar. Ayrıca ana mevsimlerde, nem kontrolüne dikkat etmek gerekir. Diğeri bir sakınca da kurulum için daha fazla yere ihtiyaç olmasıdır. Zon kontrolünün hem yazın hem de kışın kolaylıkla yapılabilmesi, sistemin en önemli üstünlüğüdür. (Giray, 2003, 385).



İnönü Üniversitesi Spor Salonu (İki Kanallı Havalandırma Sistemi Örneği)

5.1.2.1.İki Kanallı Sabit Debili Sistemler

Bu sistemde, tekrar ısıtma ısı santralinde sağlanmakta, veriş havasının bir kısmı soğutulmakta, diğeri kısmı da ısıtılmaktadır. Böylece diğeri sistemlere göre enerji kaybı çok daha az olmaktadır.

5.2. Havalı Sulu Sistemler

Havalı-sulu sistemlerde, alanların iklimlendirilmesi, iklimlendirilen alanlardaki uç ünitelere (Terminal ünitelere) hava ve su dağıtımı ile sağlanır. Hava ve su, makine dairesinde merkezi olarak soğutulur veya ısıtılır. Alanlara gönderilen hava primer hava, su ise sekonder su devresidir. Havalı - Sulu Sistemlerden anlaşılması gereken, sistemde merkezi bir klima cihazı, hava kanalı ve su dağıtım sistemleri ile oda terminal üniteleri bulunmasıdır. Bu üniteler de genelde, indüksiyon veya fan-coil üniteleridir. Sistemin hava yönü, genellikle sabit havalı olur ve, hacmin temiz hava ihtiyacını, gizli ısı ihtiyacını ve kısmi duyulur ısı yükünü karşılar. Sistemin su yönü ise ana duyulur ısı yükünü karşılamada kullanılır. Yatay fancoiller her zonda tavana asılırlar. Serpantinlerde, yazın soğutulmuş su, kışın ise ısıtılmış su dolaştırılır. Koridor asma tavanı yalıtılıp temiz hava plenumu haline getirilir. Buradaki temiz hava aynı zamanda nem alma işlemini de görmektedir. Odadaki terminal ünite, bu hava ile oda dönüş havasını karıştırıp, iklimlendirerek odaya üfler (Klima Tesisatı, 2003, Blm6, 18)

Kışın santralin donmasını önlemek için ısıtıcı koymak gerekebilir. Çünkü hava ihtiyacı tamamen dış havadan sağlanır.

Sistemin başka bir kullanılma şekli ise ünitelerin odanın dış duvarına asılmasıdır. Bu biraz daha karmaşık ve maliyetli olabilmektedir.

Giray(2003,390) havalı-sulu sistemlerin üstünlüklerini ve sakıncalarını şöyle açıklamıştır:

Havalı - Sulu Sistemlerin Üstünlükleri:

- Suyun özgül ağırlığı ve özgül ısısı havaya göre çok daha büyük olduğu için, aynı ısı yükünü karşılayacak boru çapı ve alanı sulu sistemde, havalı sistem kanallarına oranla çok küçük olur. Bundan dolayı havalı - sulu sistemlerdeki kanal boyutları, tam havalı sistemlere göre çok küçük olup, yükün büyük kısmı su ile karşılandığı için, bina içinde kayda değer bir yer tasarrufu sağlanır.
- Hacimlerde pozitif havalandırma temin edilir ve her hacmin bağımsız olarak kontrol edilmesi sağlanır.Farklı hacimlerin, aynı anda, bir kısmı soğutulurken, diğer kısmı ısıtılabilir.

- Primer havanın %100 dış hava olması durumunda, hacimler arası hava alışverişi olmadığından, karşılıklı hava kirliliği söz konusu değildir.

Havalı - Sulu Sistemlerin Sakıncaları:

- Hava miktarı az olduğu için, kaliteli bir hava filtrasyonu gerektirir.
- Isıtma işleminden soğutma işlemine dönüş (change - over) sorunlu olup, bilgi kapasitesi yüksek bir işleticiye gereksinim vardır.
- Otomatik kontrol, tam havalı sistemlere göre daha fazla eleman içerir.
- Nem oranı kontrolünün hassas olarak sağlanması mümkün değildir.
- Hacimlerdeki indüksiyon ve Fan Coil ünitelerinin sıkça bakım ve onarıma gereksinimleri vardır.

Sistem İçin Uygun Uygulama Alanları:

Havalı - sulu sistemlerin en uygun uygulama alanı, yüksek duyulur ısı yüklü, hassas nem kontrolünün şart olmadığı binaların çevre zonlarıdır.

Havalı-sulu sistemler genellikle hastanelerde laboratuarlarda kullanılır. Bu sistemde farklı alanların soğutulması ve ısıtılması rahatlıkla yapılabilmektedir

Havalı – Sulu sistemler 4 ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

- Primer Hava Sistemi
- İki Borulu Havalı-Sulu Sistemler
- Üç Borulu Havalı-Sulu Sistemler
- Dört Borulu Havalı-Sulu Sistemler

5.3. Sulu Sistemler

Sulu sistemlerde, tüm duyulur ısı ve gizli ısı yüklerinin tamamı, su devresi tarafından karşılanır. Havalı sulu sistemlerden farkı, gizli ısı yüklerinin de soğuk su devresince karşılanmasıdır. Terminal ünite olarak genelde Fan - Coiller kullanılır. Bu sistemde uç üniteler oda dış duvarına bitişik şekilde monte edilirler. Ayrıca tavana montaj edilmesi de mümkündür. Bu üniteler, kasa, fan, fan motoru, sulu, serpantinler ve filtreler ile bir bütündür. Ünitenin altında veya arkasında dış hava bağlantısı olabilir. Dış havanın, merkezi olarak, kışın oda sıcaklığına kadar ısıtılıp, yazın ise

sadece filtrelenip hacimlere üflenmesi de sistemin güzel taraflarından biridir. Kışın nemlendirme yapılmasında yarar vardır (Isısan Yayınları, 2002, 76).

Sulu sistemlerin üstünlükleri:

- Az yer işgal ederler.
- Merkezi fan odası için çok az bir yere ihtiyaç olabilir. Kanallar için asma tavan derinliği sorunu minimum veya hiç yoktur.
- Bir hacimden diğerine hava geçişi olmadığı için, kirli bir alanın diğer hacimleri kirletmesi olanağı yoktur ve her bir hacimlin sıcaklık kontrolü vardır.
- Isıtma için düşük sıcaklıkta su kullanımından dolayı, bu sistemlerde güneş enerjisi kullanımı ve ısı geri kazanım uygulamaları kolaylıkla yapılabilir.

Sulu sistemlerin sakıncaları:

- Bakım gideri fazladır ve bakım işlemi kullanım alanında yapılmak zorundadır.
- Ünitelerde terleme tavaları ve terleme drenaj hattı mutlaka gerekir.
- Hava vantilasyonu kolaylıkla kontrol altında tutulamaz.
- Yazın nem kontrolü yapmak çok zordur.

Sulu sistemler 3 ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

1. İki Borulu Sistemler
2. Üç Borulu Sistemler
3. Dört Borulu Sistemler

III. BÖLÜM

BULGULAR

1. SPOR SALONLARINDA HAVALANDIRMA

Spor salonları genellikle yüksek tavanlıdır ve esas olarak tek büyük hacimden oluşurlar. Kullanımları sürekli değil, periyodiktir. Tasarım bu kısa süreli yoğun kullanıma göre yapılır. Bu dönemde insan yoğunluğu çok fazladır. Ancak kişi başına düşen hacim büyük olduğundan salonda toplam hava değişimi sayısı göreceli olarak düşüktür. Bu tip yapılarda kullanım kısa süreli olduğundan, ortamın kullanım süresinden birkaç saat önce kendisini uygun ısı düzeyine taşıyabilmesi için fazladan çalışması sonucu yüksek işletme kayıplarına neden olur. Büyük spor salonu uygulamalarında değişken debili, tamamen havalı tek zonlu klima sistemleri kullanılır.

İnsan yükü hesaplanırken oturma alanı için kişi başına 0,6 – 0,7 m² alan alınabilir. Kişi başına minimum dış hava miktarı 20–30 m³/saat değerleri arasında değişir (Isısan Yayınları, 2002, 21).

Ana salon etrafındaki yardımcı alanlar, giriş ve çıkışlarda ve aralarda çok yoğundur. Bu bölgeler için bağımsız bir havalandırma santrali ve iyi bir havalandırma gereklidir. Bu salonlarda tavan yüksekliği fazla olduğu için hava katmanlaşması sık rastlanan bir problemdir. Hava dağıtımında bu konuya dikkat edilmelidir. Soyunma odalarında da klimatizasyondan çok iyi bir havalandırma gerekir. Soyunma odalarında m² başına 10–15 L/s hava gerekir. Sistemin klimatizasyonunda merkezi havalı sistemler kullanılır. Dönüş havasının bir bölümü (~%25'i) aşağıdan alınmalıdır. Egzoz tatbik edilmelidir. Spor salonlarındaki faaliyetler çok çeşitli olabildiğinden kullanılan fanlar çok kademeli olmalıdır. Böylece faaliyet cinsine göre kapasite ayarı yapılabilir. Kongre faaliyetleri, pop müzik konserleri gibi hallerde ısı konfordan çok, iyi bir egzoz havalandırma birinci planda gelir. Isıtma ihtiyacı genellikle radyatörler veya sıcak hava üniteleri ile sağlanır. Soğutma gereksizdir. **Büyük spor salonlarında ise hava değişim miktarı saatte 2–3 defa veya kişi başına 30–40 m³/h olarak hesaplanır** (Uralcan, 2003, 76).

Spor salonlarında konum gereği soğutma da söz konusu olabilir. Bunun için en genel uygulama besleme havasını baş üstü seviyesinden veya üst kotlardan vermek ve havayı koltuk altlarından veya oturma yerleri civarında alt kotlardan toplamak şeklindedir. Eğer sistemde soğutma yapılmıyor ve sadece havalandırma ve/veya hava ile ısıtma yapılıyorsa, yukarıdaki tersine koltuk altlarından besleme, tavan seviyesinden dönüş havası alınması yöntemi uygulanır. Eğer bazı spor salonlarında olduğu gibi seyirci yeri yoksa tavandan kanalla üfleyip, santrale en yakın duvardan üst kotlardan tek noktada emiş menfezleri ile havayı toplamak mümkündür.

2. HAVALANDIRMA SİSTEMİ SEÇİM KRİTERLERİ

Bir havalandırma sisteminin temel amacı, insanların daha rahat (konforlu) bir ortam içerisinde yaşamalarını sağlamak veya bir ürünün saklanması ya da bir endüstriyel işlem için gerekli olan çevre ortamı oluşturmaktır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için, uygun kapasiteye sahip bir sistemin kurulması ve yıl boyunca kontrollü çalıştırılması gerekir.

Bir havalandırma sisteminin, yıl boyunca kusursuz olarak işlevlerini yerine getirebilmesinin ilk şartı, tasarım aşamasında, doğru cihaz kapasiteleri belirlemek için, etki eden yükleri oluşturan ısı kazancı ve ısı kaybı hesaplarının doğru yapılmasıdır. Bu hesaba geçmeden önce, yük bileşenlerinin doğru belirlenebilmesi için, kapsamlı ve dikkatli bir inceleme yapılması gereklidir. Verilen bir bina için, gerçek anlık yükün böylesi bir inceleme ile belirlenmesi, ekonomik cihaz seçimi ve sistem tasarımı sağladığı gibi, doğal olarak, düzgün ve sorunsuz bir çalışma performansı ile de sonuçlanır.

Bir hacmin ısı kazancı veya kaybı, anlık olarak hacme giren veya hacimden çıkan ısı miktarıdır. Gerçek ısı yükü ise, iklimlendirme donanımı tarafından anlık olarak, aynı hacimden atılması veya hacme eklenmesi gereken ısı miktarıdır. Bir hacimde bulunan veya onu çevreleyen yapı elemanlarının ısıl ataletleri veya ısı depolama etkileri nedeniyle, bu hacmin anlık ısı kazancı ve gerçek ısı yükü değerleri çoğunlukla eşit olmazlar (Uralcan, Yücel, 2003, 40). Uralcan sistem seçimine etki eden konuları şu şekilde sıralamıştır :

2.1. Yapının İncelenmesi

Bir yapının iklimlendirme sisteminin tasarlanmasında ilk adım olarak yapının ve bileşenlerinin özellikleri çok iyi incelenmeli ve mevcut ısı kaynakları tam olarak değerlendirilmelidir. Böylece, ısıtma ve soğutma yüklerinin gerçekçi olarak hesaplanabilmesinin yanı sıra, seçilecek donanımın yerleşimi ve hava ve su dağıtım istemlerinin planlanması da uygun olarak yapılabilecektir.

2.1.1.Hacim Özellikleri ve Isı Kaynakları

Yapıya ait mekanik ve mimari çizimlerin, taslakların ve bazen fotoğrafların, önemli kaynaklar oluşturduğu bu incelemede, aşağıdaki fiziksel durumlar göz önüne alınmalıdır.

Yapının konumu:

- Yöresi - yerel iklim şartları (sıcaklık, nem, enlem)
- Doğrultusu - güneş ve rüzgâr etkileri
- Çevredeki diğer yapılar - gölgeleme etkileri
- Yansıtıcı yüzeyler - su, kum, otopark alanları, vb.

Hacim(ler)in kullanım amacı: Spor Salonu, ofis, hastane, alışveriş merkezi, mağaza, fabrika, toplantı merkezi, konser salonu, vb.

Hacim(ler)in fiziksel boyutları: Uzunluk, genişlik ve yükseklik.

Tavan yüksekliği: Döşemeden döşemeye, döşemeden tavana yükseklikler; asma tavanın durumu.

Kolonlar ve kirişler: Boyutlar, bağlama dirsekleri.

Yapı malzemeleri: Duvarların, çatının, tavanların, döşemelerin ve bölmelerin kalınlıkları, malzemeleri ve yapı içindeki konumları (Uralcan, Yücel, 2003, 9).

Çevre şartları:

- Duvarların ve çatının dış yüzey renkleri, çevre yapılarca gölgeleme durumları.
- Komşu hacimlerin sıcaklıkları.
- Döşemenin altında toprak veya bodrum olması.

Pencereler: Boyutları ve konumları, malzemeleri (ağaç/metal/PVC), bir veya iki kanatlı olması, cam türü (bir veya çok camlı), gölgelenme durumu (üst ve yan pervazlar).

Kapılar: Konumları, türleri, boyudan ve kullanım sıklıkları.

Merdivenler: Konumları, sıcaklıkları, havalandırma olup olmadığı.

İnsanlar: Hacimdeki insanların sayısı ve etkinlik durumları, hacim içinde bulunma zamanları ve süreleri.

Aydınlatma: Gücü, türü, montaj türü (gömülü/asılı), havalandırma durumu (emiş/besleme), gün boyu saatlik kullanım durumu.

Mutfak ve büro cihazları, motorlar, makineler, asansörler: Konumlan, güç kaynakları (elektrik/gaz/buhar/vb.), güçleri, davlumbazlı olup olmadıkları, gün boyu saatlik kullanım durumları.

Havalandırma: Kişi başına gerekli temiz hava miktarı, hacim için gerekli hava değişimi sayısı, egzoz miktarları.

Isı depolama: İklimlendirme sisteminin, özellikle pik dış koşullar sırasında çalışma süresi (günde 12/16/24 saat), Hacimi çevreleyen duvarların fiziksel Özellikleri (yoğunluk, Özgül ısı, ısı iletkenlik, kalınlık).

Sürekli veya kesikli çalışma: Sistemin her gün mü yoksa balo veya toplantı salonları gibi, yalnızca bazı günler mi işletileceği.

Cihazların Ve Tesisatın Konumları:

Yapılacak olan bina incelemesinde, tasarım mühendisinin, cihazları yerleştireceği ve hava ve su tesisatların döşeyeceği konumları belirleyebilmesi için gerekli olan bilgilerin de toplanması gereklidir. Bu amaçla, aşağıdaki noktalar da dikkate alınmalıdır.

Mevcut hacimler:

- Merdiven boşlukları, asansör bacaları, kullanılmayan duman bacaları, tesisat bacaları, servis asansörü bacaları, vb.
- Havalandırma cihazları, soğutma makineleri, soğutma kuleleri, pompalar ve diğer donanım için hacimler.

Engeller: Elektrik, gaz ve su tesisatları gibi, karşılaşılabilecek tüm engellerin konumları.

Yangın duvarları ve bölmelerinin konumları: Yangın damperi gerektirenler.

Dış hava girişlerinin konumları: Cadde veya sokağa, diğer binalara, rüzgâr yönüne, istenmeyen kirlenici kaynaklarına göre.

Güç servisi: Konum, kapasite, akım sınırlamaları, gerilim. Gerekli olursa, ek gücün nasıl ve nereden sağlanabileceği.

Su servisi: Konum, hat boyutları, kapasite, basınç, sıcaklık

Buhar servisi: Konum, boyut, kapasite, sıcaklık, basınç

Soğutma veya soğuk su sistemi: Türü, kapasitesi, sıcaklık, basınç, debi.

Hacimlerin mimari özellikleri: Hacimlerin görünümüleri açısından, uç cihazların (menfezler, "fan-coil"ler, vb.) seçimi ve yerleşimi için.

Mevcut havalandırma sistemi: Olası bir kullanım için.

Drenajlar: Konumları ve kapasite, pis su tahliyesi.

Kontrol imkânları: Elektrikli veya basınçlı hava ile basınçlı hava varsa, kapasite ve basınç.

Destekleme: Yapı elemanlarının dayanımı, sınırlamalar.

Gürültü ve titreşim kontrolü: Gürültü ve titreşim açısından önemli olan alanlarla, iklimlendirme sistemi elemanlarının ilişkisi.

Donanımın taşınması: Sistem elemanlarının, kurulacakları konumlara taşınabilmesi için, sokağın, asansörlerin, merdivenlerin ve kapıların durumu.

Standartlar ve yönetmelikler: Tüm elektrik ve mekanik sistemler ve donanım odaları ile ilgili, yerel, ulusal ve uluslararası standartlar, güvenlik gereksinimleri.

2.2. İklimlendirme Yükü Kriterleri

İklimlendirme cihazlarının seçimi için gerekli olan iklimlendirme yükünün hesabında, bir hacmin içindeki ısı kaynaklarıca üretilen ısının yanı sıra, bir tasarım gününde dışarıdan hacim içine giren ısının da göz önüne alınması gerekir.

İklimlendirme yüklerinin hesabında, yük bileşenlerinin ve etki düzeylerinin göz önüne alınması için birbirinden, gerek yöntemlerin ve gerekse verilerin ayrıntılarında farklılıklar içeren hesaplama yöntemleri ile karşılaşılabilmektedir. İklimlendirme ile ilgili çoğu akademik ve endüstriyel çevrelerin, üzerinde uzlaştıkları, belirli bir yöntem olmamakla birlikte, mevcut yöntemlerdeki mantık benzerdir.

Ancak araştırmada havalandırma hesaplama yöntemi olarak İnönü Üniversitesi Spor Salonu Havalandırma Projesi baz alınmıştır.

2.2.1.Dış Yükler

Hacim dışındaki etkilerden kaynaklanan yükler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Pencerelerden giren güneş ışınımı: Pencerenin türü, pencereyi gölgeleyen unsurların ısı kazancını azaltma etkileri ve ısı depolanması dikkate alınarak, hacim için bir güneş ışınımı kazancı hesaplanmasına dayanır
- Dış duvarlardan ve çatıdan iletimle ısı kazancı: Dış duvarların ve çatının dış yüzeyine gelen güneş ışınımından hacim içine geçen kısım ile dış ve iç hava sıcaklıkları nedeniyle olan ısı geçişinin hesaplanmasına dayanır.
- Dış duvarlar ve çatı dışındaki yüzeylerden iletimle ısı kazancı: Tüm pencerelerden, bina içi duvarlardan, bölmelerden, tavanlardan ve döşemelerden, dış ortam veya komşu hacim ile olan sıcaklık farkı nedeniyle gerçekleşen ısı geçişidir.
- Hava sızması (enfiltrasyon): Binanın bir duvarına doğru esen rüzgar, kapı ve pencerelerin etrafındaki açıklıklardan, yüksek sıcaklığa ve nem oranına sahip olan dış havanın, hacim içine sızmasına neden olan dış yüküdür.
- Havalandırma için gerekli olan dış hava: Hacim içindeki, havayı kirletici etkiler nedeniyle, hacim hacminin, dış hava kullanılarak, belirli bir hızla süpürülmesi ve tazelenmesi gereklidir. Bu dış hava, sıcaklığının ve/veya nem oranının azaltılması gerektiği için, iklimlendirme cihazı için bir soğutma ve/veya nem alma yükü oluşturur.

2.2.2. İç Yükler

Hacim içindeki etkilerden kaynaklanan yükler ise, uygun eş zamanlılık çarpanları uygulanarak toplam yüke eklenmelidir. Bu yükler de aşağıdaki bileşenleri içerebilir.

- İnsanlar: İnsan vücudu, metabolizma yolu ile ısı üretir ve bu ısı, vücut yüzeyinden, taşınım, ışınım, buharlaşma ve solunum ile çevreye geçer. Miktarı çevre sıcaklığına ve kişinin etkinlik düzeyine bağlı olarak değişen iç yüküdür.
- Aydınlatma: Aydınlatma cihazları, elektrik enerjisini ışık ve ısıya dönüştürürler ve bu enerji çevreye ısı olarak geçer; bir kısmı da çevre duvar ve cisimlerde depolanan yüküdür.
- Cihazlar ve makineler: Restoranlar, hastaneler, laboratuvarlar, mağazalar, ofisler ve endüstriyel tesislerde bulunan ve elektrik enerjisi, gaz yakıt veya buhar kullanan cihazlar, makineler ve motorlar çevreye ısıyayarlar. Bunlardan kaynaklanan ve cihazların davlumbazlı olup olmamasına bağlı olan yüklerdir.
- Sıcak akışkan boruları ve tankları: İklimlendirilen hacimden geçen sıcak su veya buhar boruları ve tankları da, hacme ısı eklerler.
- İklimlendirme sistemi elemanlarından kazançlar: Hava ve su dağıtımı sağlayan fanlar ve pompalardan eklenen ısı; daha sıcak hacimlerden geçen veriş ve dönüş hava kanallarına geçen ısı; veriş kanallarından kaçan soğuk hava ve dönüş kanallarına kaçan sıcak hava da, iklimlendirme sistemi tarafından karşılanması gereken yükü artırır. Bu kazançların, oda duyulur ve gizli ısılan ve toplam soğutma yükünün yüzdesi olarak miktarlarıdır (Klima Tesisatı,2003, Blm1, 11)

3. KULLANIM AMACINA YÖNELİK SEÇİM KRİTERLERİ

Havalandırma tesisinin oluşturulmasında ana veri havalandırma miktarıdır. Bu hava miktarının belirlenmesi, insanların temiz hava ihtiyacı, belirli kirleticilerin seviyelerinin limit değerler altında tutulması, basınç kontrolü ve sıcaklık kontrolü gibi bazı temel kriterlerden biri veya birkaçı esas alınarak yapılır.

Sistem seçiminde göz önüne alınabilecek pek çok kriter sıralanabilir. Ancak bunların önemlileri aşağıda verilmiştir:

Konfor: Sistem seçiminde belki de en önemli faktör konfordur. Bir anlamda havalandırma tesisatı yapmanın amacı da budur. Dolayısı ile seçilecek sistem, iç ortamda beklenen şartları bütün değişen dış hava koşulları dâhilinde hep belirli değerlerde tutabilmelidir. Özellikle son yıllarda ısı konforunun yanı sıra, iç hava kalitesi sağlanması gerekli temel faktör olmuştur. Konfor şartları arasında,

- Sıcaklık,
- Taze hava miktarı,
- Ses kirliliği,
- Nem,
- Temizlik (hijyen) gibi değerler bulunmaktadır.

Kuruluş Maliyeti: Özellikle Türkiye açısından kuruluş maliyeti büyük önem taşımaktadır. Kaynakların kısıtlı olması yatırımcıyı çoğu zaman ucuz yatırımlara yöneltmekte ve en önemli kriter haline getirmektedir. Hâlbuki asıl önemli olan toplam maliyet (life cycle cost) değeridir. Yani sistemin ekonomik ömrü içinde ortaya çıkan işletme ve yatırım maliyetleri toplamıdır.

İşletme Maliyeti: Enerji giderlerinin anormal derecede artması işletme maliyetlerini ön plana çıkarmıştır. İşletme maliyeti içinde yakıt (veya enerji) giderleri, servis ve bakım giderleri bulunmaktadır. Yukarıda açıklandığı gibi ucuz fakat işletmesi pahalı bir sistem günümüzde yanlış bir seçim olarak ortaya çıkmaktadır. Sistem verimi en önemli parametredir. Yüksek verimli bir sistem, toplam maliyet olarak çok daha ekonomik olabilmektedir. Dolayısı ile sistem seçiminde günümüzdeki anlayışa göre en önemli kriter bu olmaktadır.

Servis Bakım Sıklığı ve Kolaylığı: Sistem seçiminde nihai kullanıcı açısından servis ve bakım sıklığı konforun ya da hizmetin sürekliliği veya kesintiye uğraması anlamına geldiği için önemlidir. Servis sıklığı ve kolaylığı problemsiz bir işletmede arka planda kaldığı halde, sorun olduğunda en önemli olacaktır. Sistem mümkün olduğu kadar basit ve sağlam olmalıdır. Özellikle Türkiye şartlarında çoğu zaman kalifiye teknisyen ve profesyonel servis ve bakım teminindeki zorluklar nedeniyle, karmaşık sistemler istenildiği gibi korunamamakta, zamanla tasarım şartlarının çok dışında ilkel şartlarda çalışmak zorunda kalmaktadır. Bu durumda yüksek verim bir tarafa, sistem temel fonksiyonlarını yerine getiremez hale düşmektedir. Bu nedenle

seçilecek sistemlerin basit, az bakım ve servis isteyen karakterde olması çok önemlidir. Sistem seçerken, bakım ve servisinin kimler tarafından yapılacağı mutlaka düşünülmelidir. Servis gereksinimi olan cihazların yaşanan hacimlerin dışına monte edilmiş olmasına ve kolay servis yapılabilmesine olanak vermesine, proje yapılırken özen gösterilmelidir.

İşletme Kolaylığı: Sistemin işletilmesinin kolaylığı yukarıdaki maddeden bağımsız olarak düşünülmelidir. İşletmenin mümkünse kalifiye teknik adamlara ihtiyaç olmaksızın yapılabilmesi önemlidir.

4. CLTD/SCL/CLF İLE SOĞUTMA YÜKÜ HESAP YÖNTEMİ

Hemen tüm mühendislik tasarım problemlerinde olduğu gibi, soğutma yükü hesabında, mühendisler, uzun ve yorucu hesap yöntemleri ile uğraşmak yerine, tablo ve diyagramlardan okunan değerler ile yapılan basitleştirilmiş hesaplama tekniklerini tercih ederler. Günümüzde iklimlendirme mühendisleri tarafından kullanılan yük hesaplama yöntemleri de bu türdendir.

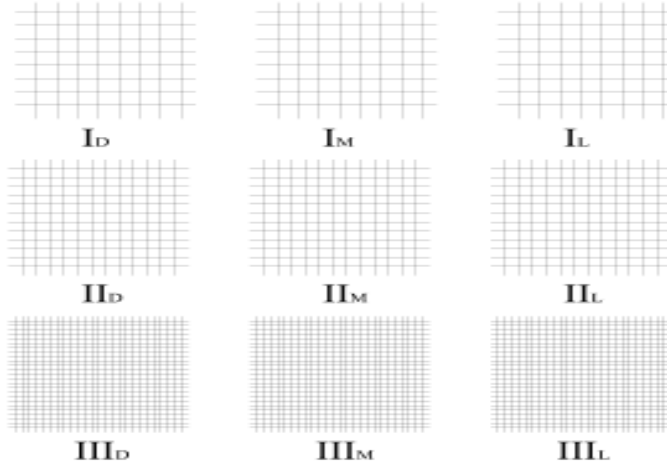
Burada kullanılacak olan yöntem, ASHRAE tarafından geliştirilmiş olan bir yöntemler zinciridir. Kullanımı kolay olan, ancak halen üzerinde çalışılan ve sürekli olarak bazı değişikliklere uğrayan son halkası durumundaki CLTD/SCL/CLF (Cooling Load Temperature Difference / Solar Cooling Load / Cooling Load Factor-Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı / Güneş Soğutma Yükü / Soğutma Yükü Çarpanı) yöntemidir.

4.1. Pencerelerden Işınım İle Oluşan Soğutma Yükü

Pencerelere düşen güneş ışınımı, hacim içine girip, içerideki yüzeylerde yutulduktan sonra, zaman içerisinde, hacim havasına geçer ve bir soğutma yükü bileşeni oluşturur. Bu bileşen, $Q = A (SC) (SCL)$ [1] bağıntısı ile hesaplanabilir. Bu eşitlikte,

- Q = Güneş ışınımından kaynaklanan soğutma yükü (W)
- A = Penceredeki net cam alanı (m²)
- SC = gölgeleme katsayısı, boyutsuz
- SCL = Güneş soğutma yükü (W / m²) anlamındadır.

Şekil 15 Perde Kumaş Numuneleri



(Uralcan, Yücel, 2003,17)

4.2. Çatılar, Dış Duvarlar ve Pencereleden İletimle Oluşan Soğutma Yüğü

Bu Yöntemde, tüm dış yüzeylere, ışıınım ve taşınım ile gelip, buradan iletimle hacim içine geçen ısınm, iklimlendirme sistemine eklediğı yük,

$$Q = U A (CLTD) \quad [2]$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntıda;

- Q = Soğutma yüğü (W)
- U = Toplam ısı geçiş katsayısı (W / m².K)
- $CLTD$ =Soğutma yüğü sıcaklık farkı (K) anlamındadır.

4.3. İç Duvarlar, Tavan ve Döşemeden İletimle Oluşan Soğutma Yüğü

Şartlandırılan bir hacim, farklı sıcaklıktaki bir ortama bitişik ise, bu ortamla arasında olan ısı geçiş gözü önüne alınmalıdır. Bu durum için anlık ısı geçiş;

$$Q = U A (T_b - T_i) \quad [3]$$

bağıntısı ile verilir. Bu bağıntıda,

- Q = Anlık ısı geçiş miktarı (W)
- U = Hacim ve bitişik ortam arasındaki ısı geçiş katsayısı (W/(m².K))
- A = göz önüne alınan hacimin ayırıcı duvar alanı (m²)

- T_b = Bitişik ortamın ortalama hava sıcaklığı (°C)
- T_i = Şartlandırılan hacimin hava sıcaklığı (°C) anlamındadır.

4.4. İklimlendirilen Hacimdeki İç Isı Kaynakları

İç ısı kaynaklarından oluşan soğutma yükleri, duyulur veya gizli ısı kazançlarından kaynaklanmalarına göre, sırasıyla;

$$Q_s = N (SHG) (CLF) \quad [4]$$

eşitliklerinden bulunabilir. Bu eşitliklerde,

- Q_s = Duyulur soğutma yükü (W)
- SHG = Isı kaynağının bir adedinden olan duyulur ısı kazancı (W/adet)
- CLF = Isı kaynağı için soğutma yükü çarpanı
- N = Hacim içinde bulunan söz konusu ısı kaynağı adedi anlamındadır.

5. ISI KAYBI HESAP YÖNTEMİ

TS 825 standardı 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren mecburi standart olarak yürürlüğe girmiştir. Binaların tasarım aşamasında bu standartta verilen hesap metodu kullanılarak binanın enerji ihtiyacı hesaplanmalıdır. Malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması ve detay çözümlerinde belirtildiği bir ısı yalıtım projesi hazırlanmalıdır ki gereğinden eksik ya da fazla enerji tüketimine sebebiyet verilmesin (Alkılıç, 12, 2004).

5.1. Özgül Isı Kaybı Hesabı ve Tablosu

Bir iklimlendirme projesinin yapılabilmesi için bilinmesi ya da hesaplanması gerekli birkaç parametreden biri olan özgül ısı kaybı hesabı için oluşturulacak tablonun doldurulması ile alakalı tanımlama yapılırken sütunların numaraları temel alınacaktır.

Çizelgenin satır kısımlarında duvar yüzeyleri, taban, tavan, pencere gibi ısı kaybı gerçekleşen yapı elemanlarının kalınlığı girilmektedir.

1.sütuna, metre olarak yapı elemanının kalınlığı girilmektedir. Projesi yapılacak binanın mimari projesinden alınır.

2.sütuna, yapı elemanının ısı iletkenlik hesap değeri λ_n , W/mK cinsinden girilmektedir. Isıl iletkenlik hesap değeri için uygun değer seçilmelidir.

3.sütuna, ise d/λ , $1/\alpha$ değerleri, m²K/W biriminde girilmektedir. Yüzeysel ısı iletim katsayı değerleri için Çizelge 2'den uygun değerler seçilir.

4.sütuna, ısı geçirgenlik katsayısı hesabı yapılmaktadır. Isı geçirgenlik katsayısı U;

$$1/U = (1/\alpha_{iç}) + (d_1/\lambda_1) + \dots + (d_n/\lambda_n) + (1/\alpha_{dış}) \quad [5]$$

İfadesinden bulunmaktadır (Karakoç, 3, 2001).

5.2.Isı Kaybı Hesabı ve Tablosu

Isı kaybı hesabı Tablosu 17 sütundan oluşmaktadır. Buradaki açıklamalar sütun numaraları verilerek yapılacaktır.

5.2.1.Yapı Bileşeni Sütunu

Bu sütunda yapı bileşeninin işaret, yön ve kalınlık bilgileri ayrı alt sütunlar halinde girilmektedir. Bir nolu sütunda, yapı bileşeninin işareti kısaltılmış olarak verilir. Isı kaybı hesabında yapı bileşeni için kullanılan semboller Çizelge 1'de verilmiştir. İkinci sütunda yapı bileşeninin yönü kısaltılmış olarak girilir. Üçüncü sütunda yapı bileşeninin kalınlığı cm biriminde girilmektedir.

Çizelge 1 *Yapı Bileşeni Sembolleri*

Sembol	Anlam
TP	Tek Pencere
ÇP	Çift Pencere
ÇCP	Çift Camlı Pencere
DK	Dış Kapı
İK	İç Kapı
BK	Balkon Kapısı
BDD	Bitişik Dış Duvar
KD	Komşu Duvar
DD	Dış Duvar
Ko	Kolon
Ki	Kiriş
BP	Beton Perde
TBP	Toprak Temaslı Beton Perde
İD	İç Duvar
Ta	Tavan
Dö	Döşeme

(Karakoç, 2001, 21)

5.2.2.Alan Hesabı Sütunu

Alan hesabı 4. ve 8. sütunlar arasında beş sütunda yapılmaktadır.

4.sütuna, hesabı yapılan yapı bileşeninin uzunluğu m olarak girilmektedir.

5.sütuna, yükseklik veya genişlik ölçüsü m olarak girilir.

6.sütuna, toplam alan hesabı yapılır. 4. ve 5. sütunların çarpımı yazılır.

7.sütuna, miktar olarak tanımlanır. Bu sütuna 6.sütunda hesabı yapılan alandan kaç adet olduğu yazılır. Pencere gibi aynı boyuta sahip alanlarda, pencerelerin sadece birinin alanı 6. sütuna yazılır, bu eşit alanı pencereden kaç adet var ise değeri 7. sütuna yazılır.

8.sütunda, çıkarılan alan hesabı yapılır. Duvar alanı hesaplanırken duvardaki pencere ve kapı gibi alanlar çıkarılarak net duvar alanının bulunması amaçlanmaktadır. Bir önceki satırlarda çıkarılacak alanlar yazılarak, duvar alanı hesabı yapılırken, bu alanların çıkarılması gerekmektedir. Çıkarılan alan olarak tanımlanan bu sütuna, bir önceki satırın (ya da satırların) 6. sütundaki değeri yazılır (Dağsöz, 53, 2004).

5.2.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu

Isı geçişi yoluyla olan ısı kaybı 9. ve 12. sütunlar arasındaki dört sütunda yapılır. Bu sütunda aşağıdaki denklem hesabı yapılacaktır.

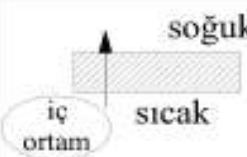
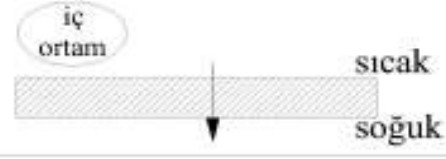
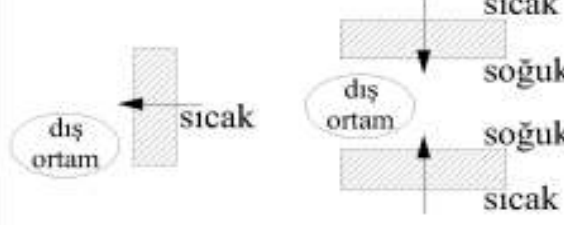
$$Q_0 = A \times U \times \Delta T \quad [6]$$

9.sütunda, hesaba giren alan A değeri hesaplanır. Bu sütuna, ya toplam alandan kaç tane olduğu (6 x 7) ya da toplam alandan çıkarılan alan çıkarıldıktan sonra kalan kısım (6 – 8) yazılır.

10.sütun, U toplam ısı geçirgenlik katsayısı hesabının yapıldığı sütundur. Farklı malzemelerden oluşabilen yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı U, W/m²K birimindedir.

Yapı bileşenlerinin iç ve dış yüzeyleri için yüzeysel ısı taşınım dirençleri Çizelge 2’de görülmektedir.

Çizelge 2 - Yüzeysel Isı İletim Katsayı Değerleri

DURUM		Yüzeysel Isı Taşınım Dirençleri m ² K/W
	İç yüzeyler ısı geçişi yatay ve yukarı	0,13
	İç yüzeyler ısı geçişi aşağı	0,17
	Bütün dış yüzeyler	0,04

(Karakoç, 2001, 23)

Pencere ve kapılar için toplam ısı geçirgenlik katsayıları Tablo 6’da verilmiştir. Pencere ve kapılar için doğrudan bu çizelgelerdeki değerler alınır.

Tablo 6 Ara dolgusuna göre camların ısı geçirgenlik katsayısı

Cam				Ara boşluk dolgusu cinsi (Gaz Konsantrasyonu ≥ 90)			
Tip	Cam	Normal yayılım derecesi	Ölçüler mm	Hava	Argon	Kripton	SF6
Çift Cam	Kaplamasız cam (Normal Cam)	0,89	4 x 6 x 4	3,30	3,00	2,80	3,00
			4 x 9 x 4	3,00	2,80	2,60	3,10
			4 x 12 x 4	2,90	2,70	2,60	3,10
			4 x 15 x 4	2,70	2,60	2,60	3,10
			4 x 20 x 4	2,70	2,60	2,60	3,10
	Tek kaplamalı cam	$\leq 0,4$	4 x 6 x 4	2,90	2,60	2,20	2,60
			4 x 9 x 4	2,60	2,30	2,00	2,70
			4 x 12 x 4	2,40	2,10	2,00	2,70
			4 x 15 x 4	2,20	2,00	2,00	2,70
			4 x 20 x 4	2,20	2,00	2,00	2,70
	Tek kaplamalı cam	$\leq 0,2$	4 x 6 x 4	2,70	2,30	1,90	2,30
			4 x 9 x 4	2,30	2,00	1,60	2,40
			4 x 12 x 4	1,90	1,70	1,50	2,40
	Tek kaplamalı cam	$\leq 0,1$	4 x 6 x 4	2,60	2,20	1,70	2,10
4 x 9 x 4			2,10	1,70	1,30	2,20	
4 x 12 x 4			1,80	1,50	1,30	2,30	
4 x 15 x 4			1,60	1,40	1,30	2,30	
4 x 20 x 4			1,60	1,40	1,30	2,30	
$\leq 0,05$		4 x 6 x 4	2,50	2,10	1,50	2,00	
		4 x 9 x 4	2,00	1,60	1,30	2,10	
		4 x 12 x 4	1,70	1,30	1,10	2,20	
		4 x 15 x 4	1,50	1,20	1,10	2,20	
		4 x 20 x 4	1,50	1,20	1,20	2,20	
Üçlü Cam	Kaplamasız cam (Normal Cam)	0,89	4 x 6 x 4 x 6 x 4	2,30	2,10	1,80	2,00
			4 x 9 x 4 x 9 x 4	2,00	1,90	1,70	2,00
			4 x 12 x 4 x 12 x 4	1,90	1,80	1,60	2,00
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,4$	4 x 6 x 4 x 6 x 4	2,00	1,70	1,40	1,60
			4 x 9 x 4 x 9 x 4	1,70	1,50	1,20	1,60
			4 x 12 x 4 x 12 x 4	1,50	1,30	1,10	1,60
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,2$	4 x 6 x 4 x 6 x 4	1,80	1,50	1,10	1,30
			4 x 9 x 4 x 9 x 4	1,40	1,20	0,90	1,30
			4 x 12 x 4 x 12 x 4	1,20	1,00	0,80	1,40
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,1$	4 x 6 x 4 x 6 x 4	1,70	1,30	1,00	1,20
			4 x 9 x 4 x 9 x 4	1,30	1,00	0,80	1,20
			4 x 12 x 4 x 12 x 4	1,10	0,90	0,60	1,20
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,05$	4 x 6 x 4 x 6 x 4	1,60	1,30	0,90	1,10
4 x 9 x 4 x 9 x 4			1,20	0,90	0,70	1,10	
4 x 12 x 4 x 12 x 4			1,00	0,80	0,50	1,10	

(Karakoç, 2001, 25)

Çizelge 3 Dış ve İç Kapılara Ait Isı Geçirgenlik Katsayısı

KAPILAR	U W/m ² K
Ağaç veya Plastik	3,5
Metal (Isı yalıtımlı)	4
Metal (ısı yalıtımsız)	5,5
İç Kapılar	2

(Karakoç, 2001, 26)

11.sütunda, Dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı yazılır. Çeşitli sıcaklık bölgelerine göre her ilde hesaplarda kullanılacak dış hava sıcaklıkları Tablo 15. (TS-825 EK 1) verilmiştir.

12.sütunda, Denklem [6] kullanılarak artımsız ısı kaybı hesabı yapılır. Bu değer 9,10 ve 11. sütunların çarpımından oluşmaktadır. ($Q_0=A \times u \times \Delta T$)

Isıtılacak ortamın durumuna göre, tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları Tablo 16'de verilmiştir (Dağsöz, 53, 2004).

5.2.4.Artırmalar Sütunu

Bu sütunda, artımsız olarak hesaplanan ısı kaybına çeşitli artırımlar eklenir.

13.sütunda, birleştirilmiş artırım sayısı hesaplanır. Z_D sembolü ile gösterilen bu artırım ısınmanın kesintili ya da sürekli olup olmamasına göre bir değere sahiptir.

Bu artırım, bina kesintili ısınması durumunda, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrara eski sıcaklığına getirilmesi için göz önüne alınması gereken ısı kapasitesi artırımıdır. Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa ve ne kadar çok kesintili çalışıyorsa, bu artırım o kadar büyük olmalıdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı, işletme durumu ve D katsayısına bağlı olarak Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgede kullanılacak D katsayısı için şu ifade verilmiştir.

$$D = Q_0 / [A_{top} \times (T_{iç} - T_{dış})] \quad [7]$$

Bu denklemdeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

Q_0 = Artımsız ısı kaybı (W)

A_{top} = Isı kaybı hesaplanan hacmi çevreleyen tüm yüzeylerin alanları toplamı (m²)

$T_{iç} - T_{dış}$ = İç ve Dış ortam arası sıcaklık farkı (K)

$D = Z_D$ artırımında kullanılan katsayı (W/m²K)

Çizelge 4 Birleştirilmiş Artırım katsayısı

İşletme Durumu	D (W/m ² K)			
	0,12 – 0,34	0,35 – 0,80	0,81 – 1,73	≥ 1,74
	% Z _D			
1. İşletme Durumu	7	7	7	7
2. İşletme Durumu	20	15	15	15
3. İşletme Durumu	30	25	20	15

(Karakoç, 2001, 30)

Isıtma tesisatının çalıştırılmasında verilen araya göre 3 tip işletme şekli tanımlanmıştır.

1.İşletme: Tesisat sürekli çalışmakta yalnız geceleri ateş azaltılmaktadır.

(genellikle Konuklar)

2.İşletme: Kazan her gün 10 saat tamamen söndürülmektedir. (genellikle işyerleri)

3.İşletme: Kazan her gün 14 saat ve ya daha uzun söndürülmektedir. (genellikle işyerleri)

14.sütunda, kat yükseklik artırımını dikkate alınır. Z_w olarak tanımlanan bu artırım yapının konumu ne olursa olsun belirli bir kattan daha yukarıdaki katlar için alınır.

Birkaç kattan sonra artan rüzgâr hızı nedeniyle göz önüne alınması gereken bir artırımdır. Örneğin, 5 katlı bir binada ilk üç kat için kat yükseklik zammı dikkate alınmaz. 4. kat için % 5,5 kat için %10 kat yükseklik zammı alınır. Ayrıca kazan dairesinden ayrılan kolanlarda sıcaklığı 90⁰C olan su, yüksek katlara çıkıncaya kadar soğumaktadır. Bu nedenlerle artırımsız ısı kaybına, Çizelge 5’de verilen oranlarda artırım eklenecektir.

Kat yükseklik zammı belirlenirken, kılıflı boru tesisatının uygulandığı izoleli borularda ve düşük sıcaklıklı sistemlerde, buradaki suda soğuma olmayacağı dikkate alınmalıdır.

Çizelge 5 Kat Yükseklik artırım çizelgesi

Kat	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Artırım	0%	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	4.3.2.1	5.4.3.2.1
	5%	4.	4	5,4	5,4	5,4	6.5.3	6.5.4	6.5.4	6.5.4	7.6.5	8.7.6
	10%		5	6	6	7,6	8,7	9.8.7	9.8.7	9.8.7	10.9.8	11.10.9
	15%				7	8	9	10	10	11,10	12.11.10	13.12.11
	20%								11	12	13	14

(Karakoç, 2001, 31)

5.sütuna, yön artırımı yazılır. Z_H ile gösterilen yön artırımı odanın yönünden dolayı dikkate alınması gereken bir artırımdır. Z_H yön artırımı seçilirken; yalnız bir dış duvarı olan odalarda, bu dış duvarın baktığı yön, köşe odalarda ise iki dış duvarın birleştiği köşenin yönü esas alınır. Köşe odalarda, penceresi fazla olan dış duvarın yönüde esas alınabilir. Dış duvarı ikiden fazla olan odalarda, en yüksek yön artırım değeri Çizelge 6’de verilmiştir.

Çizelge 6 Yön Arttırım Çizelgesi

YÖN	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
% Z_H	—5	—5	0	5	5	5	0	—5

(Karakoç, 2001, 31)

6.sütun, artırımların yazıldığı sütundur. Toplam artırım Z ;
 $Z = (1 + \% Z_D + \% Z_W + \% Z_H)$ ifadesinden bulunmaktadır.

5.2.5.Toplam Isı İhtiyacı Sütunu

Bu sütunda toplam ısı gereksinimi hesaplanır.

17.sütun, 12. sütunda hesaplanan artırımsız ısı kaybı 16. sütundaki toplam artırımlar ile çarpılarak 17. sütunun ilk satırına artırımlı ısı kayıpları toplamı olarak yazılır (Dağsöz, 53, 2004).

$$Q_i = Q_0 \times Z$$

6. PSİKROMETRİK DİYAGRAM İLE KAPASİTE HESAPLARI

Kapasite hesabı yapılmadan önce belirlenmesi gereken kriterler vardır ki bunların bir kısmını şimdiye kadar anlattık. Ancak diğer kriterler kullanım amacına ve kullanılacağı bölgeye göre farklılık gösterdiğinden proje bazında değerlendirilmelidirler. Bu kriterler;

Yaz Tasarımı İçin:

- Toplam soğutma yükü
- Şartlandırılan hacimin kullanım amacı ve insan aktiviteleri
- Talep edilen nem oranı ve sıcaklık
- Dış hava koşulları

Kış Tasarımı İçin:

- Toplam ısıtma yükü
- Şartlandırılan hacimin kullanım amacı ve insan aktiviteleri
- Talep edilen nem oranı ve sıcaklık
- Dış hava koşullarıdır.

Bu kriterler belirlendikten sonra sırasıyla aşağıdaki kapasite hesapları yapılabilir.

6.1. Spor Salonuna Üflenecek Hava Miktarı

Q_D : Spor salonundan saat başına çekilmesi gereken ısı miktarı

Üflenen havanın sıcaklığı ile spor salonu havasının sıcaklığı arasında 8°C lik bir farkın bulunması zorunluluğu vardır. Aksi takdirde istenmeyen bir hava sirkülasyonu meydana gelecek ve insan sağlığını (Kas ağrıları gibi) olumsuz yönde etkileyecektir. Psikrometrik diyagram da dış havanın, iç havanın yani spor salonu havasının ve üflenen havanın durumunu belirleyen noktalar saptanır. Dış havanın durumunu belirleyen D_{HY} noktası ile üflenen havanın durumunu belirleyen \ddot{U}_{HY} noktası apsisi aynı noktalardır ve bu noktalar mutlak nem eksenine dik aynı doğru üzerinde bulunurlar. Diyagramdan dış havanın mutlak nemi x bulunur. Yine diyagramdan \ddot{U}_{HY} noktasında nemli havanın entalpi $h_{\ddot{U}HY}$ ve S_{HY} noktasında nemli havanın entalpi $h_{S_{HY}}$ bulunur. Bu durumda \ddot{U}_{HY} ve S_{HY} noktalarını sınırladıkları aralıkta nemli havanın entalpi değişimi

$$\Delta h_1 = h_{SHY} - h_{ÜHY}$$

Formülü ile hesaplanır.

G – saat başına üflenen havanın ağırlığı

$$G = Q_D / \Delta h_1 \text{ formülü ile}$$

γ — üflenen havanın özgül ağırlığı

$\gamma = P / R \times T$ formülü ile tespit edildikten sonra

V – saat başına üflenen havanın hacmi

$$V = \frac{G}{\gamma} \text{ formülü ile bulunur ve genellikle, saat başına yaz iletmesinde ne kadar hava}$$

üflenirse kış işletmesinde de o kadar hava üflenir.

6.2. Gizli Isıyı Taşıyan Su Buharı Miktarı ve Havanın Yaz İşletmesindeki Nemi

Salona üflenecek hava sıcaklığında (talep edilen hava sıcaklığı – 8 °C) sıcaklıkta ve bunu karşılayan doygunluk basıncında buharlaşma ısısı $r = 606,5 - 0,695 t$ şeklinde ki Regnault denklemin den yararlanılarak hesaplanır (Zorkun, 23, 2001).

Spor salonunda müsabaka seyreden her kişinin saat başına yaydığı ısının 40 kcal'lik bölümü müsabaka yapan her kişinin 200 kcal'lik bölümü gizli ısı kabul edilmektedir. (Tablo – 14)

Q_G - toplam gizli ısı

q_G - kişi başına gizli ısı

$$Q_G = n. q_G$$

G_B – gizli ısıyı taşıyan su buharı miktarı

$$G_B = \frac{Q_G}{r} \text{ formülleri ile hesaplanır.}$$

Havanın yaz işletmesine ne kadar kuru üfleneceğini belirleyebilmek için gizli ısıyı taşıyan su buharı miktarının 1 kg kuru havaya düşen miktarını bulmak gerekir.

Δx – gizli ısıyı taşıyan su buharı miktarının 1 kg kuru havaya düşen miktarı

$\Delta x = G_B / G$ formülü ile,

X_1 = üflenmesi gereken havanın mutlak nemi

$X_1 = X - \Delta x$ formülü ile hesaplanır.

6.3 Yaz İşletmesi İçin Soğutma Yüğü

Bu kısımda daha önce hesaplanan soğutma yüküne, havalandırmadan ve insanların duyulur ısılarından kaynaklanan ısı kazancıda eklenerek yaz işletmesi için brüt soğutma yükü belirlenir.

Kişi başına değiştirilmesi gereken havanın hacmi (v_a) Tablo – 4 yardımıyla belirlenir ve Spor salonundan zorunlu olarak atılması gereken yani saat başına değiştirilmesi gereken havanın hacmini (V_a) ise aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$V_a = n \cdot v_a$$

Şartlandırılacak hacime üflenecek havanın tamamının dışarıdan alınmasına gerek yoktur. Çünkü hacime üflenecek temiz hava gereksini hacimde bulunan insan sayısı ve yine bu insanların aktiviteleri ile doğru orantılıdır. İnsanların ihtiyacı kadar dış hava temin edildikten sonra iklimlendirme için gerekli olan üfleme havası eksoz havasından temin edilmelidir. Böylelikle oluşturulan üfleme havası karışımı için harcanacak enerji daha az olacaktır. Başka bir deyişle dış havaya göre avantajlı, ortamda kalmasına müsaade edilmeyecek kadar klimatolojik özelliğini kaybetmiş havanın enerjisini israf etmemiş oluruz. Bunun için bir dış hava oranı (η) belirlenmelidir ki bunun için aşağıdaki formülü kullanırız.

$$\eta = V_a / v$$

D_{HY} ve S_{HY} noktaları arasında entalpi farkının (oran olarak) $1 - \eta$ kadar daha az olması gerekir. D_{HY} ve S_{HY} noktalarını birleştiren doğru üzerinde bu entalpi farkını veren K_{HY} noktası bulunur. K_{HY} noktası diyagram üzerinde emilen havanın durumunu belirleyen noktadır. Salon havasının üflenme sıcaklığında Δx daha kuru üflenen havanın durumunu gösteren nokta diyagram üzerinde saptanır. Bu nokta \dot{U}_{HY1} noktasıdır. \dot{U}_{HY1} ve K_{HY} noktalarını birleştiren doğru soğutma sürecini ifade eder. Bu doğrunun doygunluk eğrisini kestiği S_{ys} noktasından geçen sıcaklık doğrusu klima cihazında soğutucu yüzey sıcaklığını gösterir.

Soğutma yükünü bulmak için, entalpi değişimini üslenecek üflenecek havanın ağırlığı ile çarpmak gerekir.

Q_{sy} – soğutma yükü

$G_{\dot{U}}$ – üflenecek havanın ağırlığı

$$G_{\dot{U}} = \eta \cdot G$$

$Q_{sy} = G_{\ddot{U}} \times \Delta h_2$ formülü ile yaz işletmesi için yaz işletmesi için brüt soğutma yükü bulunmuş olur.

Kış işletmesinde ısı kaybını karşılayan sıcaklık farkını bulmak için aşağıdaki yol izlenmelidir. Kış işletmesinde de saat başına ısı kaybını (Q_{IK}) daha önce belirlemiş idik. Üflenecek havanın sıcaklığı ve bağıl nemini de tespit etmiştik. Psikrometrik diyagramdan bu bilgiler doğrultusunda mutlak nemi de (ϕ_D) tespit edilir ve aşağıdaki formüle konularak kış işletmesinde ısı kaybını karşılayacak sıcaklık farkı (Δt_K) bulunur.

$$\Delta t_K = \frac{(1+x) \cdot Q_{IK}}{G \cdot (0,2367 + x \cdot 0,4445)}$$

6.4.Kış İşletmesinde Ön Isıtma Yüğü İle Son Isıtma Yüğü

Diyagramda dış havanın durumunu belirleyen D_{HK} noktası ile salon havasının durumunu belirleyen S_{HK} noktaları saptanır. D_{HK} noktasında havanın mutlak nemi x_1 ve S_{HK} noktasında havanın mutlak nemi x_2 psikometrik diyagramdan belirlenir. Dış hava koşullarında emilen hava önce mutlak nemi aynı kalmak koşulu ile ısıtılır. Buna ön ısıtma denir. Sonra adiyabatik yıkama ile nemlendirilir yani mutlak nemi artırılır ve adiyabatik yıkama ile mutlak nemi artırılan hava ısıtılarak salona gönderilecek bir duruma getirilir. Adiyabatik yıkama ile nemlendirilen havanın ısıtılarak salona gönderilecek duruma getirilmesine son ısıtma adı verilir. Ön ısıtma noktasını bulmak için S_{HK} noktasından indirilen dikmenin doygunluk eğrisini kestiği noktadan entalpi doğrusuna paralel bir doğru çizilir. Bu doğrunun D_{HK} noktasından geçen mutlak nem eksenine dik olan doğruyu kestiği nokta ön ısıtma noktasıdır. Ön ısıtma noktası diyagram üzerinde K ile gösterilir. Üflenecek havanın sıcaklığının salon sıcaklığından Δt_K kadar daha büyük olması gerekir. Diyagram üzerinde ordinatı S_{HK} noktasının ordinatından Δt_K kadar daha büyük olan \ddot{U}_{HK} noktası saptanır. Bu nokta salona üflenecek havanın durumunu belirler. Adiyabatik yıkama ile nemlendirilen havanın \ddot{U}_{HK} noktasına değin ısıtılması zorunluluğı vardır. D_{HK} ile K noktası arasında ki entalpi farkı ön ısıtma için gerekli ısı miktarını ve K noktası ile \ddot{U}_{HK} noktası arasında ki entalpi farkı da son ısıtma için gerekli ısı miktarını ifade eder.

$$\Delta h_{\ddot{O}} = h_K - h_{D_{HK}}$$

$$\Delta h_S = h_{\ddot{U}_{HK}} - h_K$$

$$\Delta h = \Delta h_{\ddot{O}} + \Delta h_S$$

$Q_{\ddot{O}}$ – ön ısıtma yükü

$$Q_{\ddot{O}} = G \times \Delta h_{\ddot{O}}$$

Q_S – son ısıtma yükü

$$Q_S = G \cdot \Delta h_S$$

Formülleri sıra ile uygulanır ve son olarak, ön ısıtma yükü ile son ısıtma yükü toplanıp brüt ısı yükü (ΣQ) hesaplanmış olur.

Bu hesaplar salondan yaz işletmesi durumunda oluşan ışıınım ve transmisyon ısı kazançlarının giderilmesi için üflenmesi gerekli hava ağırlığı kullanıldığı zaman geçerlidir. Ancak ekonomik işletmelerde salonun tüm havası değiştirilmez. Kış işletmesinde salon da kalan ve sonra bir aspiratör tarafından çekilerek klima cihazına getirilen hava atmosfer den emilen taze hava ile bir karışım oluşturur. Bu karışımın hem sıcaklığı hem de mutlak nemi atmosferden emilen havanın sıcaklığından ve mutlak neminden daha büyük olur. Karışımın durumunu tanımlayan noktayı bulmak için önce D_{HK} ve K noktalarının birleştiren doğru üzerinde D_{HK} noktasından $1-\eta$ kadar uzakta bulunan K' noktası saptanır. K' noktasından geçen sıcaklık doğrusunun tahmin edilen bağıl nem derecesine ait bağıl nem eğrisini kestiği K_{HK} noktası bulunur. Bu nokta karışımın diyagram üzerinde durumunu belirleyen noktadır. K_{HK} noktasında havanın mutlak nemi x' tespit edilir. K_{HK} noktasından geçen mutlak nem eksenine dik olan doğru çığ noktasından geçen entalpi eğrisini K_1 noktasında keser. Bu nokta ön ısıtma noktasıdır. Ön ısıtma noktasına değin ısıtılan hava adyabatik yıkama ile nemlendirilir. Adyabatik yıkama ile nemlendirilen hava daha sonra son ısıtma ile üflenecek duruma yani \ddot{U}_{HK} noktasına getirilir. K_{HK} noktası ile K_1 noktası arasında ki entalpi farkı ön ısıtma için gerekli olan ısı miktarını ve K_1 noktası ile \ddot{U}_{HK} noktası arasındaki entalpi farkı da son ısıtma için gerekli olan ısı miktarını ifade eder.

$$\Delta h_{\ddot{O}} = h_{K_1} - h_{K_{HK}}$$

$$\Delta h_S = h_{\ddot{U}_{HK}} - h_{K_1}$$

$$\Delta h = \Delta h_{\ddot{O}} + \Delta h_S$$

$$Q_{\dot{O}} = G \times \Delta h_{\dot{O}}$$

$$Q_S = G \times \Delta h_S$$

$$\Sigma Q_G = Q_{\dot{O}} + Q_S$$

Açık olarak görülecektir ki yaz ve kış şartlarının ayrı ayrı değerlendirildiği ekonomik tasarım ile büyük oranda ısı tasarruf edilmektedir.

IV. BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sonuç ve değerlendirme, alt problemlerde yer alan maddelere göre ve sırasıyla yapılmıştır.

-Spor salonlarında uygulanması gereken havalandırma standartları nelerdir?

Spor salonları yapılan faaliyetlerden dolayı solunum sıklığının arttığı alanlardır. Bundan dolayı spor salonlarının havalandırması, spor yapan ve seyreden insanların soluduğu havanın ideal seviyelerde tutulması açısından önemlidir. Spor salonlarında uygun havalandırmanın sağlanması için mekanik havalandırmanın yapılmasında fayda vardır. Ancak spor salonu seyirci kapasitesi bakımından az ise ve yapım aşamasında uygun hava akışını sağlayacak şekilde tasarım yapılmış ise doğal havalandırma da kullanılabilir.

Spor salonları genelde yüksek tavanlıdır ve tek büyük hacimden oluşurlar. Hava değişimi sayısı düşüktür. **Genelde hava değişim sayısı saatte 2 – 3 defa ve kişi başına 30 – 40 m³/saat olarak hesaplanır** (Uralcan, 2003, 76).

Kişi başına minimum dış hava miktarı 20 – 30 m³/saat değerleri arasında da hesaplanabilir. Bu değerler hesaplanırken kişi başına oturma alanı 0,6 – 0,7 m² arasında alınabilir. Hava sıcaklığının mevsime göre 18 – 28 0C, nemin ise %40 - %60 arasında olması uygundur (Isısan, 2002, 21)

Spor salonlarında kirlenen havanın dışarı atılması önemlidir. İyi bir egzoz planlanmalıdır. Dönüş havasını seyircilerin oturduğu seviyeden almak en uygun yöntemdir.

Yukarıdaki kriterler göz önüne alındığında spor salonları için Tam Havalı İki Kanallı sistemleri kullanmak uygundur. Çünkü bu sistem, havanın sıcaklığını, nemini üstün olarak sağlayabilme kabiliyeti, basma ve egzoz havalarının tatbik noktalarını hassas olarak sağlayabilmesi özellikleri ile aranan şartları en iyi şekilde sağlayabilir.

-Spor salonlarında havalandırmanın sağlıklı ve nitelikli spor yapmak açısından önemi nedir?

Spor salonları sağlık için spor yapılan alanlardır. Sağlıklı spor yapabilmek için de, en önemli etkenlerden biri spor yapılan ortamlardaki havanın uygun karışıma sahip ve oksijen bakımından yeterli olmasıdır. Solunan havanın kaliteli sayılabilmesi için, havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle alakalı herhangi bir tatsızlık hissetmemesi gerekir (Genceli, 1998, 13).

Sporcu ve seyirci sağlığı açısından havalandırmanın önemi büyüktür. Havanın miktar ve kalite açısından yetersiz olduğu spor salonlarında karşılaşılabilecek hastalıkların başında bronşial astıma, akut bronşit, kronik akciğer hastalıkları, tüberküloz gelir. Bu hastalıklardan kronik akciğer hastalıkları ölümlerine sonuçlanabilecek istenmeyen durumlar ortaya çıkarabilir. Bu da havalandırmanın önemini bir kat daha arttırmaktadır. Çünkü sporcunun sağlığını üst düzeyde korumak, sporcunun yüksek performans göstermesi sonucunu da beraberinde getirecektir.

Sporcunun enerji ihtiyacının karşılanmasındaki en önemli faktör, sporcunun temiz havada yeterli oksijen miktarını almasıdır. Bol oksijenli ortamlarda çalışan sporcunun verimi, oksijen oranı düşük ortamlarda çalışan sporcudan daha yüksektir. Aerobik solunumla 38 ATP enerji elde edilirken, anaerobik solunumda elde edilen enerji sadece 2 ATP 'dir (Sport medikal, 2007). Oksijensiz solunumda enerji elde edilmesinde büyük önemi bulunan laktik asit, vücutta bir süre sonra çoğalır ve bunun sonucunda sporcuda yorgunluk ortaya çıkar, sporcunun performansı düşer ve sporcudan beklenen verim alınamaz. Sonuç itibariyle havalandırmanın kaliteli ve yeterli olduğu spor salonlarında antrenman yapan veya yarışmaya katılan sporcular daha iyi performans gösterirler.

-Spor salonlarında havalandırma sistemlerinin planlanmasında dikkate alınması gereken kriterler nelerdir?

Havalandırma sistemlerinin amacı, insanların daha konforlu ve sağlıklı bir ortamda yaşamalarını sağlamaktır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için uygun kapasiteye sahip havalandırma sistemlerinin kurulması, öncelikle yapının konumunun ve coğrafi şartların incelenmesi gereklidir.

Sistem seçiminde öncelikle dikkat edilmesi gereken konular şunlardır;

Konfor: Sistem seçimindeki en önemli faktörlerden bir tanesidir. Özellikle son yıllarda ısı konforunun yanı sıra, iç hava kalitesi sağlanması gerekli temel faktör olmuştur Konfor şartları arasında; sıcaklık, taze hava miktarı, ses kirliliği, nem, temizlik gibi değerler bulunmaktadır.

Kuruluş maliyeti; Özellikle Türkiye açısından büyük önem taşımaktadır. Kaynak kısıtlılığı yatırımcıyı çoğu zaman ucuz yatırımlara yönlentmektedir. Hâlbuki asıl önemli olan toplam maliyet değeridir. Yani sistemin ekonomik ömrü içinde ortaya çıkan işletme ve yatırım maliyetleri toplamıdır.

Servis Bakım Sıklığı ve Kolaylığı: Sistem seçiminde nihai kullanıcı açısından servis ve bakım sıklığı konforun ya da hizmetin sürekliliği veya kesintiye uğraması anlamına geldiği için önemlidir. Sistem mümkün olduğu kadar basit ve sağlam olmalıdır. Özellikle Türkiye şartlarında çoğu zaman kalifiye teknisyen ve profesyonel servis ve bakım teminindeki zorluklar nedeniyle, karmaşık sistemler istenildiği gibi korunamamakta, zamanla tasarım şartlarının çok dışında şartlarda çalışmak zorunda kalmaktadır. Bu nedenle seçilecek sistemlerin basit, az bakım ve servis isteyen karakterde olması çok önemlidir. Sistem seçerken, bakım ve servisinin kimler tarafından yapılacağı mutlaka düşünülmelidir. Servis gereksinimi olan cihazların yaşanan hacimlerin dışına monte edilmiş olmasına ve kolay servis yapılabilmesine olanak vermesine, proje yapılırken özen gösterilmelidir.

İşletme Kolaylığı: Sistemin işletilmesinin kolaylığı yukarıdaki maddeden bağımsız olarak düşünülmelidir. İşletmenin mümkünse kalifiye teknik adamlara ihtiyaç olmaksızın yapılabilmesi önemlidir. Yani işletmede oto kontrol sistemi mümkün olduğu kadar devreye sokulmalıdır.

Spor salonlarında uygun havalandırma kapasitesini bulmak için göz önüne alınması gereken koşulları Uralcan (2003,9) aşağıdaki gibi sıralamıştır:

Yapının incelenmesi: Bir yapının iklimlendirme sisteminin tasarlanmasında ilk adım olarak yapının ve bileşenlerinin özellikleri çok iyi incelenmeli ve mevcut ısı kaynakları tam olarak değerlendirilmelidir. Böylece, ısıtma ve soğutma yüklerinin gerçekçi olarak hesaplanabilmesinin yanı sıra, seçilecek donanımın yerleşimi ve hava ve su dağıtım istemlerinin planlanması da uygun olarak yapılabilecektir.

Coğrafi Yapı ve Isı Kaynakları: Yapıya ait mekanik ve mimari çizimlerin, taslakların önemli kaynaklar oluşturduğu bu incelemede, aşağıdaki fiziksel durumlar göz önüne alınmalıdır;

Yapının konumu:

- Yöresi - yerel iklim şartları (sıcaklık, nem, enlem)
- Doğrultusu - güneş ve rüzgâr etkileri
- Çevredeki diğer yapılar - gölgeleme etkileri
- Yansıtıcı yüzeyler - su, kum, otopark alanları, vb.

Hacim(ler)in kullanım amacı: Spor Salonu, ofis, hastane, alışveriş merkezi, mağaza, fabrika, toplantı merkezi, konser salonu, vb.

Hacim(ler)in fiziksel boyutları: Uzunluk, genişlik ve yükseklik.

Tavan yüksekliği: Döşemeden döşemeye, döşemeden tavana yükseklikler; asma tavanın durumu.

Kolonlar ve kirişler: Boyutlar, bağlama dirsekleri.

Yapı malzemeleri: Duvarların, çatının, tavanların, döşemelerin ve bölmelerin kalınlıkları, malzemeleri ve yapı içindeki konumları.

Çevre şartları:

- Duvarların ve çatının dış yüzey renkleri, çevre yapılarca gölgelenme durumları.
- Komşu hacimlerin sıcaklıkları.
- Döşemenin altında toprak veya bodrum olması.

Pencereler: Boyutları ve konumları, malzemeleri (ağaç/metal/PVC), bir veya iki kanatlı olması, cam türü (bir veya çok camlı), gölgelenme durumu

Kapılar: Konumları, türleri, boyudan ve kullanım sıklıkları.

Merdivenler: Konumları, sıcaklıkları, havalandırma olup olmadığı.

İnsanlar: Hacimdeki insanların sayısı ve etkinlik durumları, hacim içinde bulunma zamanları ve süreleri.

Aydınlatma: Gücü, türü, montaj türü (gömülü/asılı), havalandırma durumu (emiş/besleme), gün boyu saatlik kullanım durumu.

Mutfak ve büro cihazları, motorlar, makineler, asansörler: Konumları, güç kaynakları (elektrik/gaz/buhar/vb.), güçleri, gün boyu saatlik kullanım durumları.

Havalandırma: Kişi başına gerekli temiz hava miktarı, hacim için gerekli hava değişimi sayısı, egzoz miktarları.

Isı depolama: İklimlendirme sisteminin, özellikle pik dış koşullar sırasında çalışma süresi (günde 12/16/24 saat), Hacimi çevreleyen duvarların fiziksel Özellikleri (yoğunluk, Özgül ısı, ısı iletkenlik, kalınlık).

Sürekli veya kesikli çalışma: Sistemin her gün mü yoksa balo veya toplantı salonları gibi, yalnızca bazı günler mi işletileceği.

Cihazların Ve Tesisatın Konumları: Yapılacak olan bina incelemesinde, tasarım mühendisinin, cihazları yerleştireceği, hava ve su tesisatların döşeyeceği konumları belirleyebilmesi için gerekli olan bilgilerin de toplanması gereklidir. Bu amaçla, aşağıdaki noktalar da dikkate alınmalıdır;

Mevcut hacimler:

- Merdiven boşlukları, asansör bacaları, kullanılmayan duman bacaları, tesisat bacaları, servis asansörü bacaları, vb.
- Havalandırma cihazları, soğutma makineleri, soğutma kuleleri, çillerler, pompalar ve diğer donanım için hacimler.

Engeller: Elektrik, gaz ve su tesisatları gibi tüm engellerin konumları.

Dış hava girişlerinin konumları: Cadde veya sokağa, diğer binalara, rüzgâr yönüne, istenmeyen kirletici kaynaklarına göre.

Güç servisi: Konum, kapasite, akım sınırlamaları, gerilim. Gerekli olursa, ek gücün nasıl ve nereden sağlanabileceği.

Su servisi: Konum, hat boyutları, kapasite, basınç, sıcaklık

Buhar servisi: Konum, boyut, kapasite, sıcaklık, basınç

Soğutma veya soğuk su sistemi: Türü, kapasitesi, sıcaklık, basınç, debi.

Hacimlerin mimari özellikleri: Hacimlerin görünümleri açısından, uç cihazların (menfezler, "fan-coil"ler, vb.) seçimi ve yerleşimi için.

Gürültü ve titreşim kontrolü: Gürültü ve titreşim açısından önemli olan alanlarla, iklimlendirme sistemi elemanlarının ilişkisi.

Standartlar ve yönetmelikler: Tüm elektrik ve mekanik sistemler ve donanım odaları ile ilgili, yerel, ulusal ve uluslararası standartlar, güvenlik gereksinimleri.

Ayrıca iklimlendirme yükü kriterlerinden iç ve dış yükler ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir.(Ayrıntılı bilgi için bkz. Sf. 72)

2. ÖNERİLER

Türkiye’de spor salonlarının havalandırmasıyla ilgili özel bir yönetmelik bulunmamaktadır. Spor salonları yapılan faaliyetler bakımından diğer büyük hacimli alanlardan farklıdır. Spor yapan insanlar daha hareketli olmalarından dolayı harcadıkları enerji ve soluk alma sayıları fazladır. Müsabaka zamanları veya diğer sosyal faaliyetlerde seyirci sayısı da farklılıklar göstermektedir. Bundan dolayı spor salonlarının planlama ve yapım aşamasında göz önüne alınması gereken standartlar, bu etkenlere göre belirlenmelidir. Spor salonlarında havalandırma ile ilgili geniş kapsamlı yönetmelikler hazırlanmalı ve bunların denetimi sağlanmalıdır.

Spor salonlarının havalandırma sistemleri planlanırken, tasarımı yapan mühendisler, spor konusunda uzman kişilerle beraber çalışmalıdırlar. Spor salonundan faydalanan kullanıcılar ihtiyacın doğru belirlenmesi konusunda daha gerçek fikir verebilirler. Tasarım mühendislerine konu ile ilgili, spor uzmanlarınca verilecek bilgilendirme kursları, doğru çözüm yollarının bulunması için faydalı olacaktır.

Spor salonlarının havalandırması planlanırken, sistem seçim kriterlerinin hangileri olması gerektiği iyi analiz edilmelidir. Bu aşamada spor salonunun bulunduğu il, coğrafi şartları, yapının konumu ve yapıda kullanılan malzemelerin neler olduğu büyük önem taşımaktadır. Ayrıca maliyet ve etkinlik analizinin iyi yapılması gerekmektedir. Sistemin bakım ve devamlılık maliyetleri, kullanım kolaylığı, ekonomik ömrünün uzun olması açısından göz önüne alınması gereken konulardır. Ayrıca havalandırma sistemlerinin binaların içine sonradan montajının daha zor olduğu göz önüne alınarak, binanın yapım aşamasında değerlendirilmesi daha uygun olacaktır.

KAYNAKÇA

Akciğerim, “**Verem**”, İndirilme Tarihi: 29.12.2006

<http://www.akcigerim.com/?sayfa=tb>

AKGÜN, Necati, “**Egzersiz Fizyolojisi**”, 4.bası,2.cilt, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir1993

ALKILIÇ, F. “**TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı**”, Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Bitirme Ödevi, 2004

Alperen, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 10.02.2007

<http://www.alperen.com.tr/kutuphane/havalandirma.htm>

Analiz, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 02.02.2007

<http://www.analiz2000.com/downloads/ppm.pdf>

Astım Alerji İmmünoloji Derneği (2005), “**Hasta Bina Sendromu**”, İndirilme Tarihi: 04.01.2007

http://www.aid.org.tr/pdf/2005_2/97_102.pdf

BENGÜ, M, “**Sağlık İçin Spor**”, Adam Yayıncılık, 1983

Besinlerden Enerji, “**Oksijenli Solunum**”, İndirilme Tarihi: 16.04.2007

<http://www.ogrenci.hacettepe.edu.tr/~b0344169/besinlerdenenerji.ppt>

Çevre Orman, “**İnsan Vücudu ve Hava**”, İndirilme Tarihi: 10 .04.2007

http://www.cevreorman.gov.tr/hava_00.htm

DAĞSÖZ, A.K, G. Yavuz, S. Demirkale, “**İzolasyon**”, İzocam Yayınları, 2004

Dask, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 11.03.2007

http://www.dask.org.tr/bilmek_istedikleriniz/meteoroloji/nem/nem.htm

EPA- 402-K-01-003; “**Healthy Buildings, Healthy People: A Vision for the 21st Century**” Güncellenme Tarihi: Ekim 2001, İndirilme Tarihi: 19.04.2007

<http://www.epa.gov/iaq/hbhp/index.html>

EPA Indoor Air-Publications; “**Indoor Air Facts No. 4 (revised): Sick Building Syndrome (SBS)**”, Güncellenme Tarihi: Nisan 1991, İndirilme Tarihi: 15.03.2007

<http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>

EZCAN, Volkan, “**Spor Tesislerinin Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sporcu ve Antrenör İstek ve Beklentilerinin Belirlenmesi**”, Tümer Yay., İstanbul, 2005

Fox, Bowers, Foss, “**Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri**”, (Çev: Mesut Cerit), Bağırhan Yayinevi Ankara 1999

GENCELİ, O.F, “**Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme Yardımcı Tablolar**”, İTÜ Yayınları, 2. Baskı, 1995

GİRAY, S, “**Sistem Seçimi ve Projelendirilmesi**”, Makine Mühendisleri Odası Yay., 2003

GÜLLÜ, Abdullah, Güllü, Esin, “**Genel Antrenman Bilgisi**”,

GÜNAY, Mehmet, CİCİOĞLU, İbrahim, “**Spor Fizyolojisi**”, Gazi Kitabevi, 2001

Hasta Rehberi, “**KOAH**”, İndirilme Tarihi: 27.12.2006

<http://www.hastarehberi.com/dâhiliye/dahiliye7/koah.htm>

Hayat Ansiklopedisi, 1983, Doğan Kardeş Yayınları

Isısan Yayınları, **Klima Tesisatı**, 2002

İmmak, “**Kapalı Hacimlerde Konfor Şartları**” İndirilme Tarihi: 17.05.2007

<http://www.immak.com.tr/webpdf/IAQ.1.pdf>

İNAL, Ali Niyazi, “**Beden Eğitimi ve Spor Bilimi**”, Temel Yay., Ankara, 2003

İnsan mucizesi “**Kanı Oluşturan Parçalar**”, İndirilme Tarihi: 15 Nisan 2007
http://www.insanmucizesi.com/bolum6/bolum6_3.html

İnönü Üniversitesi Spor Salonu Havalandırma Projesi

KARAKOÇ, T.H, “**Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisatı Hesabı**”, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2001

Kimyaevi, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 28.02.2007
<http://www.kimyaevi.org/ceviri/entalpi.asp>

Makine Mühendisleri Odası Yayınları, “**Klima Tesisatı**”, 2003

MASULLO, M, S. Moriotto, L. Torelli, S. Anticolli, F. Manini, “**Respiratory Allergy To Parietaria Polen**”, White Publishing,1998

Meteor, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 25.02.2007
<http://www.meteor.gov.tr/2006/bilgi/bilgi-bilgiedinme.aspx?subPg=F>

MÜNİR, A. ,”**Havalandırma Yöntemleri,Makine Mühendisliği El Kitabı Cilt 1**”,TMMOB Yayınları,1994

Ödev, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 04.04.2007
http://www.odevsitesi.com/g_arama.asp?r=3&komut=1&kelime=apsis%20ve%20ordinat&sayfa=1

ÖZDEMİR, Mehmet, “**Malatya İli Merkezdeki Mevcut Spor Tesislerinin Planlama, İşletmecilik ve Sayısal Açından Değerlendirilmesi**”, Malatya, 1998

ÖZTÜRK, M, “**Şehir İçinde Hava Kirliliği'nin Sağlık Üzerine Etkileri**”
Güncellenme Tarihi: 08.08.2005 , İndirilme Tarihi: 04.04.2007
<http://www.aktifhaber.com.tr>

PONROY, Yves, “**Sporda Oksijenin Yeri**” İndirilme Tarihi: 19.05.2007
<http://www.elektral.com.tr/Download/Brochures/bio%20TRON.pdf>

SEVİM, Yaşar, “**Antrenman Bilgisi**” NOBEL Yayıncılık 1. Basım 2002

Sözlük, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 23.03.2007

<http://www.sozluk.sourtimes.org/show.asp?t=iteratif+jest>

Sport Medikal, “**Oksijensiz Solunum**”, İndirilme Tarihi: 16.04.2007

http://www.uludag.edu.tr/~sportmed/hakan_ders.html

TAMER, Kemal, “**Sporda Fiziksel- Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi**”, Bağırgan Yayınevi Ankara 2000

Tef, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 09.01.2007

<http://www.tef.marmara.edu.tr/makine/gurcan/enerji/17.htm>

Tübitak, “**Enerji İhtiyacı**”, İndirilme Tarihi: 16.04.2007

http://www.biltek.tubitak.gov.tr/merakettikleriniz/index.php?kategori_id = 28.html

Türk Dil Kurumu, “**Sözlük**”, İndirilme Tarihi: 04.06.2007

<http://www.tdk.gov.tr/TR/SozBul.asp>

URALCAN, İ.Y, T. Yücel, “**İklimlendirme Yükü Hesabı**”, Makine Mühendisleri Odası Yay.,2003

ÜLKÜ, V, S. İbagüner, Ü. Tüzün, “**Sağlık Ansiklopedisi**”, Görsel Yayınları, 1987

WARD, B, “**Çağdaş Dünya Ansiklopedisi**”, Remzi Kitapevi, 1983

Wikipedia, “**Terimlerin Tanımı**”, İndirilme Tarihi: 16.04.2007

<http://www.wikipedia.org.tr/wiki/higrometre>

ZORBA, Erdal, “**Herkes için Spor ve Fiziksel Uygunluk**”, Başbakanlık GSGM Spor eğitimi Daire Başkanlığı, Ankara ,1999

ZORKUN, M. E, “**Soğutma Tekniği ve Klima**”, Atlas Yayınevi, 2001

EK : TABLOLAR

Tablo 7 Tek Katlı Binalar İçin SCL ve CLF Tabloları İle Kullanılacak Zon Tipleri

Zon Değişkenleri				Zon Tipi			Hata Payı	
Duvar Sayısı	Döşeme Kaplaması	Ayrıncı Tipi	İç Gölgeleme	Cam Güneş	İnsanlar ve Makinalar	Aydınlatma	Art 1	Eksi
1 veya 2	Hah	Alçı	b	A	B	B	9	2
1 veya 2	Hah	Beton Blok	b	B	C	C	9	0
1 veya 2	Vinil	Alçı	Tam	B	C	C	9	0
1 veya 2	Vinil	Alçı	Yarı - Yok	C	C	C	16	0
1 veya 2	Vinil	Beton Blok	Tam	C	D	D	8	0
1 veya 2	Vinil	Beton Blok	Yarı - Yok	D	D	D	10	6
3	Hah	Alçı	b	A	B	B	9	2
3	Hah	Beton Blok	Tam	A	B	B	9	2
3	Hah	Beton Blok	Yarı - Yok	B	B	B	9	0
3	Vinil	Alçı	Tam	B	C	C	9	0
3	Vinil	Alçı	Yarı - Yok	C	C	C	16	0
3	Vinil	Beton Blok	Tam	B	C	C	9	0
3	Vinil	Beton Blok	Yarı - Yok	C	C	C	16	0
4	Hah	Alçı	b	A	B	B	6	3
4	Vinil	Alçı	Tam	B	C	C	11	6
4	Vinil	Alçı	Yarı - Yok	C	C	C	19	-1

(Uralcan, Yücel, 2003, 95)

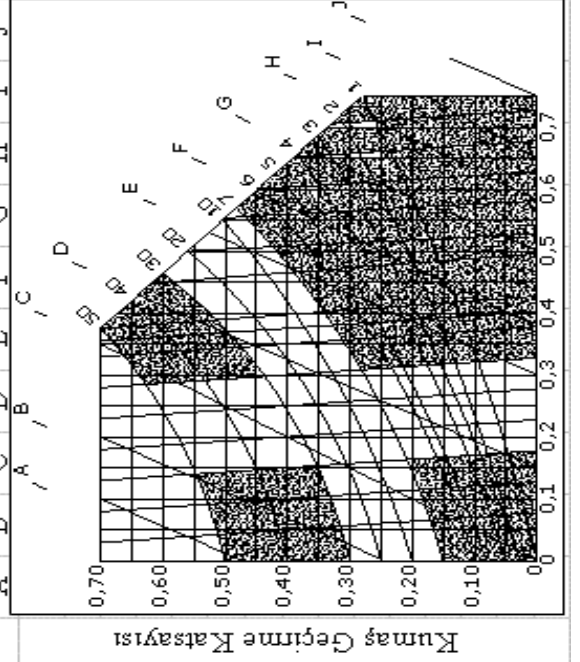
Tablo 8 Güneş Gören Camların Temmuz Ayı Güneş Soğutma Yükü

		A Zon Tipi																							
Pencere		Güneş Zamanı, Saat																							
Yönü		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
K		0	0	0	0	3	79	85	88	101	110	120	126	126	123	113	98	98	113	38	19	9	3	3	0
KD		0	0	0	0	6	268	406	422	353	236	173	151	139	126	117	101	82	57	22	9	6	3	0	0
D		0	0	0	0	6	293	495	583	576	485	334	211	167	142	123	104	82	57	22	9	6	3	0	0
GD		0	0	0	0	3	148	299	413	473	473	413	306	198	154	129	107	85	57	22	9	6	3	0	0
G		0	0	0	0	0	28	54	79	129	202	268	306	302	265	198	132	98	63	25	13	6	3	0	0
GB		0	0	0	0	0	28	54	76	95	110	123	202	318	419	476	479	419	293	110	54	25	13	6	3
B		3	0	0	0	0	28	54	76	95	110	120	126	205	359	498	589	605	491	180	85	41	19	9	6
KB		3	0	0	0	0	28	54	76	95	110	120	126	126	158	265	381	450	410	145	69	35	16	9	3
Yatay		0	0	0	0	0	76	217	378	532	665	759	810	816	772	684	554	394	221	91	44	22	9	6	3
		B Zon Tipi																							
Pencere		Güneş Zamanı, Saat																							
Yönü		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
K		6	6	3	3	3	69	72	76	88	101	110	117	120	117	110	101	98	110	50	32	22	16	13	9
KD		6	3	3	3	6	230	343	365	318	230	183	164	151	142	129	113	95	72	41	28	19	16	9	9
D		6	6	3	3	6	252	419	501	510	450	331	233	198	173	151	129	107	79	47	32	22	16	13	9
GD		6	6	3	3	3	126	255	353	413	422	384	302	217	183	154	132	110	82	47	32	25	19	13	9
G		6	6	3	3	3	25	47	66	113	176	233	271	274	249	198	145	117	85	50	35	25	19	13	9
GB		19	16	13	9	6	28	50	69	85	98	113	183	280	369	425	435	397	296	145	98	66	47	35	25
B		25	19	16	13	9	28	50	69	85	98	110	117	186	318	438	523	545	463	208	135	95	66	47	35
KB		19	16	13	9	6	28	50	69	85	98	107	117	117	145	239	340	403	375	161	104	69	50	35	25
Yatay		25	19	16	13	9	69	189	328	463	583	674	734	753	731	668	567	432	284	167	117	85	60	44	35
		C Zon Tipi																							
Pencere		Güneş Zamanı, Saat																							
Yönü		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
K		16	16	13	13	13	76	72	76	85	95	104	107	110	107	101	91	91	107	44	32	25	22	19	19
KD		22	19	19	16	19	236	334	337	277	192	154	148	142	135	126	113	98	79	50	41	35	32	28	25
D		28	25	25	22	25	261	410	466	457	391	280	195	176	164	148	135	117	95	63	54	47	41	38	35
GD		28	25	22	19	19	142	258	337	381	381	337	258	186	161	148	132	113	91	60	50	44	41	35	32
G		22	22	19	16	16	38	57	72	113	170	221	249	249	221	170	126	104	82	50	41	38	32	28	25
GB		44	38	35	32	28	47	66	82	91	104	113	180	271	347	391	394	350	252	117	88	72	63	54	47
B		54	47	41	38	35	54	69	85	98	107	113	117	186	309	416	482	491	403	158	110	88	76	66	60
KB		38	35	32	28	25	44	63	79	91	101	107	113	113	139	230	321	372	337	123	82	66	54	47	41
Yatay		76	66	60	54	50	107	214	337	454	551	627	668	677	652	595	504	387	261	167	139	120	107	95	85
		D Zon Tipi																							
Pencere		Güneş Zamanı, Saat																							
Yönü		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
K		25	22	19	19	19	66	66	66	76	85	91	98	101	98	95	88	91	101	54	44	38	35	32	28
KD		35	32	28	25	28	198	274	284	243	183	154	151	145	139	132	123	110	91	69	60	54	47	44	38
D		47	41	38	35	35	221	337	387	391	347	268	205	189	180	167	151	135	117	91	79	69	63	57	50
GD		44	41	35	32	32	123	214	284	321	328	299	246	189	173	161	148	132	110	85	76	66	60	54	50
G		35	32	28	25	22	38	54	66	101	145	186	211	217	198	164	129	113	95	69	60	54	47	44	38
GB		66	60	54	47	44	57	69	79	88	98	107	161	233	296	334	343	315	246	142	117	104	91	82	72
B		79	72	63	57	54	66	76	88	95	104	107	110	167	265	353	410	425	365	180	145	123	110	98	88
KB		57	50	47	41	38	54	66	76	85	95	101	104	107	129	202	274	318	296	132	104	91	79	69	63
Yatay		117	104	95	85	76	120	202	299	391	473	539	583	602	592	554	491	403	302	227	198	176	158	142	129

(Uralcan, Yücel, 2003, 94)

Tablo 9 Perdeli Camlar İçin SC Gölgeleme Katsayısı

Cam Ünite	Camın Geçirime Katsayısı	Sadece Cam İçin SC (Perde Yok)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tek Cam												
3 mm şeffaf	0,86	1,00	0,87	0,82	0,74	0,69	0,64	0,59	0,53	0,48	0,42	0,37
6 mm şeffaf	0,80	0,95	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
13 mm şeffaf	0,71	0,88	0,74	0,70	0,66	0,61	0,56	0,52	0,48	0,43	0,39	0,35
6 mm ısı yutan	0,46	0,67	0,57	0,54	0,52	0,49	0,46	0,44	0,41	0,38	0,36	0,33
13 mm ısı yutan	0,24	0,50	0,43	0,42	0,40	0,39	0,38	0,36	0,34	0,33	0,32	0,30
	-	0,60	0,57	0,54	0,51	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38	0,36	0,33
	-	0,50	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31
	-	0,40	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
	-	0,30	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20
Yalıtılmış Cam 6 mm Hava Aralığı												
(3 mm dışta, 3 mm içte)	0,76	0,89	0,75	0,71	0,65	0,63	0,57	0,53	0,48	0,45	0,38	0,36
Yalıtılmış Cam 13 mm Hava Aralığı												
(içte ve dışta şeffaf cam)	0,64	0,83	0,66	0,62	0,58	0,56	0,52	0,48	0,45	0,42	0,37	0,35
(dışta ısı yutan, içte şeffaf)	0,37	0,55	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32
	-	0,40	0,38	0,37	0,37	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28	0,28
	-	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24
	-	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
Gölgeleme Katsayısı İndeks Harfi												
Notlar:												
1. Gölgeleme katsayıları perdelik kumaşlar içindir.												
2. Diğer özellikler düz durumdaki kumaşlar içindir.												
3. Kesin gölgeleme katsayıları elde etmek için kumaş yansımaya ve geçirgenlik katsayıları kullanılır.												
Kumaşların Sınıflandırılması												
I = Seyrek Dokuma												
II = Yan - Seyrek Dokuma												
III = Sık Dokuma												
D = Koyu Renk												
M = Orta Renk												
L = Açık Renk												



Tablo 10 Çatı Ve Duvarlarda Kullanılan Tabakaların Kod Numaraları

Kod Sayısı	Tabakanın Tanımı	Kalınlık ve Isıl Özellikleri					
		L	k	ρ	Cp	R	Kütle
A0	Dış yüzey direnci	0	0,000	0	0,00	0,059	0,00
A1	25 mm Kaba sıva	25	0,692	1858	0,84	0,037	47,34
A2	100 mm Tuğla	100	1,333	2002	0,92	0,076	203,50
A3	Çelik yüzey kaplama	2	44,998	7689	0,42	0,000	11,71
A4	12 mm Cüruf	13	0,190	1121	1,67	0,067	10,74
A5	Dış yüzey direnci	0	0,000	0	0,00	0,059	0,00
A6	Kaplama	13	0,415	1249	1,09	0,031	16,10
A7	100 mm Kaplama tuğla	100	1,333	2002	0,92	0,076	203,50
B1	Hava boşluğu	0	0,000	0	0,00	0,160	0,00
B2	25 mm Yalıtım	25	0,043	32	0,84	0,587	0,98
B3	50 mm Yalıtım	51	0,043	32	0,84	1,173	1,46
B4	75 mm Yalıtım	76	0,043	32	0,84	1,760	2,44
B5	25 mm Yalıtım	25	0,043	91	0,84	0,587	2,44
B6	50 mm Yalıtım	51	0,043	91	0,84	1,173	4,88
B7	25 mm Tahta	25	0,121	593	2,51	1,760	15,13
B8	62 mm Tahta	63	0,121	593	2,51	0,524	37,58
B9	100 mm Tahta	101	0,121	593	2,51	0,370	60,02
B10	50 mm Tahta	51	0,121	593	2,51	0,420	30,26
B11	75 mm Tahta	76	0,121	593	2,51	0,628	45,38
B12	75 mm Yalıtım	76	0,043	91	0,84	1,760	6,83
B13	100 mm Yalıtım	100	0,043	91	0,84	2,347	9,27
B14	125 mm Yalıtım	125	0,043	91	0,84	2,933	11,71
B15	150 mm Yalıtım	150	0,043	91	0,84	3,520	14,15
B16	4 mm Yalıtım	4	0,043	91	0,84	0,088	0,49
B17	8 mm Yalıtım	8	0,043	91	0,84	0,176	0,49
B18	12 mm Yalıtım	12	0,043	91	0,84	0,264	0,98
B19	15 mm Yalıtım	15	0,043	91	0,84	0,352	1,46
B20	20 mm Yalıtım	20	0,043	91	0,84	0,440	1,95
B21	35 mm Yalıtım	35	0,043	91	0,84	0,792	2,93
B22	42 mm Yalıtım	42	0,043	91	0,84	0,968	3,90
B23	60 mm Yalıtım	62	0,043	91	0,84	1,408	5,86
B24	70 mm Yalıtım	70	0,043	91	0,84	1,584	6,34
B25	85 mm Yalıtım	85	0,043	91	0,84	1,936	7,81
B26	92 mm Yalıtım	92	0,043	91	0,84	2,112	8,30
B27	115 mm Yalıtım	115	0,043	91	0,84	2,640	10,74
C1	100 mm Kiremit	100	0,571	1121	0,84	0,178	113,70
C2	100 mm Düşük yoğunlukta beton	100	0,381	609	0,84	0,266	61,98
C3	100 mm Yüksek yoğunlukta beton	100	0,813	977	0,84	0,125	99,06
C4	100 mm Adi tuğla	100	0,727	1922	0,84	0,140	195,20
C5	100 mm Yüksek yoğunlukta beton	100	1,731	2243	0,84	0,059	227,90
C6	200 mm Kiremit	200	0,571	1121	0,84	0,352	227,90
C7	200 mm Düşük yoğunlukta beton	200	0,571	609	0,84	0,352	123,46
C8	200 mm Yüksek yoğunlukta beton	200	1,038	977	0,84	0,196	198,62
C9	200 mm Adi tuğla	200	0,727	1922	0,84	0,279	390,40
C10	200 mm Yüksek yoğunlukta beton	200	1,731	2243	0,84	0,117	455,79
C11	300 mm Yüksek yoğunlukta beton	300	1,731	2243	0,84	0,176	683,20
C12	50 mm Yüksek yoğunlukta beton	50	1,731	2243	0,84	0,929	113,70
C13	150 mm Yüksek yoğunlukta beton	150	1,731	2243	0,84	0,088	341,60
C14	100 mm Düşük yoğunlukta beton	100	0,173	641	0,84	0,587	64,90
C15	150 mm Düşük yoğunlukta beton	150	0,173	641	0,84	0,860	97,60
C16	200 mm Düşük yoğunlukta beton	200	0,173	641	0,84	1,173	130,30
C17	200 mm Düşük yoğunlukta beton blok (dolu)	200	0,138	288	0,84	1,467	58,56
C18	200 mm Yüksek yoğunlukta beton blok (dolu)	200	0,588	849	0,84	0,345	172,75
C19	300 mm Düşük yoğunlukta beton blok (dolu)	300	0,138	304	0,84	2,200	92,75
C20	300 mm Yüksek yoğunlukta beton blok (dolu)	300	0,675	897	0,84	0,451	273,28
E0	İç yüzey direnci	0	0,000	0	0,00	0,121	0,00
E1	20 mm sıva veya alçı	20	0,727	1602	0,84	0,026	30,74
E2	12 mm Cüruf veya alçı	12	1,436	881	1,67	0,009	11,22
E3	10 mm Keçe ve membran	10	1,190	1121	1,67	0,050	10,74
E4	Tavan hava boşluğu	0	0,000	0	0,00	0,176	0,00
E5	Akustik kaplama	19	0,061	481	0,84	0,314	9,27

L = Kalınlık (mm)

k = Isı iletim katsayısı (W/mK)

ρ = Yoğunluk (Kg /m³)

Cp = Özgül ısı (KJ / Kg. K)

R = Isıl direnç (m². K) / W

Kütle = Kg /m²

(Uralcan, Yücel, 2003, 90)

Tablo 11 Duvar Tipleri: Ana Kütle Ve Yalıtım İçişe

İkinci Duvar Malzemesi	R-değeri m ² K/W	Temel Duvar Malzemesi														
		A1	A2	B7	B10	B9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C17	C18
Kaba Sıva veya ince sıva	0 ila 0,35	1	3	*	*	*	*	*	1	3	3	*	*	*	*	*
	0,35 ila 0,44	1	3	1	*	*	2	*	2	4	4	*	*	5	*	*
	0,44 ila 0,53	1	4	1	*	*	2	2	2	4	4	*	*	5	*	*
	0,53 ila 0,62	1	*	1	*	*	2	2	*	*	*	10	4	5	*	4
	0,62 ila 0,70	1	*	1	2	*	*	4	*	*	*	10	4	*	*	4
	0,70 ila 0,84	1	*	1	2	*	*	*	*	*	*	10	4	*	*	4
	0,84 ila 0,97	1	*	1	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	0,97 ila 1,14	1	*	2	4	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	1,14 ila 1,36	1	*	2	4	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	1,36 ila 1,59	1	*	2	4	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	1,59 ila 1,89	1	*	2	4	16	*	*	*	*	*	*	*	*	4	*
	1,89 ila 2,24	1	*	2	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4	*
	2,24 ila 2,64	2	*	2	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2,64 ila 3,08	2	*	2	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3,08 ila 3,52	2	*	2	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,52 ila 4,05	2	*	4	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
4,05 ila 4,76	*	*	*	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Çelik veya diğere hafif cephe kaplaması	0 ila 0,35	1	3	*	*	*	*	*	1	3	2	*	*	*	*	*
	0,35 ila 0,44	1	3	1	*	*	2	*	1	3	2	*	*	3	*	*
	0,44 ila 0,53	1	4	1	*	*	2	1	2	4	4	*	*	3	*	*
	0,53 ila 0,62	1	*	1	*	*	4	1	*	*	*	5	2	4	*	4
	0,62 ila 0,70	1	*	1	2	*	*	2	*	*	*	5	2	*	*	4
	0,70 ila 0,84	1	*	1	2	*	*	*	*	*	*	10	4	*	*	4
	0,84 ila 0,97	1	*	1	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	0,97 ila 1,14	1	*	1	2	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	1,14 ila 1,36	1	*	1	4	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	1,36 ila 1,59	1	*	2	4	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	1,59 ila 1,89	1	*	2	4	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	1,89 ila 2,24	1	*	2	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2,24 ila 2,64	1	*	2	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2,64 ila 3,08	1	*	2	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3,08 ila 3,52	1	*	2	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,52 ila 4,05	2	*	4	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
4,05 ila 4,76	*	*	*	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Tuğla cephe kaplaması	0 ila 0,35	3	6	*	*	*	*	*	*	*	6	*	*	*	*	*
	0,35 ila 0,44	3	10	*	*	*	*	*	5	10	10	*	*	*	*	*
	0,44 ila 0,53	4	10	5	*	*	5	*	5	10	11	*	*	10	*	*
	0,53 ila 0,62	*	11	5	*	*	10	5	5	11	11	15	10	10	*	10
	0,62 ila 0,70	*	11	5	10	*	10	5	5	11	11	16	10	16	*	10
	0,70 ila 0,84	*	11	*	11	*	10	5	5	16	11	*	10	16	*	16
	0,84 ila 0,97	*	11	*	11	*	10	5	10	16	16	*	10	16	*	16
	0,97 ila 1,14	*	16	*	*	*	10	9	10	16	11	*	11	16	*	16
	1,14 ila 1,36	*	16	*	*	*	11	9	10	16	16	*	16	16	*	*
	1,36 ila 1,59	*	16	*	*	*	15	9	10	16	*	*	15	16	*	*
	1,59 ila 1,89	*	16	*	*	*	15	10	10	*	16	*	16	*	10	*
	1,89 ila 2,24	*	16	*	*	*	16	10	10	*	*	*	16	*	15	*
	2,24 ila 2,64	*	16	*	*	*	16	10	10	*	16	*	*	*	15	*
	2,64 ila 3,08	*	*	*	*	*	16	10	15	*	*	*	*	*	16	*
	3,08 ila 3,52	*	*	*	*	*	16	15	15	*	*	*	*	*	16	*
3,52 ila 4,05	*	*	*	*	*	*	15	16	*	*	*	*	*	*	*	
4,05 ila 4,76	*	*	*	*	*	*	15	*	*	*	*	*	*	*	*	

* Seçilen parametreler ile bir duvar mümkün değildir.

(Uralcan, Yücel, 2003, 87)

Tablo 12 Çatı Numaraları

Tavanın Yerleştiriliş Şekli	Asma Tavan	R- Faktörü m2.K/W	B7, Tahta 25mm	C12, HW Beton 50mm	A3, Çelik	Çatı arası - Tavan Kombinasyonu
İzolasyon Tavanın Dış Kısmında	Yok	0 ila 0,9	*	2	*	*
		0,9 ila 1,8	*	2	*	*
		1,8 ila 2,6	*	4	*	*
		2,6 ila 3,5	*	4	*	*
		3,5 ila 4,4	*	5	*	*
		4,4 ila 5,3	*	*	*	*
	Var	0 ila 0,9	*	5	*	*
		0,9 ila 1,8	*	8	*	*
		1,8 ila 2,6	*	13	*	*
		2,6 ila 3,5	*	13	*	*
		3,5 ila 4,4	*	14	*	*
		4,4 ila 5,3	*	*	*	*
İzolasyon Ortada	Yok	0 ila 0,9	1	2	1	1
		0,9 ila 1,8	2	*	1	2
		1,8 ila 2,6	2	*	1	2
		2,6 ila 3,5	4	*	2	2
		3,5 ila 4,4	4	*	2	4
		4,4 ila 5,3	*	*	*	*
	Var	0 ila 0,9	*	3	1	*
		0,9 ila 1,8	4	*	1	*
		1,8 ila 2,6	5	*	2	*
		2,6 ila 3,5	9	*	2	*
		3,5 ila 4,4	10	*	4	*
		4,4 ila 5,3	10	*	*	*
İzolasyon Tavanın İç Kısmında	Yok	0 ila 0,9	*	2	*	*
		0,9 ila 1,8	*	3	*	*
		1,8 ila 2,6	*	4	*	*
		2,6 ila 3,5	*	4	*	*
		3,5 ila 4,4	*	5	*	*
		4,4 ila 5,3	*	*	*	*
	Var	0 ila 0,9	*	3	*	*
		0,9 ila 1,8	*	3	*	*
		1,8 ila 2,6	*	4	*	*
		2,6 ila 3,5	*	5	*	*
		3,5 ila 4,4	*	*	*	*
		4,4 ila 5,3	*	*	*	*

* Seçilen değişkenlerle bu tip bir çatı mümkün değildir.

(Uralcan, Yücel, 2003, 88)

Tablo 13 *Düz Çatılar İçin Temmuz Ayı Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı Değerleri*

Çatı No	Saat																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	-1	-2	-3	-3	-3	0	7	16	25	33	41	46	49	49	46	41	33	24	14	8	5	3	1
2	1	0	-1	-2	-3	-3	-2	2	9	18	27	34	41	46	48	47	44	39	31	22	14	8	5	3
3	7	4	3	1	0	-1	0	3	7	13	19	26	32	37	40	41	41	37	33	27	21	17	13	9
4	9	6	4	2	1	-1	-2	-2	0	4	9	16	23	30	36	41	43	43	41	37	31	25	19	13
5	12	9	7	4	3	2	1	1	3	7	12	17	23	28	33	37	38	38	36	33	25	23	19	15
8	16	13	12	9	8	7	6	6	7	9	12	16	19	23	27	29	31	32	31	29	27	24	21	18
9	18	14	12	9	7	5	3	2	2	4	7	11	15	20	25	29	33	35	36	35	32	29	25	21
10	21	18	15	13	11	8	7	6	5	6	7	9	13	17	21	24	28	31	32	32	31	29	26	23
13	19	17	16	14	12	11	10	9	9	9	11	13	16	18	21	23	26	27	27	27	26	24	22	21
14	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	12	13	16	18	20	22	23	24	25	25	24	23	22	21

(Uralcan, Yücel, 2003, 83)

Tablo 14 *Tasarım Dış Hava Sıcaklığının Gün İçinde Saatlere Göre Düzeltilmesi*

Gün İçinde Zaman	Günlük Sıcaklık Farkı Oranı %	Gün İçinde Zaman	Günlük Sıcaklık Farkı Yüzdeleri	Gün İçinde Zaman	Günlük Sıcaklık Farkı Yüzdeleri
01:00	87	09:00	71	17:00	10
02:00	92	10:00	56	18:00	21
03:00	96	11:00	39	19:00	34
04:00	99	12:00	23	20:00	47
05:00	100	13:00	11	21:00	58
06:00	98	14:00	3	22:00	68
07:00	93	15:00	0	23:00	76
08:00	84	16:00	3	00:00	82

(Uralcan, Yücel, 2003, 93)

Tablo 15 Şartlandırılmış Hacimdeki İnsanlardan Kaynaklanan Anlık Isı Kazançları

Aktivite		Yetişkin erkek	Düzeltilm iş E-K	Duyulur Isı (W)	Gizli Isı (W)
Tiyatroda Oturuyor	Tiyatro, Gündüz	115	95	65	30
Tiyatroda Oturuyor Gece	Tiyatro, Gece	115	105	70	35
Oturuyor Hafif İşler	Bürolar, Oteller, Apartmanlar	130	115	70	45
Orta Derecede Büro İşi	Bürolar, Oteller, Apartmanlar	140	130	75	55
Ayakta, Hafif İş, Yürüme	Toplu Alışveriş Yerleri	160	130	75	55
Yürüme, Ayakta Durma	Eczane, Banka	160	145	75	70
Oturma	Lokanta	145	160	80	80
Hafif Tezgah İşi	Fabrika	235	220	80	140
Dans	Diskotek	265	250	90	160
4,8 km/h Hız İle Yürüme, Hafif Atölye İşleri	Fabrika	295	295	110	185
Bowling	Oyun Merkezleri	440	425	170	255
Ağır işler	Fabrika	440	425	170	255
Ağır Atölye İşleri, Yük Taşıma	Fabrika	470	470	185	285
Atletizm	Spor Salonu	585	525	210	315

(Uralcan, Yücel, 2003, 99)

Tablo 16 Türkiye'nin Çeşitli İllerinde Dış Hava Tasarım Şartları

Şehir	Rakım - m	YAZ				KİŞ		Rüzgar Hızı (Km/h) ve Yönü	
		Tasarım Şartları			Günlük ΔT - K	Tasarım Şartları		Yaz	Kış
		KTS - °C	YTS - °C	W - gr/kg		KTS - °C	Rüzgar Durumu		
Adana	21	38	26	16,5	12,4	0	R	GB17	K10
Adapazarı	31	35	25	15,9	-	-3	R	GB13	G9
Afyon	1019	34	21	10,3	17,1	-12	R	KB11	KB13
Ankara	895	34	20	8,9	15	-12	R	KD12	KD11
Antakya	93	37	28	20,4	7,3	0	R	-	-
Antalya	43	39	28	19,6	11,4	3	R	KB14	KB16
Aydın	70	40	26	15,5	-	-3	R	KB9	D8
Balıkesir	103	37	25	15	12,8	-3	R	K21	K21
Bandırma	49	34	25	16,2	-	-6	R	K24	K28
Bilecik	526	34	23	13,2	11,8	-9	R	-	-
Bolu	728	33	23	13,7	16	-15	-	B12	B11
Burdur	1025	36	21	9,5	-	-9	-	KD7	GD14
Bursa	99	37	25	15	13,7	-6	R	KD14	D15
Çanakkale	3	34	25	16,2	11,9	-3	R	KD18	KD19
Çankırı	730	37	23	11,9	-	-15	-	KB11	KB11
Çorum	803	35	22	11,3	16,8	-15	-	KD21	KD14
Denizli	420	38	24	13	-	-6	-	-	-
Diyarbakır	652	43	23	9,5	17,7	-9	R	KB16	KB13
Edirne	47	37	25	15	14,4	-9	-	K8	K10
Elazığ	1090	38	21	8,7	13,9	-12	-	KB14	KB16
Erzincan	1157	36	22	10,9	17,4	-18	-	KB12	B8
Erzurum	1893	30	19	9,3	14,7	-21	-	GB14	GB15
Eskişehir	790	34	22	11,7	15,9	-12	R	B11	D12
Gaziantep	849	39	23	13,3	13,5	-9	-	GB12	KD13
Giresun	40	29	25	18,4	6,3	-3	-	GD4	DG5
İğdır	855	36	25	15,5	16,7	-18	-	GB7	GB10
Isparta	1050	34	21	10,3	15,5	-9	-	KD12	KD14
İskenderun	3	37	29	22,5	8,3	3	-	B10	KD8
İstanbul	40	33	24	15,2	10,5	-3	R	KD13	KD13
İzmir	3	37	24	13,5	12,8	0	R	B14	GD21
Kars	1750	30	20	10,5	16,6	-27	-	KD10	GB11
Kastamonu	800	34	22	11,7	16,2	-12	-	GB5	GB7
Kayseri	1058	36	22	10,9	20,1	-15	-	KB10	B9
Kırşehir	980	35	21	9,9	-	-12	-	K12	K12
Kocaeli	77	36	25	15,5	10,8	-3	R	GD6	GD7
Konya	1024	34	21	10,3	15,4	-12	-	K16	K14
Kütahya	935	33	21	10,7	16	-12	-	K9	KB9
Malatya	915	38	21	8,7	14,4	-7	-	GB6	GB6
Manisa	42	40	25	13,7	16	-3	R	D10	D14
Mardin	1150	38	23	11,6	10,4	-6	-	K15	K15
Mersin	6	35	29	14,3	7,4	3	-	GB17	KD9
Muğla	648	37	22	10,5	13,2	-3	R	KB14	KB15
Niğde	1239	34	20	8,9	15,5	-15	R	KD13	KD13
Rize	60	30	26	19,8	6,1	-3	-	GB4	GB5
Samsun	40	32	25	17,2	7,8	-3	R	KB10	GB14
Sürt	875	40	23	10,7	13	-9	-	KD8	KD6
Sinop	25	30	25	18	6,5	-3	R	KB23	KB31
Sivas	1285	33	20	9,3	17,8	-18	-	K12	K9
Tekirdağ	55	33	25	16,7	9	-6	R	KD14	KD16
Trabzon	109	31	25	17,6	5,8	-3	-	G4	GB5
Urfa	515	43	24	11	15,2	-6	R	KB14	KB11
Uşak	911	35	22	11,3	16,6	-9	R	D13	D13
Van	1732	33	20	9,3	15,5	-15	-	D6	D7
Yozgat	1320	32	20	9,7	-	-15	-	KD17	KB15
Zonguldak	42	32	25	17,2	8,1	-3	R	GD10	GD7

(Uralcan, Yücel, 2003, 91)

Tablo 17 TS-825 Yerleşim Yerlerine Göre Isı Hesabı Dış Sıcaklık Değerleri

Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C
Acıpayam	-6	Ayancık	-3	Bozkurt	-3	Çukurca	-18
ADANA	0	Ayazı	-6	Bozova	-6	Çumra	-12
ADAPAZARI	-3	Ayaş	-12	Bozüyük	-9	Çüngüş	-9
Adıcevaz	-15	AYDIN	-3	Bucak	-9	Çıldır	-21
ADIYAMAN	-9	Ayvacık	-3	Bulancak	-3	Çınar	-6
Ağlasun	-9	Ayvalık	-3	Bulanık	-21	Daday	-12
Ağın	-15	Azdavay	-9	Buldan	-6	Darende	-15
AĞRI	-24	Babaeski	-9	BURDUR	-9	Datça	-3
AFYON	-12	Bafra	-3	Burhaniye	-3	Demirci	-6
Afşin	-15	Bahçe	-3	BURSA	-6	Demirköy	-9
Ahlat	-15	bala	-12	Bünyan	-15	DENİZLİ	-6
Akçaabat	-3	BALIKESİR	-3	Ceyhan	0	Dereeli	-6
Akçadağ	-12	Balyağ	-3	Cide	-3	Derik	-6
Akçakale	-6	Banaz	-9	Cihanbeyli	-12	Develi	-15
Akçakoca	-3	Bandırma	-6	Cizre	-6	Devrek	-9
Akdağ Madeni	-15	BARTIN	-3	Çal	-9	Devrekani	-12
Akhisar	-3	Başkale	-27	Çamardı	-15	Dicle	-9
Akkuş	-6	Baskil	-12	Çameli	-6	Digor	-27
AKSARAY	-15	BATMAN	-9	Çan	-3	Dikili	-3
Akseki	-9	Bayat	-15	ÇANAKKALE	-3	Dinar	-9
Akşehir	-12	BAYBURT	-15	Çankaya	-12	Divriği	-18
Alaca	-15	Bayhan	-12	ÇANKIRI	-15	Diyadin	-24
Alaçam	-3	Bayramiç	-3	Çardak	-9	DIYARBAKIR	-9
Alanya	3	Bayındır	-3	Çarşamba	-3	Doğanhisar	-12
Alaşehir	-6	Bergama	-3	Çat	-21	Doğanşehir	-9
Almus	-12	Besni	-9	Çatak	-21	Doğubeyazıt	-27
Altınözü	0	Beşiri	-9	Çatalca	-6	Dörtöyol	3
Altıntaş	-12	Beykoz	-3	Çatalzeytin	-3	Durağan	-9
Alucra	-12	Beypazarı	-12	Çay	-12	Dursunbey	-9
AMASYA	-12	Beytüşşebap	-18	Çaycuma	-6	DÜZCE	-9
Anamur	3	Beyşehir	-12	Çayeli	-3	Eceabat	3
Andrın	-9	Biga	-3	Çaykara	-9	EDİRNE	-9
ANKARA	-12	Bigadiç	-6	Çayyurdu	-15	Edremit	-3
ANTAKYA	0	BİLECİK	-9	Çayyurdu	-18	Eğirdir	-9
ANTALYA	3	BİNGÖL	-18	Çekerek	-15	Efrani	-12
Araban	-9	Birecik	-6	Çelikhhan	-9	ELAZIĞ	-12
Araç	-15	Bismil	-9	Çemişgezek	-15	Elbistan	-12
Araklı	-3	BİTLİS	-15	Çerkezköy	-9	Eleşkirt	-24
Arapçay	-27	Boğazlıyan	-15	Çerkeş	-15	Elmalı	-9
Arapkir	-15	Bodrum	3	Çermik	-9	Emet	-9
ARDAHAN	-21	BOLU	-15	Çeşme	0	Emirdağ	-12
Ardanuç	-9	Bolvadin	-12	Çiçekdağ	-15	Enez	-9
Ardeşen	-3	Bor	-15	Çifteler	-12	Erbaa	-12
Arguvan	-12	Borçka	-3	Çine	-3	Erciş	-15
Arhavi	-3	Bornova	0	Çivril	-9	Erdek	-6
Artova	-12	Boyabat	-9	Çorlu	-9	Erdemli	3
ARTVİN	-9	Bozcaada	-15	Çoruh	-9	Ereğli (Karadeniz)	-3
Aşkale	-21	Bozdoğan	3	ÇORUM	-15	Ereğli (Konya)	-15
Avanoz	-15	Bozkor	-9	Çubuk	-12	Ergani	-9

Merkez	Sıcaklık 0C	Merkez	Sıcaklık 0C	Merkez	Sıcaklık 0C	Merkez	Sıcaklık 0C
Emenek	-9	Hacıbektaş	-12	Karabük	-12	Kuşadası	0
Eruh	-6	Hadım	-9	Karaburun	-3	Kurtalan	-9
ERZİNCAN	-18	Hafik	-18	Karacabey	-6	Kurucasıle	-3
ERZURUM	-21	HAKKARİ	-24	Karacasu	-3	Kuşunlu	-15
Eskipazar	-15	Halfeti	-9	Karahallı	-9	Kuyucuk	-3
ESKİŞEHİR	-12	Hamur	-24	Karaisalı	-3	Küre	-6
Espiye	-3	Hanak	-21	Karakoçan	-18	KÜTAHYA	-12
Ezine	-3	Hani	-12	KARAMAN	-12	Ladik	-9
Eşine	-6	Hassa	-3	Karamürsel	-3	Lalapaşa	-9
Fatsa	-3	Havsa	-9	Karapınar	-12	Lapseki	-3
Feke	-9	Havza	-9	Karasu	-3	Lice	-15
Felahiye	-15	Haymana	-12	Karataş	3	Lüleburgaz	-19
Fethiye	-3	Hayrabolu	-9	Karayazı	-24	Maçka	-3
Fındıklı	-3	Hazro	-12	Kargı	-12	Mağara	-15
Finike	3	Hekimhan	-15	Karlıova	-21	Maden	-9
Foça	0	Hendek	-6	KARS	-27	Mahmudiye	-12
Gazipaşa	-3	Hilvan	-6	Kartal	-3	MALATYA	-7
GAZİANTEP	-9	Hizan	-18	KASTAMONU	-12	Malazgirt	-21
Gebze	-3	Hopa	-3	Kavak	-6	Malkara	-6
Gediz	-9	Horasan	-27	KAYSERİ	-15	Manavgat	-3
Gelendost	-12	Hozat	-18	Kaş	3	Manyas	-6
Gelibolu	-3	Hınz	-21	Keban	-12	Manisa	-3
Gemerek	-15	İÇDIR	-18	Keçiözü	-9	Mardin	-6
Gemlik	-3	İlgaz	-15	Keles	-3	Marmaris	3
Genç	-15	İlgin	-12	Kelkit	-15	Mazgirt	-18
Gercüş	-6	İSPARTA	-9	Kemah	-18	Mazıdağı	-6
Gerede	-15	İdil	-6	Kemaliye	-18	Mecitözü	-15
Gerger	-9	İkizdere	-9	Kemalpaşa	-3	Menemen	0
Germencik	-3	İliç	-18	Kesput	-6	Mengen	-15
Gerze	-3	İmranlı	-18	Keskin	-12	Menç	-9
Gevaş	-15	İmroz	-3	Keşan	16	MERSİN	3
Geyve	-6	İncesu	-15	Keşap	-3	Merzifon	-12
GİRESUN	-3	İnebolu	-3	Kıbrısçık	-12	Mesudiye	-12
Göksun	-12	İnegöl	-9	Kınık	-3	Midyat	-6
Gölbasi	-9	İpsala	-9	Kırkhan	0	Mihalıççık	-12
Gölcük	-3	İskenderun	3	KIRKKALE	-12	Milis	0
Göle	-21	İskilip	-15	Kırkağaç	-3	Mucur	-12
Göhlisar	-9	İslahiye	-3	KIRŞEHİR	-12	Mudanya	-3
Gölköy	-6	İspir	-18	Kızılçhamam	-12	MUĞLA	-3
Gölpazarı	-6	İSTANBUL	-3	Kızıltepe	-6	Mudurnu	-9
Gönen	-6	İvrindi	-3	Kiğı	-18	Muradiye	-18
Gönölcek	-15	İZMİR	0	Kilis	-6	Murath	-6
Gördes	-6	İZMİT	-3	Kiraz	-3	M.Kemalpaşa	-6
Görece	-3	İznik	-3	Koçarlı	-3	Mut	-9
Göynük	-9	Kadıköy	-3	KONYA	-12	Mutki	-15
Güdül	-12	Kadınhan	-12	Korkuteli	-9	Muş	-18
Gülner	-3	Kağızman	-24	Köyceğiz	-3	Nallıhan	-12
Gülşehir	-15	Kadirli	-3	Koyulhisar	-12	Narman	-24
Gümüşhacıköy	-12	K.MARAŞ	-9	Kozaklı	-15	Nazilli	-3
GÜMÜŞHANE	-12	Kahta	9	Kozan	-3	Nazimiye	-18
Gündoğmuş	-3	Kalecik	-12	Kozluk	-12	NEVŞEHİR	-15
Güney	-6	Kaman	-12	Kula	-6	NİĞDE	-15
Gürpınar	-18	Kandıra	-3	Kulp	-15	Niksar	-12
Gürün	-15	Kangal	-18	Kumluca	0	Nizip	-6

Merkez	Sıcaklık ⁰ C	Merkez	Sıcaklık ⁰ C	Merkez	Sıcaklık ⁰ C	Merkez	Sıcaklık ⁰ C
Nusaybin	-6	Şarköy	-3	Vakfikebir	-3		
Oğuzeli	-9	Şarkışla	-18	VAN	-15		
Of	-3	Şavşat	-12	Varto	-21		
Oltu	-24	Şebinkarahisar	-12	Vezirköprü	-9		
Olur	-18	Şefaathı	-15	Viranşehir	-6		
ORDU	-3	Şemdinli	-27	Vize	-6		
Orhaneli	-6	Şereflikoçhisar	12	Yahyalı	-15		
Orhangazi	-3	ŞIRNAK	-6	YALOVA	-3		
Ortaköy	-15	Şile	-3	Yalvaç	-12		
Osmançık	-12	Şiran	-15	Yapraklı	-15		
Osmaneli	-6	Şirvan	-12	Yatağan	-3		
Osmanlı	-3	Şuhut	-12	Yavuzeli	-9		
Ovacık	-18	Tarsus	0	Yayladağı	0		
Ödemiş	-3	Taşköprü	-12	Yenice	-3		
Ömerli	-6	Taşlıçay	-24	Yenişehir	-6		
Özalp	-15	Taşova	-12	Yeşilhisar	-15		
Pah	-15	Tatvan	-15	Yeşilova	-9		
Pasinler	-24	Tavas	-3	Yeşilyurt	-12		
Patnos	-21	Tavşanlı	-9	Yerköy	-15		
Pazar	-3	Tefenni	-9	YOZGAT	-15		
Pazarcık	-9	TEKİRDAĞ	-6	Yüksekova	-27		
Pazaryeri	-9	Tekmen	-21	Yunak	-12		
Pehlivan köyü	-9	Tercan	-21	Yusufeli	-12		
Perşembe	-3	Terme	-3	Yığılıca	-12		
Pertek	-12	Tire	-3	Yıldızeli	-18		
Pervari	-15	Tirebolu	-3	Zara	-18		
Pınarbaşı	-15	TOKAT	-15	Zile	-15		
Polatlı	-12	Tomarza	-15	ZONGULDAK	-3		
Posor	-15	Tonya	-3				
Pozantı	-9	Torbali	0				
Pütümür	-16	Tortum	-21				
Pütürge	-9	Torul	-9				
Refahiye	-18	Tosya	-15				
Reşadiye	-12	Tozanlı	-12				
Rehyanlı	-3	TRABZON	-3				
RİZE	-3	TUNCELİ	-18				
Safranbolu	-12	Turgutlu	-3				
Saimbeyli	-12	Turhal	-12				
Salihli	-3	Türkeli	-3				
Samandağ	3	Tutak	-22				
SAMSUN	-3	Tuzluca	-18				
Sarıkköy	-12	Ulu	-3				
Sarıyer	-3	Ulubey	-9				
Sarıyer	-3	Uluborlu	-9				
Suluova	-12	Uğure	-12				
Sungurlu	-15	Uluşla	-15				
Suruç	-6	Ulus	-6				
Susurluk	-6	URFA	-6				
Suşehri	-15	Uzunköprü	-9				
Sürmene	-3	Uşak	-9				
Süçüler	-9	Ünye	-3				
Şabanözü	-15	Ürgüp	-15				
Şankaya	-21	Urta	0				
Şarkikaraağaç	-12	Üsküdar	-3				

(Karakoç, 2002, 252)

Tablo 18 Tesisat Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklık Değerleri

Sıra No	Isıtılacak Mahalin Adı	Sıcaklığı °C
1	KONUTLAR ¹⁾	
1,1	Tam olarak ısıtılan konutlar	
-	Oturma ve yatak odaları	20 ²⁾
-	Mutfaklar	20
-	Banyo ve duşlar	24
-	Helalar	20
-	Yan mahaller, hol, sofa, antre, koridor ³⁾ vb.	15
-	Merdiven, asansör vb. mahaller	10
1,2	Sınırlı olarak kısmen ısıtılan konutlar ⁴⁾	
a)	Hesaplanması gereken mahalin sıcaklığı, gerektiğinde konutlar için verilen değerlerden alınmalıdır.	
b)	Komşu mahallerle çevrili ısıtılmayan mahalin sıcaklığı Çizelge 3'ten alınmalıdır.	
2	YÖNETİM BİNALARI	
-	Büro mahalleri, toplantı salonları, sergi mahalleri, giriş holleri vb. ile ana merdiven boşlukları	20
-	Helalar	15
-	Komşu mahaller ve komşu merdiven mahalleri konutlar için verilen değerlerden alınır.	
3	İŞ VE HİZMET BİNALARI ⁵⁾	
-	Satış mahalleri ve dükkanlar, genel olarak	
-	Ana merdiven mahalleri	20
-	Besin maddesi satış mahali	18
-	Depolar, genel olarak	18
-	Peynir depoları	12
-	Sucuk, salam depoları, et ürünleri hazırlama ve satış mahalleri vb.	15
-	Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
4	OTEL MOTEL VE LOKANTALAR ⁵⁾	
-	Otel ve motel odaları	20
-	Banyo ve duşlar	24
-	Otel holleri, toplantı mahalleri, sergi malleri, ana merdiven boşlukları vb.	20
5	ÖĞRETİM BİNALARI ⁵⁾	
-	Derslik, kütüphane, yönetim binaları, tenefüs holleri, çok amaçlı avlular gibi öğrenim mahalleri ve kapalı çocuk holleri	20
-	Öğretim mutfakları	18
-	Bedensel zorlamalara göre işlikler	15 - 20
-	Banyo ve duş mahalleri	24
-	Hekim ve muayene odaları	24
-	Jimnastik holleri	20
-	Beden eğitim salonları	18

Sıra No	Isıtılacak Mahalin Adı	Sıcaklığı °C
6	TIYATRO VE KONSER SALONLARI	
-	Ön mahaller dahil, helalar, komşu mahaller, ve merdiven boşlukları vb. yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
7	CAMI VE KİLİSELER ⁵⁾⁻⁶⁾	
-	Cami ve kilise malleri genel	15
8	HASTAHANELER ⁷⁾	
-	Ameliyathane, ön hazırlama ve anestezi mahalleri ile erken doğum odaları	25
-	Geri kalan bütün mahaller	22
9	İMALAT VE ATÖLYE MAHALLERİ	
-	Genel olarak en azından	15
-	Oturarak çalışmada	20
10	KIŞLALAR ⁵⁾	
-	Derslikler	20
11	YÜZME HAVUZLARI	
-	Holler (bununla birlikte su sıcaklığının üstünde en az 2K olmalıdır.)	28
-	Diğer banyo mahalleri (duş hacimleri, elbise değiştirme, komşu mahaller, merdiven boşlukları)	22
12	CEZA VE TUTUK EVLERİ	
-	Derslikler	20
-	Geri kalan bütün mahaller, öğretim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
13	SERĞİ GALERİLERİ	
-	Müşterinin verilerine göre en az	15
14	MÜZE VE GALERİLER	
-	Genel olarak en azından	20
15	DEMİRYOLU GARLARI	
-		15
16	HAVA LİMANLARI	
	Yolcu kabulü, işlem tamamlama ve bekleme mahalleri	20
17	Don tutması istenmeyen bütün mahaller	5
1)	TS 3419 / 06.79 kapsamına giren tesislerin bulunduğu mahaller için, anılan standarttaki kurallar geçerlidir.	
2)	Aksi belirtilmedikçe verilen değerlerin işareti pozitiftir.	
3)	Apartmanların iç kısımlarında bulunan koridorların, kural olarak ısıtılması gerekmez.	
4)	Sınırlı olarak kısmen ısıtılmış komşu mahallerin mevcut olması durumunda, mahal ısıtma gücünün belirlenmesi için, kullanım tarzıda göz önüne alınmalıdır.	
5)	Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
6)	Çok defa ve sürekli olarak en az 5 °C olarak tutulmalıdır.	
7)	TS 3419 / 06.79 hastahanelerle ilgili verilerde bakılmalıdır. Geri kalan bütün bina tiplerinde hesaplamaya esas sıcaklıklar, müşteri ile birlikte tespit edilmelidir.	

(Karakoç, 2002, 27)

Tablo 19 Binalarda Isıtılmayan Bölgelerin Sıcaklıkları

Dış Sıcaklıklar		3	0	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27
Çatı arasındaki ısıtılmayan mahaller												
U < 2,33 W/m ² K		9	7	4	2	-1	-3	-6	-8	-11	-13	-16
2,33 W/m ² K ≤ U ≤ 5,82 W/m ² K		6	4	1	-1	-4	-6	-9	-11	-14	-16	-19
U > 5,82 W/m ² K		3	1	-2	-4	-6	-9	-12	-14	-17	-19	-22
Isıtılmamış Mahaller	İçeriye veya bodruma kapı yada pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	15	14	12	10	9	7	5	3	2	0	-1
	Dış kapı veya pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	10	8	6	5	3	1	0	-2	-4	-6	-7
Toprak sıcaklığı	Döşeme altındaki	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Dış duvara bitişik	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
Evlere bitişik sıcaklığı	Merkezi ısıtma	15										
	Mahalli ısıtma	10										
Kazan dairesi		20*										
Kömürlük		10										

*Doğalgazlı kazan dairelerinde alt ve üst havalandırma sonucu sıcaklıklar bu değerin altında olabilir. Kazan dairesi sıcaklığı mevcut duruma göre projeci tarafından belirlenir.

(Karakoç, 2002, 29)