

13. KLİMA SİSTEMLERİ, SİSTEM SEÇİMİ VE SİSTEM KARŞILAŞTIRMASI

Enerji maliyetlerinde son otuz yıl içinde önemli artışlar olmuştur. 1960'lı yıllarda varili 2 \$ olan petrol günümüzde 25 \$ - 30 \$ aralığında seyretmektedir. Bu büyük değişim enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanımı kavramlarını getirirken, bir yandan da teknolojik gelişmeler insanların konfor beklentilerini artırmıştır. Bir başka önemli problem ise çevrenin ve yaşadığımız mekanların kirlenmesidir. Dünyadaki su, hava, ormanlar gibi doğal kaynaklar hızla kirlenmekte ve tüketilmektedir. Gelecek kuşaklara tükenmiş bir dünya bırakmanın endişesi yaşanmaya başlamıştır ve bu doğrultuda sürdürülebilirlik kavramı gündemdedir. Son 15-20 yılda ortaya çıkan bir başka önemli kavram ise, iç hava kalitesi kavramıdır. Sonuç olarak HVAC tesisatında sistemlerin bir yandan daha ekonomik olması ve soğutma ve ısıtmanın daha ekonomik olarak yapılması istenirken, bir yandan da sistemlerin daha az arıza yapması, daha sessiz olması, çevreyi kirlenmemesi, daha az yakıt tüketmesi ve bakımı ve işletmesinin daha kolay ve ucuz olması istenmektedir.

Isıtmanın aşağıdan, soğuk yüzey önlerinden ve mümkün olduğunca ışınım yolu ile yapılması ana konfor prensibidir. Isı kaybı yoğunluğu fazla olan dış yüzeyler (ki genellikle cam yüzeylerdir) önlerine konulacak radyatör gibi statik ısıtıcılarla ısıtılmalıdır. Böylece soğuk dış yüzey sıcaklıkları dengelenir. Mahallin içindeki insanlar hava sıcaklığı ile mahalli çevreleyen yüzey sıcaklıklarının ortalamasını hissederler. Bu konudaki kuralları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür [Ref.4]:

Sistem seçiminde mutlaka yeni kavramlar göz önüne alınmalı, ortaya çıkan yeni eğilimlere ve gelişmelere uyulmalıdır. Tecrübe birikimi sistem seçimine aktarılmalıdır. Bunun için genel kavramlar çerçevesinde klima sistem hedefi belirlenir ve buna uygun sistem alternatifleri ortaya konur. Bu alternatif sistemler arasında seçim ise, teknik ve ekonomik kriterlerin hangi ölçüde sağlandığına bağlıdır. Bu kriterler açısından sistemlerin karşılaştırmasının en akılcı yollarından biri karşılaştırma tablolarıdır.

13.1. KLİMA SİSTEM, EKİPMAN VE CİHAZ SEÇİMİ

Sistem Düzeyinde Seçim

Yeni bir klima sistemi veya yenileme için klima sistemi seçimi yapıldığında, üç seviyede seçimden söz edilebilir. Bu seçim; a) klima sistemi, b) ekipman ve c) cihazlar düzeyinde olabilir.

- **Klima sistemi düzeyi.** Bu düzeydeki seçim örneğin VAV (değişken hava debili) paket bir sistem ve fan-coil sistem arasındaki tercihin yapılması ile ilgilidir.
- **Hava sistemi, su sistemi, merkezi soğutma ve ısıtma tesis sistemi ve kontrol sistemi düzeyi.** Örneğin, VAV paket sistem için sistemin tek zonlu VAV hava karışımı; çok zonlu VAV tekrar ısıtılmalı veya fan tahrikli VAV hava karışımı sistem olması tanımlanmalıdır. Paket sistemde soğutma sistemi daima DX sistemidir. Ancak burada pistonlu veya scroll bir kompresör seçimi söz konusudur. Isıtma; gazlı ısıtıcı

1. Eğer **ısı kaybı**, duvarın her metre genişliği için 1476 Btu/h (**429 Watt**) değerini geçiyorsa, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma** yapılmalıdır.
2. Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820-1.476 Btu/h (**238-429 Watt**) arasında ise, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için yine, pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılması doğrudur**.
Bu koşullarda hava üst kottan dış duvara bitişik yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Bu çözümde hava direkt olarak aşağıya doğru, soğuğa maruz kalan duvar ve pencereleri bohçalayacak şekilde üflenmelidir.
Yorum 1:
Aynı difüzörlerden yazın da soğuk havanın verileceği unutulmamalıdır. Soğuk hava ağır olduğu için, aşağıya doğru çok hızlı inerek rahatsızlık verebilir.
3. Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820 Btu/h (**238 Watt**)*dan az ise, yine pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılması tavsiye edilir**.
Ancak bu koşullarda hava dış duvara bitişik veya çok yakın yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Hava bu çözümde dışa bakan duvar/pencereye doğru üflenir veya hem duvar/pencereye doğru ve hem de açığa doğru çift yönde üflenir.
4. Yorum 2:
a) *Yaşanılan hacimlerde:* ısıtmanın her zaman cam altından yapılması (statik ısıtma) tavsiye edilmektedir.
b) *İnsanların kısa süreler kaldığı yerlerde:* (fuaye, giriş vb.) ise;
Isı kaybı 429 Watt/m değerini aşıyorsa, alttan ısıtma yapılmalıdır.
Isı kaybı 238 – 429 Watt/m değerleri arasındaysa ve alttan ısıtma yapılamıyorsa, sıcak hava yukarıdan özel difüzörler kullanılarak üflenebilir.
5. Buna karşılık soğutma yukarıdan yapılmalıdır. Duvar tipi soğutucularla aşağıdan yapılan soğutma işlemleri, yaz klimasında konforsuzluğa neden olmaktadır. Bu soğutuculardan çıkan soğuk hava fazla yükselemeyerek geri düşmekte ve insanlara çarparak üşütmekte ve hasta etmektedir. Isıtma ve soğutmanın birlikte tavandan yapılması halinde ise; kışın sıcak havayı aşağı indirebilmek için menfez çıkış hızları artırılmak zorundadır. Bu durumda ses oluşur ve aynı menfezden yazın çıkacak soğutulmuş hava daha ağır olduğu için, aşağı hızlı inerek konforu bozar.

veya cihaz elektrik değerlerinin düşük olduğu yerlerde heat pump (ısı pompası) veya elektrikli ısıtıcı ile yapılabilir. Sulu sistem için de alternatifler vardır: Fan-coil sistemi için sıcak sulu ısıtma veya elektrikli ısıtma seçilebilir. Yüksek kapasiteli bir fan-coil sisteminde genellikle santrifuj veya vidalı kompresörlü chiller, ve küçük kapasiteli sistemlerde ise vidalı veya scroll kompresörlü chiller kullanılır. Oda tipi klima cihazları ve küçük kapasiteli paket sistemler dışında, genellikle direkt dijital kontrollü (DDC) kontrol sistemleri (EMCS) düşük maliyetlidir. Spesifik bir proje için kontrol zonları, noktaları ve genel ve spesifik kontrol fonksiyonları optimum olmalıdır.

- **Ana sistem bileşenleri düzeyi.** Hava sistemleri için aşağıdaki gibi ana cihazların seçimi söz konusudur:
- Öne eğik kanatlı santrifuj, (airfoil) kanatlı santrifuj, eksenel besleme fanları,
- Besleme - egzoz fanı kombinasyonu veya besleme ve dönüş fanı kombinasyonu,
- CO₂ tabanlı talep kontrollü havalandırma, veya plenum basınç kontrolü ile havalandırma.
- Hava veya su ekonomizörü, ısıl tambur, run-around serpantinli veya ısı borulu hava-hava ısı geri kazanım sistemi.
- Frekans kontrollü değişken hızlı sürücü, girişteki yönlendirici kanatlar, veya giriş konisinde statik basınç düşümü ile debi kontrolü,
- Karışımli akış, tabakalı karışımli akış, veya yer değiştirmeli akış biçimleri ve besleme çıkışları ve dönüş girişlerinin tip ve yerleşimi.

Sulu sistemlerin ana cihaz seçimi için aşağıdakiler düşünülebilir:

- Merkez-bina ayrı lüplü veya merkez ve bina tek lüplü
 - Merkez-bina ayrı lüplü sistemde balans vanalarının kullanımı
 - Merkez ve bina tek lüplü sistemde bypass kısmalı akış, pompalı akış veya değişken debili akış kontrolü sistemi
 - Açık veya membranlı kapalı genişleme deposu seçimi
- Soğutma sistemi için aşağıdaki ana cihazların seçimi söz konusu olabilir:
- Isıyı atmak için hava soğutmalı, su soğutmalı veya evaporatif soğutmalı bir kondenser kullanımı.
 - Santrifuj fanlı chiller için, iki ya da üç kademeli kompresör ve değişken devirli sürücü veya giriş yönlendirici kanatlı kapasite kontrolü seçenekleri.
 - Pistonlu veya scroll kompresörlü soğutma sistemleri için, değişken devirli, iki kademeli hızlı, silindir yüksüzleştirilmeli veya on/off kapasite kontrolünden birinin seçimi.

13.2. SEÇİM HEDEFLERİ

Sistem seçimi yapılırken öncelikle hedef belirlenmelidir. Daha doğrusu klima sistemi bir hedefe yönelik olarak kurulur. Burada hedef, neden klima yapıyorum? sorusunun cevabıyla ilgilidir. Şüphesiz klima hedefleri başında insan konforu gelir. Klima ile sağlanmak istenen başlıca hedefler aşağıdaki gibi sayılabilir:

1. **Konfor.** İnsanlar ancak belirli çevre koşullarında kendilerini rahat hissederler. Konfor şartları adı verilen bu şartlar klima sayesinde mekanik olarak temin edilebilir. Bunun için insanların yaşadığı her yerde (konutlar, işyerleri, alışveriş merkezleri, kurumlar vs.) klimanın hedefi konfordur. Pek çok faktöre bağlı olarak değişken olan konfor şartlarının sürekli olarak temini, kolay değildir ve problem dinamik olarak ele alınmak zorundadır.
2. **Proses.** Endüstride klima genellikle proses gereksinimi nedeniyle

yapılır. Bu tür, hedefi prosesi gereği gibi yapabilmek olan, klima uygulamalarından en bilinenlerden biri temiz oda tekniğidir. İlaç üretimi, elektronik endüstrisi gibi dallarda üretim hollerinde mikrop, toz vs. havada asılı tanecik sayısı belirli sınır değerlerin üzerine çıkmamalıdır. Burada klimanın amacı bu filtrasyonun sağlanmasıdır. Tekstil endüstrisinde hedef belirli bağıl nem değerlerinin sabit tutulması veya bazı hallerde aynı zamanda sıcaklıkların da kontrol edilmesidir. Bu örneklerle gıda ve kimya endüstrisinden başkaları da katılabilir.

3. **Koruma.** Özellikle gıda saklanmasında, değerli koleksiyonların saklanmasında, askeri malzeme saklanmasında, tarihi yapıların korunmasında ortam havasının belirli şartlarda tutulması; özellikle nemin kontrolü gerekir. Bu klimayla gerçekleşir. Burada uygulanan klimanın hedefi korumadır.
4. **Üretkenlik.** Çalışma ortamının konfor şartlarından uzak olması, çalışanların performansını düşürür. Bazı klima uygulamalarında hedef çalışanların performansının ve üretkenliğinin artırılmasıdır.
5. **Mülk geliri ve değerinin artırılması.** Klima uygulamasının bir başka hedefi ise mülkün değeriyle ilgilidir. Mal sahibi mülkünün kıymetini artırmak ve daha yüksek bir fiyatla satabilmek veya kiraya verebilmek üzere klima sistemi kurdurmak isteyebilir.

Bu hedeflerden her birinde seçilecek klima sisteminin aranan özellikleri farklı olacaktır.

13.3. SİSTEM SEÇİM KRİTERLERİ

Klima sistem seçiminde öncelik hedeflerdedir. Belirli hedefe yönelik sistemler diğerlerinden ayrılır. Ancak yine de aynı hedefi gerçekleştirebilecek özelliklerde, birden fazla klima sistem alternatifleri vardır. Bunlar arasında seçim yaparken, ikinci aşamada sistem seçim kriterleri göz önünde tutulur. Sistem seçim kriterleri, seçimi etkileyen faktörlerin neler olduğu, sistemden ne beklediği ve ihtiyacın ne olduğu soruları ile ilgilidir. Sistem seçim kriterleri fazla sayıda olabilir. Ayrıca bu kriterlerin bir diğerine göre önemi uygulamaya veya mal sahibine göre değişebilir. Başlıca sistem seçim kriterleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Bina yapısı ve mal sahibi. Binanın yapısı, oryantasyonu, konumu, eski veya yeni yapılmakta oluşu ve mal sahibinin istekleri kriterlerin ilk sırasında yer alır.

2. Binanın kullanım amacı. Klima sistemleri farklı uygulamalar ve faaliyetler için kullanıldığında, farklı işletme saatleri, farklı sistem özellikleri ve farklı tasarım kriterlerine ihtiyaç vardır. Örneğin Sınıf 10 tipi temiz oda uygulaması için sabit debili merkezi bir sistem kullanımı şarttır. Lüks otellerde yatak odalarında en çok kullanılan sistem dört borulu fan-coil sistemidir. Çünkü bu sistem ile bireysel sıcaklık ve fan hızı kontrolü mümkündür; ayrıca yeterli miktarda taze hava temini yapılabilmektedir. Özel tasarım kriteri her zaman uygulamaya bağlıdır ve klima sisteminin seçimini doğrudan belirler. Örneğin, hassas sabit sıcaklık (21 ± 0.1 °C) kontrolü yapılan bir odada eğer cihaz için ayrılan alan sınırlı ise sabit debili ve kullanım noktasında elektrikli reheatli merkezi bir sistem kullanılabilir. Elektrikli tekrar ısıtma diğer tüm ısıtma sistemlerinden daha kolay modüle edilebilir. Merkezi klima cihazında DX serpantinli paket ünitelerden daha homojen bir üfleme sıcaklığı temin edilebilir. Sabit debili sistem, böyle uygulamalarda VAV sisteme göre daha avantajlıdır.

3. Kuruluş maliyeti. Sistemin satın alınması ve kurulmasının parasal bedelidir. Sistem seçiminde mal sahibi açısından belki en önemli kriter budur. Sistem ucuz olmalıdır. Özellikle klima sistemleri monte edilmiş

hazır binalar satan bir yatırımcı için yatırım maliyeti ve işletme giderleri (enerji harcamaları) sistem seçimini en çok etkileyen faktördür. Doğal olarak sistemin diğer teknik kriterleri sağlaması da istenir. Özellikle Türkiye açısından kuruluş maliyeti büyük önem taşımaktadır. Kaynakların kısıtlı olması yatırımcıyı çoğu zaman ucuz yatırımlara yönlendirmekte ve en önemli kriter haline getirmektedir. Halbuki asıl önemli olan toplam maliyet (life cycle cost) değeridir. Yani sistemin ekonomik ömrü içinde ortaya çıkan işletme ve yatırım maliyetleri toplamıdır. Bir HVAC&R klima sisteminin $\$/m^2$ olarak ifade edilen yatırım maliyeti binada yapılan faaliyetlere, sistem konfigürasyonuna ve binanın büyüklüğüne bağlıdır. Örneğin Amerika'da okul binaları için ilk yatırım masrafları aşağıdaki gibidir:

Sistem	$\$/m^2$
Tek zonlu, sabit debili paket sistem	57.8
Çok zonlu tekrar ısıtılmalı sabit debili merkezi sistem	72.6
Çok zonlu çift kanallı merkezi sistem	90.8

4. İşletme maliyeti. Sistemin çalışmasının bedeli ise işletme maliyetini oluşturur. Bunda en önemli pay yakıt ve enerji giderleridir. Enerji giderlerinin anormal derecede artması işletme maliyetlerini ön plana çıkarmıştır. Sistem verimi ne kadar yüksekse ve enerji tasarrufu ve geri kazanmasıyla ilgili önlemler ne kadar fazla ise, enerji gideri o kadar azdır. İyi bir sistemde enerji maliyeti düşük olmalıdır. Diğer işletme giderleri servis- bakım giderleri ve işletme personeli giderleridir. 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.

5. Kapasite. Sistemin kapasitesi seçimde ilk dikkate alınacak konudur. Sistemin hangi kapasite aralıklarında mevcut olduğu, belirli kapasitedeki sistemin değişen şartlara bağlı olarak kapasitesinin hangi oranda değiştirilebildiği, bu değişimin kontrolünün mükemmelliği, kapasite değiştiğinde buna bağlı olarak verimin ne ölçüde değişeceği gibi kriterler de önemlidir. Örneğin, Tek katlı bir toptancı mağazası için genelde sabit debili paket bir sistem tercih edilir. Eğer şartlandırılan yer 70.000 seyirci kapasiteli kapalı bir stadyum ise, tek zonlu bir VAV ve çok sayıda klima santralından beslenen değişik seviyelere yerleştirilmiş üfleme nozullu bir sistem çoğu zaman tercih edilir.

6. Performans. Klima sisteminden performansı ile ilgili beklentilerimiz vardır. Bunlar arasında sistem verimi, kullanılan yakıt/enerji cinsi, zor işletme koşullarına dayanıklılık, arızanın etkisi, kuruluş-montaj kolaylığı, otomatik kontrole uygunluk, kontrol tipi, yedekleme yeteneği, zonlama imkanı sayılabilir. Verim en önemli performans kriterlerinden biridir. Burada özellikle sistemin yıllık kullanma verimi önem taşır. Cihaz üzerinde yazan anma verimleri hem laboratuvar şartlarını yansıtır, hem de düşük kapasitelerde sistemdeki karşımıza çıkan verim düşmelerini dikkate almaz. Sistemin enerji tüketimini ilgilendiren esas verim, yıllık kullanma verimidir. Bir başka önemli performans kriteri zonlama imkanıdır. Uygulamaların çoğu çok zonludur. Zonlar farklı kullanım amaçlarından, farklı kullanım zamanlarından, yönden ve yaşayanların farklı tercihlerinden kaynaklanır. Örneğin her bir otel odası, diğerlerinden bağımsız olarak şartlandırılabilir.

7. Yer ihtiyacı. Farklı klima sistemlerinin gereksindiği yer farklı boyut-

larda olmaktadır. Genel olarak klima sistemi binada bodrumda, ara katlarda, normal katlarda döşeme alanları; çatı alanları; shaft boşlukları ve asma tavan boşluklarına ihtiyaç gösterir. Mimari planlamada bu göz önüne alınmalıdır. Bu alanlar çok kıymetli olabilir. Dolayısıyla bazı hallerde verilebilen yerlere sığacak, mimari zorlamalara uygun bir sistem seçmek gereği vardır. Örneğin, 30 kat ve üzeri yükseklikte bir binada klima santralleri ve diğer mekanik ekipman için çatıda yeterli hacim yoksa, veya gidiş ve dönüş havası kanalları için shaft yeri yoksa, kat bazında merkezi klima santralli bir sistem kullanmak pratik bir çözüm olabilir. Bir diğer örnekte, endüstriyel uygulamalarda genellikle yeterli tavan yüksekliği olduğu için düşük hızlı kanal sistemleri kullanılabilir ve böylece fan enerjisinden tasarruf edilebilir.

8. Güvenirlilik. Bir sistemin arıza riskinin az olması, tehlike yaratmasıyla ilgilidir. Servis imkanlarının kısıtlı olduğu yerlerde bu en önemli kriter haline gelebilir. Örneğin belli dönemler ulaşım imkanının bile olmadığı, dağ başlarında veya ücra köşelerdeki tesislerde bu durum geçerlidir.

9. Servis bakım 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. Bazı uygulamalarda sistemi çalıştıracak profesyonel personel bulunmaz. Dolayısıyla sistemin çalıştırılması ve bakımı kullanıcılar tarafından gerçekleştirilebilecek biçimde basit ve kolay olmalıdır. Amerika'da bu "Simple is best" sloganı ile tanımlanıyor. 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. Öte yandan profesyonel servis ekibinin sistemde gerekli müdahaleyi yapabilmesi için cihazların kolay ulaşılabilir ve servis verilebilir biçimde olması gereklidir. Ayrıca bu servis insanların yaşadığı kullanım alanları içinde olmalıdır. Teknik alanlarda olmalıdır. Aksi halde yaşayanlar rahatsız olur, bu hacimler kirlenir.

10. İç hava kalitesi. İç hava kalitesi (İHK) sistemin havalandırma, filtrasyon ve toz toplama yeteneği ile ilgilidir. Minimum ventilasyon kontrolü; bakterilerin, partiküllerin, rahatsız edici buharların ve zehirli gazların uzaklaştırılması; aşırı nemliliği önleme gerekli koşullardır. (İHK) aynı zamanda HVAC sisteminin iyi bakımına bağlıdır. ASHRAE standartlarına göre, kontrol alternatifleri arasında, CO₂ esaslı talep kontrollü havalandırma en iyi çözümdür. Hacme tahsis edilmiş bağımsız havalandırma sistemi, karışım plenumu basınç kontrollü sabit debili sistemler ve taze hava enjeksiyon fanlı sistemler bu açıdan istenilen yeterli performansa sahiptir. Havalı cihazların ekonomizör modunda çalışma dönemleri ve iş günü mesai başlamadan önce tamamen dış hava ile binanın süpürülmesi (İHK)'i artıran işlemlerdir.

Havası şartlandırılan ortamlarda partiküllerin, bakterilerin, virüslerin, rahatsız edici buharların ve zehirli gazların uzaklaştırılması için klima santrallerinde, taze hava santrallerinde veya paket tip cihazlarda kullanılan filtrasyon, gaz absorpsiyonu ve diğer kimyasal işlemleri aşağıda-

ki dört sınıfta derecelendirmek mümkündür:

Düşük verimli hava filtreleri 3-10 µm büyüklüğünde partikülleri tutma özelliğine sahiptirler. Sporlar, polenler ve kumaş elyafı bu hava filtreleri ile tutulabilirler. Tel örgülü, sentetik veya cam elyaftan panel filtreler düşük verimli filtreleme örneklerdir.

Orta verimli hava filtreleri 1-3 µm büyüklüğünde partikülleri tutma özelliğine sahiptirler. Araba egzoz gazları, ince tozlar ve bakteriler orta verimli hava filtreleri ile tutulur. Sentetik ve cam elyaf kullanılan tabakalı filtreler bu sınıfa girer.

Yüksek verimli filtreler sigara dumanı, yemek kokuları ve bakteri gibi 0.3-1µm büyüklüğündeki partikülleri ayırmak için kullanılır. Mikron altı boyutlarda sentetik ve cam elyaf kullanan torba veya kartuşlu filtreler bu tiptedir.

Ultra yüksek verimli filtrasyon: HEPA filtreler %99.97, ULPA filtreler de %99.999 DOP (dispersed oil particulate = dağılmış yağ parçacıkları) verimine sahiptirler. Bu filtreler virüsleri, karbon tozlarını, yanma gaz-

azaltılması ile ortamın bağıl nemi belirgin biçimde artırılabilir.

Kontrol modları. Büyük sıklıkta kullanılan kontrol modu DDC tip, oransal-integral (PI), sapmasız modülasyon kontrolüdür. Ayrıca iki ya da üç hızlı kademeli fan kontrolü ve on/off su debisi kontrolü de uygulanabilir. PI (veya PID) kontrollü DDC her zaman için daha iyi bir kontrolüdür. Çünkü cihaz hatalarının dışında sapma oluşmamaktadır.

12. Gürültü kontrolü. Ses problemleri büyük çoğunlukla iyi tasarlanmayan sistemlerde ve dikkatsiz fan, kompresör ve pompa seçimlerinde karşımıza çıkmaktadır. Ses her zaman rahatsız edici olmaktadır. Bazı klima sistemleri yapıları icabı potansiyel bir ses problemi oluştururlar. Oda tipi klimalar ve su kaynaklı ısı pompaları genellikle havası şartlandırılan mekana yerleştirildiklerinden gürültü dezavantajı taşırlar. Çoğu fan-coil cihazları, havalandırılan ortamın üzerinde tavana monte edilirler. Burada dönüş havası giriş menfezi ses geçişi için kısa ve uygun bir yol yaratır. Bazı klima sistemlerinde mekanda oluşan yaklaşık ses seviyeleri aşağıdaki gibidir:

Durum	Klima sistemi	Ekipman	Yaklaşık ses seviyesi
Zayıf	Oda tipi klima sistemi	Oda tipi klima	45-50 dBA
Kabul edilebilir	Dört borulu fan-coil	Fan-coil cihazı (~600m ³ /h)	35-40 dBA
İyi	VAV reheat merkezi sistem	Santral, VAV kutusu	25-35 NC
Mükemmel	Tek zonlu merkezi VAV	Santral	15-20 NC

larını ve radon bazı yabancı maddeleri ayırmada kullanılır. Genellikle temiz odalarda ve ameliyathanelerde uygulanır. Zararlı kokular, rahatsız edici buharlar ve molekül boyutu 0.003-0.006 µm arasında olan zehirli gazları ayırmak için ise daha çok aktif karbon ve kimyasal tutuculu filtreler kullanılır. Ultra yüksek verimli filtreler yüksek verimli filtreler ile ömürlerini uzatmak amacıyla korumaya alınmalıdır.

11. Isıl Konfor. Isıl konforla ilgili kriterleri, ısıtma ve soğutma konforu, nemlendirme veya nem kontrolü yeteneği olarak saymak mümkündür. Zonlarda ısı konfor, sıcaklık ve nem kontrolü ile sağlanır. Bu da doğrudan havası şartlandırılan mekanda bulunan insanları etkiler. Ortamın gerekli ısıtma ve soğutma yükünü karşılamak kadar, sürekli kontrol de önemlidir. Zon kontrolünün amacı ve kalitesi aşağıdaki üç alanda değerlendirilebilir:

Amaç. Zon kontrolü bireysel ısı konforu sağlamanın temelidir. Genellikle alanı 10 ile 100 m² arasında olan bir oda veya mahal bir zon olarak ele alınır. Her zon için genelde bir duyar eleman, bir kontrol cihazı ve karşılık gelen bir terminal cihaz (ör. VAV kutusu) bulunmaktadır. Bu şekilde zonun sıcaklık ve nem kontrolü ihtiyaca uygun olarak gerçekleştirilebilir. Geniş ofis alanları için, kendi içinde daha küçük zonlar yaratılabilir. Son gelişmeler ise her birey için kendisi tarafından kontrol edilebilen mikro zonların yaratılması yönündedir.

Debi ve üfleme sıcaklığı kontrolü. Soğutma için zon kontrolünün kalitesi, kısmi yükte işletmede; ortamın duyulur yükündeki azalmayı karşılamak üzere, VAV kutusunun üflediği soğuk hava debisini veya soğutma serpantininden geçen su miktarını uygun biçimde azaltmakla ilgilidir. Isıtma için zon kontrol kalitesi reheat sistemi veya radyatörle ısıtma sisteminin kapasite ayar kabiliyetine bağlıdır.

Kısmi yükte çalışma esnasında, üflenen soğuk hava debisinin değişimi ortamın bağıl nemini fazla değiştiremez. Ancak, özellikle fan-coil büyük seçildiğinde, soğutucu serpantine gönderilen soğuk suyun debisinin

13. Çevre Faktörü. Günümüzde çevre faktörü, mühendislik kriterleri üzerinde ve tek başına belirleyici bir kriter olabilmektedir. Türkiye hâlâ ciddi çevre koruma sınırlamaları getirmemiş bir ülkedir. Bu nedenle sistem seçiminde çevre faktörü henüz belirleyici olmamaktadır. Ancak yakın gelecekte, ileri ülkelerde olduğu gibi yakıt, akışkan, ekipman ve sistem seçiminde çevre daha belirleyici hale gelecektir. Bunun ötesinde ikinci derecede çok daha farklı teknik, ekonomik, ekolojik ve sosyal kriterler sayılabilir; bunlar bazı hallerde en önemli dizayn şartı olabilir.

14. Diğer Faktörler. Örneğin ara mevsimlerdeki geçiş kolaylığı veya sistem performansı bu kriterlerden biridir. İşyerlerinde, evlerde ve birçok yapıda ara mevsimde sık sık ısıtmadan soğutmaya geçiş (veya tersi) gerekecektir. Hatta böyle mevsimlerde bazı hacimler ısıtma, bazı hacimler aynı anda soğutma isteyebilecektir. Bu durumda, sistem seçiminde bu, sağlanması gerekli bir kriter haline gelmektedir. Ayrıca yapının özelliği ve mimarisi de seçimde önemlidir. Bir resim galerisinde veya bir tekstil kliması uygulamasında nemin sabit tutulması birinci şart konumuna gelebilir. Tarihi bir yapıda kanal istenmeyebilir. Bir konser salonunda ses, ameliyathane hijyenik şartlar en önemli kriter olabilir veya dağ başında bir tesiste kesin işletme güvenliği birinci plana çıkabilir. Kuru bir iklimde buharlaşmalı soğutma prensibi kullanılabilirken, az su bulunan bir yerde havalı kondenser tercih edilmelidir.

15. Yangın koruması ve duman kontrolü. Özellikle yüksek bloklarda klima sisteminin binadaki duman kontrolü sistemiyle entegre olabilmesi beklenen önemli bir kriterdir. Yüksek binalarda yangın koruma ve söndürme sistemi şöyle çalışır: Otomatik sprinkler sisteminin su akış sensörü duman kontrol ve merdiven basınçlandırma sistemlerini harekete geçirir ve bina yönetim sistemi çeşitli hava sistemlerini acil çıkışlardan ve merdivenlerden dışarıya dumandan etkilenmeden kaçıışı kolaylaştırmak için koordine eder. Bu işlemler dizisi aşağıdaki gibi gerçekleşir:

- Merdiven basınçlandırma sistemleri aktive edilir.

- Duman egzoz sistemi yoluyla yangın katındaki (duman zonundaki) duman dışarıya atılır.
- Duman zehirlenmesini engellemek amacıyla yangın katının bir üst ve bir altındaki veya komşu katlara taze hava üflenir.

Ekonomizörlü hava sistemleri için; yangın katından egzoz edilen hava miktarı ve duman zonuna komşu olan kontrol zonlarına verilen hava miktarları yaklaşık olarak ekonomizör çevrimindeki üfleme havası miktarına eşittir.

13.4. SİSTEM SEÇİMİNDE ÖNCELİK

a. Yukarıdaki kriterler arasında değinildiği gibi, uygulama yapılacak yerin iklim şartları sistem seçiminde büyük önem taşır. Hiç bir sistem bütün avantajları bünyesinde toplayamayacağı için; "ısıtma öncelikli veya soğutma öncelikli sistem seçimi" ilk adımda gözönüne alınmalıdır. Örneğin Antalya'da ısıtma mevsimi 2,5 ay mertebesinde iken, soğutma mevsimi 7,5 ay mertebesindedir. Böyle bir iklimde soğutma öncelikli sistem seçimi gerekir. Isıtma soğutmaya göre daha az önemlidir. Antalya ve benzer iklimlerdeki bölgelerde sistem seçimi ve dizaynında ağırlık soğutmadadır. Böyle bir yerde soğutulmuş havanın üst kottan (tavan seviyesinden) verilmesi düşünülmelidir. Tavan seviyesinden verilen soğuk havanın yoğunluğu fazla olduğu için ortamdaki havaya karışımı ideal konforu sağlayacaktır. Isı pompası tipi cihaz seçimleri uygundur. Buna karşılık İstanbul'da ısıtma mevsimi yaklaşık 6,5 ay, soğutma mevsimi 3-4 ay mertebesindedir. Erzurum'da ise bu değerler ısıtma yönünde daha fazla değişmektedir. Böyle iklimlerde ısıtma öncelikli sistemler seçilmelidir. Isıtma öncelikli sistemde ısıtmanın aşağıdan yapılması ve vantilatör v.b. ses yapabilen cihazların kullanılmaması avantajlıdır. Isıtmanın cam önlerine konan ısıtıcılar ile yapılması konforu artıracaktır. Villa sahipleri genelde en iyi konforu isterler. Villalarda; ısıtmayı cam önlerine konulan radyatörler (termostatik vanalı) ile, soğutmayı ise hava kanallı split cihazlarla yapıp, ayrıca klima cihazına yaklaşık %10 oranında taze hava alınmalıdır. Bu durumda ortam havalandırılacak, taze hava ortamı artı basınçta tutacağı için dışarıdan toz girişi önlenecektir.

b. Sistem seçiminde öncelik açısından, dış ortamdaki nem oranı da önemlidir. Kurak iklimlerde evaporatif soğutma prensibinden yararlanılabilir. Bu büyük avantaj sağlar (Diyarbakır v.b. şehirlerde). Ayrıca kuru ve soğuk iklimlerde kışın nemlendirme mutlaka sağlanmalıdır. Buna karşılık nemli iklim ve ortamlarda tam tersine nem alıcı öncelikli sistemler seçilmelidir.

c. Sistem seçimindeki önceliklerden birisi de uygulama alanı ile ilgilidir. İşyerlerinde aydınlatma, makinalar ve insanlar dolayısı ile ısı kazancı daha fazladır. Bu nedenle konutlarla karşılaştırıldığında, daha fazla soğutma yükü gereklidir. Soğutma ihtiyacı da yıl içinde konutlara göre daha uzun sürelidir.

d. Sistem seçiminde bir başka öncelik ise mimarı sınırlamalarla ilgilidir. Seçilecek HVAC sisteminin boyutları mimari yapıya uygun olmalıdır. Ayrıca mimarın estetik anlayışı ve sistem fonksiyonları; seçilecek difüzör, menfez v.s. gibi elemanların tiplerini belirler. Bu çerçevede sesle ilgili sınırlamaları da gözönüne almak mümkündür. Sağlanması gerekli ses düzeyi bazı uygulamalarda sistem seçimini belirleyen ana öncelik olabilir.

e. Soğutma yapılacak binalarda güneşin camlardan içeri girmesini engelleyecek önlemler (güneş kesici dış perdeler, saçak çıkıntılarının uzatılması, dış panjur, yansıtıcı özelliği olan cam v.b) alınması enerji ekonomisi sağlar. Ancak bu önlemlerin bir kısmı kalıcı olduğunda, ısıtma

sezonunda dezavantaj yaratabilir. Bir başka sakınca ise sağlık açısından yararlı olan güneş ışınlarının önlenmiş olmasıdır. Bu çelişkili durum ısıtma ve soğutma sürelerinin gözönüne alınması suretiyle tercih yapılması, hareketli elemanların kullanılması gibi yollarla çözülebilir.

Özetle, sistem seçimi aşağıdaki kriterler ve faktörlerin pek çoğuna bağlıdır:

A. Yatırım Maliyeti:

1. Sistem Maliyeti
2. İlave Zonların Maliyeti
3. Kapasite Artırım Olanakları
4. İş ve İşçi Güvenliğine Katkısı
5. Hava Kalitesi Kontrolü
6. İleride Olabilecek Yer Değişimi ve/veya Onarım Maliyetleri

B. İşletme Maliyeti:

1. Enerji Maliyeti
2. Enerji Türü:
 - Elektrik
 - Gaz
 - Sıvı Yakıt
 - Merkezi Buhar Sistemi
 - Diğer Kaynaklar
3. Projenin Bulunduğu Bölgede Kullanılabilecek Enerji Türleri
4. Ekipman seçimi

C. Bakım Maliyeti:

1. Onarım Maliyeti
2. Kullanıcı Personelin Bakım Kabiliyeti
3. Üretim Sırasında Sistem Arızasının Bedeli
4. Ekonomizör Çevrimi
5. Isı Geri Kazanımı
6. İlerideki Yenileme Maliyetleri
7. Kolay ve Hızlı Servis İmkanı
8. Kolay ve Hızlı Zon İlavesi İmkanı
9. Bakım Periyotları ve Kapsamları

D. Yatırımın Geri Dönüşü:

E. Binanın Konumu:

1. Coğrafik durumu
2. Yönü
3. Şekli

F. Bina Tipi :

1. Kurumsal. (Hastane, Cezaevi, Bakımevleri, Eğitim Kurumları)
2. Ticari. (Ofisler, Mağazalar)
3. Konutsal. (Otel, Motel, Apartman Daireleri)
4. Endüstriyel. (Üretim Tesisleri)
5. Araştırma ve Geliştirme. (Laboratuvarlar)

G. Kullanıcı Tipi :

1. Kamu Sektörü
2. Yatırımcı
3. İşletmeler
4. Bireysel Kullanıcı

I. Binanın Kullanımı :

1. İnsan miktarı
2. Ekipmanlar
3. İşletme

J. Binanın Tipi :

1. Kontrüksiyonu

2. Şekli
3. Eski ve yeni oluşu

K. Performans:

1. Prosesin Desteklenmesi. Bilgisayar Faaliyetleri, Telefon Faaliyetleri
2. Hijyenik (Mikropsuz) Bir Çevrenin Elde Edilmesi
3. Satış ve Kiralama Gelirlerindeki Artış
4. Sistem Verimi
5. Gayrimenkul Satılabilirliğindeki Artış
6. Durma, Yedekleme Kapasiteleri ve Rezerv Kapasiteler
7. Güvenilirlik, Beklenen Cihaz Ömrü. Bakım ve Arıza Sıklığı
8. Ekipman Arızalarının Binaya Etkisi Nasıldır? Kullanıcının Yapması Gereken İşlemler?

L. Kapasite İhtiyacı :

1. Soğutma Yükleri. Miktarı ve Özellikleri
2. Isıtma Yükleri. Miktarı ve Özellikleri
3. Havalandırma
4. Zonlama İhtiyacı :
 - Binanın Kullanım Amacı
 - Güneş Işınımından Gelen Kazanç
 - Özel İhtiyaçlar
 - Sıcaklık Aralığı ve Nem Toleransları

M. Yer İhtiyacı :

1. Mimari Kısıtlamalar:
 - Estetik
 - Yapısal Destek
 - Mimari Stil ve Fonksiyon
2. HVAC Ekipmanları İçin Gerekli Alan ve Yerleşim
3. Kanal ve Boru Dağıtımı İçin Alan
5. Alan İşgal Eden Komponentlerin Fiziksel ve Görsel Olarak Kabul Edilebilirliği
6. İç Dekorasyon
7. Esneklik
8. Bakım İçin Erişilebilirlik
9. Çatı
10. Bilinen Yer Kısıtlamaları
11. Mekanik Oda veya Şaft Gereksinimi

N. Konfor:

1. Kontrol Seçenekleri
2. Gürültü ve Titreşim Kontrolü
3. Sıcaklık
4. Nem
5. Filtrasyon (toz, koku, mikro canlı kontrolü)
6. Hava Kalitesi Kontrolü
7. Taze hava miktarı
8. Temizlik (hijyen)

O. Sistem Kontrolü:

1. Zon kontrolü
2. Her mahallin müstakil kontrolü

P. Yönetmelikler:

1. Yönetmelikler HVAC ve diğer bina sistemlerinin tasarımını etkiler.
2. Çoğu bina tasarım yönetmelikleri yereldir.
3. Yönetmelikler belediye, hükümet veya yetkili resmi kuruluşlar tarafından onaylanmazsa uygulanamaz.

13.5. SİSTEM SEÇİMİ

Sistem seçiminde öncelikle hedefleri sağlayan ve ekonomik olarak optimumu veren çözümler aranır. Ekonomik optimum işletme ve kuruluş maliyetleri toplamını minimize eden çözümdür. Çünkü genelde sistemin kuruluş maliyeti ile işletme maliyeti ters yönde çalışır. Biri artarken diğeri azalır. Daha sonra zorlayıcı kriterler ve öncelikler kontrol edilir. Kapasite, konfor, performans, yerleşim vs. ile ilgili zorlayıcı kriterlerin seçilen sistem tarafından sağlanması gerekir.

Sistem seçimi için farklı yöntemler kullanılabilir. Burada önceliklerin belirlenmesinde kimin etkili olacağı da önemlidir. Sistem seçimini mal sahibi ve onun danışmanı olan mühendis ve proje mühendisi birlikte yapmalıdır. Mal sahibi ile mimar ve teknik ekibin öncelikleri farklıdır. Her grubun öncelikleri önemlidir ve mutlaka dikkate alınmalıdır. Bunun için teknik detayları en iyi bilen proje mühendisinin alternatif sistemler arasında bir teknik karşılaştırma tablosu hazırlaması en uygun yoldur. Bu tabloyu destekleyen bir raporla birlikte seçim olanakları sunulursa, taraflar bir araya gelerek ve imkanları göz önüne alarak, mevcut şartlar içinde en uygun sistemi seçebilirler.

Sistemlere ait farklı özellikleri bir arada görmek ve karşılaştırabilmek, için bir tablo oluşturulabilir. Bu tablonun oluşmasında ve sistem seçiminde ilk adım projede etkili olan sınırlayıcı ve zorlayıcı kriterlerin belirlenmesidir. Yukarıda geniş olarak verilen kriterlerin hepsi her projede geçerli değildir ve sistem alternatifleri sınırsız değildir. Daha önceki tecrübe, sağ duyu ve yaklaşım biçimine bağlı olarak değerlendirilecek alternatifler sınırlıdır. Pratikte seçim iki, üç alternatif arasında yapılır. Bundan sonraki kısımda karşılaştırma tabloları verilmiştir. Bu tablolar da hem karşılaştırma kriterleri çok fazladır ve hem de karşılaştırma alternatifleri çok fazladır. Pratikte, yukarıda ifade edildiği gibi, daha az sayıda alternatif, daha az sayıda kriterle karşılaştırılabilir.

Karşılaştırma tabloları a) niceliksel, b) niteliksel olarak ikiye ayrılabilir. Niceliksel tablolar da bir puanlama sistemi oluşturulmalıdır. Buradaki puanlar tamamen objektif olamaz. Her özelliğe net bir puan verilemez. Değerlendirme belirli ölçüde subjektif olacaktır. **Dolayısıyla örnek tablodaki değerlendirmeler de belirli ölçülerde subjektif olarak algılanabilir. Söz konusu puanlar uygulamaya, projeciye ve mal sahibinin isteklerine göre farklılıklar arz edebilir.**

Tabloların ilk sütununda karşılaştırma kriterleri bulunur. Yukarıda ilgili bölümde söz konusu edilen ve proje için önemli olan kriterler burada alta sıralanır. İkinci sütunda ise bu kriterlerin önem puanları bulunmaktadır. Her kriter bir puanla değerlendirilir. Kriterlerin önem puanı her proje için değişiktir. Söz konusu projede, söz konusu kriterin önemi mal sahibisiyle birlikte kararlaştırılmalı ve puanlandırılmalıdır.

Daha sonraki sütunlarda alternatif sistemler, bunların değerlendirilmesi ve puanları yer alır. Herhangi bir kriter açısından, alternatif sistemler bu alanlarda değerlendirilir. Bu teknik değerlendirmeyi projeci mühendis yapmalıdır. Bu değerlendirme özet bir biçimde yazılı ve açıklanabilir; çok kısa notlar biçiminde (kötü, orta, iyi... veya az, orta, çok... gibi); harfler biçiminde (A, B, C, ...) veya sayısal biçimde (1, 2, 3, veya 10,20,30, ...) olabilir. Puanla değerlendirme sisteminde, bir alternatif sistemin toplam puanını bulmak için; her kriterin önem puanı ile bu kriter için bu sisteme verilen not çarpılır ve bunların hepsi toplanır.

Niteliksel tablolar da ise bir puanlama sistemi yoktur. Tablo yapısı yine aynıdır. Sadece puan verilmez ve sistemlerin söz konusu kriter konusundaki durumu tanımlanır. Seçim bu toplu karşılaştırmaya dayanarak kişisel yargı ile yapılır.

13.6. SİSTEM KARŞILAŞTIRMA TABLOLARI

Bu kısımda pratikte geniş ölçüde kullanılan temel klima sistemleri, yukarıdaki esaslar çerçevesinde birbirleriyle karşılaştırılmışlardır. Burada daha önemli olan karşılaştırma kriterleridir. Karşılaştırma kriterleri mümkün olduğu kadar kapsamlı ve detaylı bir biçimde hazırlanmıştır. Buna karşılık çeşitli sistemler için yapılan değerlendirmeler sonuçta belirli ölçüde bizim bakış açımızı yansıtmaktadır ve sübjektif olarak kabul edilebilir. Bu örnek tablolardan yararlanarak kendi karşılaştırma tablolarını hazırlayanlar kendi önceliklerine göre, sistemleri buradakinden farklı değerlendirebilirler. Sonuçta verilmeye çalışılan değerlendirmeler değil yöntemdir.

Bu tablolarda 8 farklı klima sistemi, 63 ayrı kriter açısından karşılaştırılmıştır. Tablolar arka arkaya birbirini takip edecek biçimde verilmiştir.

- 1- Klimada sistem seçimi başlığı altında, çok kullanılan sekiz sistemi değerlendireceğiz.
- 2- Burada amaç:
 - a- Tesisat mühendislerinin klima bilgilerinin artırılması,
 - b- Değerlendirme için önceliklerin daha kolay belirlenmesi,
 - c- Konuyu tartışmaya açıp, eleştirileri değerlendirerek daha fazla geliştirmektir.
- 3- Hiçbir sistem avantajların tamamını sağlayamaz.
 - a- Malsahibinin beklentileri ve olanakları,
 - b- Bina kullanım amacı ve şekli,
 - c- **Bina ölçeği:** Bina kullanım alanı, yatay ve düşey büyüklüğü,
 - d- Bölgenin iklim koşulları dikkate alınarak en uygun sistem seçilmelidir. Sistemler değerlendirilirken iyi – kötü ya da siyah – beyaz olarak bakılmamalı, iyilerin içinde en uygununun araştırıldığı bilinmelidir. Çünkü her sistemin ideal olarak kullanılabilmesi yapılar vardır.
- 4- Kriterler de gruplanarak sunulmaktadır. (Performans, İşletme Maliyeti, Planlama ve Montaj, Servis – Bakım – Onarım ve İşletme, Emniyet ve Riskler (Sağlık vb.), Mimari, Maliyet)
- 5- Kriterin önemi bölümü; beklentileri ve önerileri karşılaşılabilecek sorunları kapsamaktadır.
- 6- Sistemlerin karşılaştırılması her kriter için ayrı ayrı yapılmıştır. Ancak her kriter aynı derecede önemli değildir ve yatırımcıların beklentisine göre de değişir. Bu anlamda proje bazında her kriter bir önem puanı verilerek (kriterlerin önem puanlarının toplamı 100 veya 1000 alınabilir), her sistemin aldığı toplam puan değerlendirmeye esas alınabilir.
- 7- Yatırımcı için maliyet değerlendirmesi yapılırken:
 - a- Malsahibinin beklentilerini karşılayamayan, bina tipine ve imkanlarına uygun olmayan sistemler elenip,
 - b- Son kriter olarak verilen “**ÖMÜR BOYU TOPLAM MALİYET**” en önemli kriter olarak dikkate alınabilir.
- 8- Klimada sistem seçimi (sistem karşılaştırma tablosu) iş merkezleri için hazırlanmıştır. Çarşı, konut, otel, hastahane ve özel yapılar için de bazı değişiklikler ve ilaveler yapılarak kullanılabilir.
- 9- Enerji maliyetleri hesaplanırken, genellikle güncel yakıt ve elektrik fiyatları kullanılır.
 - a- Isı geri kazanımlı, enerjiyi daha az tüketen, yüksek verimli sistemler olabildiğince tercih edilmeli ve ısı geri kazanımından yararlanılmalıdır.

- b- Gelecekte enerji maliyetlerinin artabileceği dikkate alınarak, tahmini bir düzeltme faktörü kullanılmalıdır.
- c- Ancak enerji maliyetlerinin gelecekte beklenenden de çok daha fazla artabileceği olasılığı da dikkate alınmalıdır.
- d- Enerjiyi doğru kullanmak, bir mühendislik etiğidir.

- 10- **Sistem seçimi yapılırken** aşağıdaki konular belirlenmelidir:
 - Üfleme havası sıcaklığı,
 - Yaşanılan hacim içerisindeki hava hareketleri,
 - Hava kanallarındaki hızlar,
 - Menfez yerleşimi ve tipleri,
 - Klima santrallerinin kapasite büyüklükleri,
 - Hava kanallarının yükseklikleri (borular ve kablo kanalları vs. ile kesişme noktaları da dikkate alınarak). Asma tavan içindeki cihaz yükseklikleri (tavan tipi F/C, VAV kutuları, tavan tipi split cihaz vb. varsa).
 - Mekanik hacimlerin toplam alan ve hacimleri,
 - İç hava proje şartları,
- 11- Mal sahipleri büyük bedeller ödeyerek binalar yaptırıyorlar. Harcamaların nereye ve nasıl yapılacağı proje yapılırken belirlenmektedir. Mal sahiplerinin daha kaliteli projeye, daha fazla ödemesi; yatırımı daha ekonomik kılacak ve beklentilerinden daha iyisi gerçekleşecektir.
- 12- Kiracıların, kira bedeli kadar binanın aylık harcamalarına da dikkat ettikleri unutulmamalıdır. Bu nedenle seçilen sistemin işletme ve bakım masraflarının en az olması ve esnek kullanım imkanı çok önemlidir.
- 13- Verimlilik, kalite, kapasite ve performans kavramlarının güncel olması çok önemlidir. Çünkü herşey sürekli değişmekte ve gelişmektedir.

