Tesisat Mühendisliği Dergisi
Sayı: 99, s.5-25 , 2007

Merkezi ve Bireysel Sistemlerde Enerji Tüketimi

Rüknettin KÜÇÜKYALI*

Özet
Mekanik tesisatlarda seçilecek sistemlerin enerji tüketimlerini belirleyen birçok faktör vardır. Bunlardan bazıları:
1. Kullanılacak yakıtın (enerji kaynağının) cinsi ve satın alma maliyeti,
a. Fosil yakıtlar (kömür, fuel-oil, motorin, doğal gaz, LPG vb)
b. Elektrik
c. Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş enerjisi, rüzgar enerjisi vb.)
2. Yakıtın kullanılma şekli ve verimi,
3. Enerjinin taşınma maliyeti,
4. Üretilen enerjinin kullanım yerlerinde ölçülebilirliği,
5. İşletme ve bakım maliyetler i,
olarak sıralanabilir.

Ayrıca sistemlerin kuruluş maliyetleri, amortisman süreleri, ömür ve konfor seviyeleri sistem seçiminde önemli faktörlerdir.

Anahtar Sözcükler: *Yakıt tüketimi, merkezi sistemler, bireysel sistemler, tasarruf, enerji ekonomisi, kombi, kazan, yoğuşmalı kazan, yoğuşmalı kombi, amortisman, yüksek verim, COP, COP sistem, otomatik kontrol, klima, enerjinin taşınması, ilk yatırım maliyeti, işletme maliyeti.*

1. ISITMA SİSTEMLERİ

Ham petrol fiyatlarındaki hızlı ve aşırı yükselmenin etkisi sistemlerin enerji maliyetlerini çok daha önemli hale getirmektedir.

01 Ocak 2005'de 40 USD/varil olan ham petrol günümüzde (15 Ağustos 2005) 67 USD/varil seviyesine ulaşmış olup, 8 ayda %68 artmıştır. 01 Ocak 2003'te ise ham petrol 28 USD/varil idi. Yaklaşık son 2,5 yıldaki artış ise %140 olarak gerçekleşmiştir. Petrolün geleceği ile ilgili beklentiler veya spekülasyonlarda ise yakın sürelerde 80 USD/varil ve orta vadede 100 USD/varil şeklinde fiyatlar konuşulmaktadır.

Petrol ürünleri (fuel-oil, motorin, LPG) dışındaki diğer fosil yakıtların fiyatları da petrol fiyatından etkilenmektedir. Örneğin kömür, mazot ile madenden çıkarılmakta, mazot kullanılarak kamyonlarla taşınmakta ve külü de yine kamyonlarla mazot kullanılarak atılmaktadır.

Doğal gaz fiyatları da, petrol fiyatı baz olarak alınan bir formülle belirlenmektedir.

Elektrik ise hidroelektrik santraller dışında genellikle petrol, kömür veya doğal gaz kullanılarak üretildiği için, petrol fiyatlarındaki artıştan çok ciddi oranda etkilenmektedir.

* Makina Mühendisi.

Kullanılacak enerji kaynağının cinsini ve kurulacak sistemin amortisman süresini belirlerken, bugünkü sıcaklığının yüksek olması nedeniyle fuel-oil ikisi arasında bir karşılaştırma yapıldığında kazan

sistemin amortisman süresini belirlerken, bugünkü su sıcaklığının yüksek olması nedeniyle fuel-oil No: 6 kullanılan kızgın su kazanlarında aşağıda sıralanan dezavantajlar yaşanacaktır:

enerji maliyetlerinin yanında gelecekteki maliyetleri de dikkate alınmalıdır.

1.1 Merkezi ve Bireysel Sistemlerin Yakıt Cinslerine Göre Karşılaştırılması

1.1.1 Kömür

Kömür, merkezi sistemlerde bireysel sistemlere göre daha yüksek verimle yakılabilmektedir.

- Ancak kömürün ısıttığı su veya buharın taşıma maliyetleri (pompalama enerjisi, borulardaki ısı kayıpları vb .) dikkate alındığında bireysel sistemler enerji tüketimi yönünden genellikle daha avantajlıdır.
- Ayrıca balanslama ve bireysel kullanım dikkati de bireysel sistemleri daha ekonomik kılmaktadır.
- Kömürün dairelere taşınması, depolanması, yakılması, külünün atılması gibi zorluklar, konfor ve çevre şartları dikkate alındığında, enerji tüketiminin daha fazla olmasına rağmen merkezi sistemler daha az dezavantajlı görünmektedir.
- Ancak çevre şartları (hava kirliliği) nedeniyle özellikle toplu yerleşim yerlerinde (şehir, kasaba vb.) kömürün kullanım imkanı çok sınırlanmıştır.

1.1.2 Fuel-Oil ve Motorin

- Fuel-oil'in bireysel sistemlerde kulanım imkanı yoktur (veya çok zordur) denilebilir.
- Kömür için söz konusu olan dezavantajlara aynen sahiptir.
- Fuel-oil daha çok bölge ısıtmasında, doğal gazın olmadığı yerlerde kullanılmaktadır.
- Motorin ise yine doğal gazın olmadığı yerlerde, LPG kullanımına da olanak yoksa bireysel sistemlerde kullanılmaktadır.
- Fuel-oil No:6 yalnız buhar veya kaynar su kazanlarında (ortalama su sıcaklığı 130°C'nin üzerindeolan) kullanılabilir. Fuel-oil No: 6'da yüksek oranda kükürt vardır. Kazan suyu sıcaklığı 130°C'nin altında olursa kükürt yoğuşur ve sülfirik asit oluşur ve bu asit kazan borularını çürütür.
- Fuel-oil No:4 ise su sıcaklığı 80°C ve üzerindeki kazanlarda kullanılabilir.
- Fuel-oil No:6 No:4'e göre daha ucuz olmakla birlikte

a. Kazan verimi daha düşüktür.
b. Dağıtım kayıpları daha fazladır.
c. İlk yatırım maliyeti daha fazladır.
d. İşletme maliyeti daha fazladır.

Karşılaştırma yapılırken fuel-oil No:4 veya 6'nın herhangi birisinin alınması aşağıdaki sonucu değiştirmez.

- Bölge ısıtmasında fuel-oil, bireysel ısıtmada ise motorin kullanıldığı kabulüyle bir karşılaştırma yapar sak:
  - Fuel-oil kullanılan iyi projelendirilmiş ve uygulanmış bölge ısıtması veya merkezi sistemlerin teorik işletme maliyetleri, motorin veya LPG kullanılan bireysel sistemlerden daha düşüktür.
  - Ancak bireysel ısıtmadaki kişisel olarak tasarruf edebilme isteği ve bireysel konfor beklentileri sistem tercihinde daha önemli kriterler olarak görülmektedir.

1.1.3 LPG

- LPG nin maliyeti bugün motorin ile yakın seviyelerdedir. Ancak LPG'nin depolanması için daha özel şartlar gerekmektedir. Apartman dairelerinde tüp gaz ile kullanımda ise sınırlı depolama olanağı ve daha fazla risk oluşmaktadır.
- LPG kullanımı doğal gaz yoksa veya yakın bir gelecekte gelecek ise gelinceye kadar kullanılabilecek bir alternatif olmaktadır. LPG kullanımında risk oluşumunu en aza indiren standartlar mutlaka uygulanmalıdır (her yakıtın depolanmasında ve kullanımında olduğu gibi).
- LPG merkezi ve bireysel sistemlerde aynı yüksek verimle kullanılabilir.
- LPG kullanılan merkezi sistemlerde en az bir kazanın yoğuşmalı tip, brülörlerin oransal ve baca çekişinden etkilenmeyen tipte seçilmesi bugün için çok daha uygun görünmektedir.
- Bireysel ısıtma sistemlerinde de yoğuşmalı kombi

lerin kullanımı enerji tüketimini azaltmaktadır. Artantırmazsa ısıtma maliyeti iki katına çıkabilir, yakıt fiyatları çok kısa bir süre sonra yoğuşmalı kombilerin kullanımını zorunlu kılacak gibi görünmektedir (Not: Hollanda ve İngiltere'de yoğuşmalı olmayan kombi kullanımı yasaklanmıştır.).

soğuk döşemeler konforu bozabilir mi? Hatta ısıtma konforu yeterince sağlanamayabilir mi?

soruları karşımıza çıkmaktadır. Bu konularda belirli bir standart olmamasına rağmen genel doğrulardan

1.1.4 Doğal Gaz

• Doğal gaz bugün için kullanılabilir en ucuz yakıt cinsi olarak görünmektedir. Doğal gaza göre:

- Fuel-oil ~ 2
- LPG ~ 3
- Motorin ~ 4
- Elektrik ~ 4

kez daha pahalıdır.

• Doğal gaz bölge ısıtması ya da merkezi ısıtma sistemlerinin ısı merkezlerinde ve bireysel kullanımlarda aynı verimle yakılabilmektedir. Ancak:

a. Bölge ısıtması ve merkezi ısıtmalarda, kazanlarımın daha yüksek sıcaklıkta çalıştırılmasından gelen kayıplar (kazan verimi, durma kayıpları ve yoğuşma enerjisinden daha az yararlanabilme vb.),
b. Dağıtım için harcanan ilave pompalama enerjisi,
c. Dağıtım borularındaki ısı kayıpları,
d. Balanslamadan gelen verim kayıpları,
e. Büyük sistemler için gerekli olan işletme personel masrafları,
f. Dağıtım sisteminin bakım ve onarım masrafları vb.

ilave maliyetler nedeniyle bölge ısıtmaları ve merkezi ısıtma sistemlerinin işletme maliyetleri çok daha yüksektir.

Bireysel kullanımdaki daha tasarruflu kullanma dikkati ise bireysel ısıtmayı daha avantajlı kılmaktadır. Ancak:

- Nereye kadar kombi yada bireysel ısıtma sistemleri kullanmalıdır?
- 20 katlı binada her daireye kombi koymak güvenlimidir?
- Kombilerin bacaları nasıl olmalıdır?
- Dış duvardan hermetik bacalarla bağlanan kombilerin egzoz gazları üst katları rahatsız etmeyecek mi?
- Bina cephesindeki gazlarla birlikte oluşan sıcak hava hareketi cephe boyasını batırmayacak mı?
- Üst kat, alt kat veya komşu daire kaloriferini çalışyola çıkılırsa:
- ~5 kata kadar binalarda kombi kullanılabilir.
- Bu binalarda döşemelerde ve komşu duvarlarda ısı yalıtımları yapılmalıdır. Döşemelerdeki ısı yalıtımı, ses yalıtımı görevi de yapacaktır.
- Kombi kullananların komşuların kombilerini çalıştırmadıkları soğuk günlerde yine de daha fazla yakıt harcayacaklarını ve ısıtma konforlarının az da olsa bozulacağını bilerek (sobalı evler de olduğu gibi) tercih yapmaları gerekir.
- Merkezi sistemlerde ise konfor daha iyi olduğu halde, yakıt bedelinin toplanması ve daha fazla işletme maliyeti sorunları olacaktır.

1.2. Merkezi ve Bireysel Sistemlerin Kullanılan Enerjinin Ölçülebilirliğine Göre Karşılaştırılması

• Kullanılan enerjinin kullanım yerlerinde ölçülebilirliği açısından bireysel sistemlerin avantajlı olduğu açıktır.
• Merkezi sistemlerde kullanılan kalori sayaçlarının düzenli olarak kalibrasyonu gerekmektedir.
• Oysa bireysel sistemlerde sıvı yakıtları her daire sahibi kendisi satın almaktadır. Doğal gaz kullanan apart dairelerde ısı doğal gaz sayaçları ile herkes gaz idaresine karşı kendisi sorumlu olmaktadır.

1.3 Merkezi ve Bireysel Sistemlerin Enerjinin Taşınma Maliyetine Göre Karşılaştırılması

1.3.1 Bölge Isıtmasında Enerjinin Taşınmasının Maliyeti

Bölge ısıtmasında, seçilecek sistemin, yatırım ve işletme maliyetleri üzerine etkisi çok önemlidir. Bu bakımdan her bölge ısıtması uygulaması için öncelikle bir fizibilite veya ekonomiklik çalışması yapılması gerekir. Bu fizibilite çalışmasında ana parametreler: yakıt, primer devre akışkan cinsi, akışkan sıcaklığı, ısı merkezi sayısı ve boru şebekesinin dağılımı olmaktadır.

Bölge ısıtmasında çeşitli sistemler oluşturulabilir. Klasik bölge ısıtmasında bir ısı merkezinde üretilen ısı, boru şebekesi ile primer devre akışkanı tarafından ısıtılacak binalara taşınır. Her binanın altındaki bir ısı değiştirgecinde sekonder devrede dolaşan ısıtıcı akışkan ısıtılır. Primer devrede sıcak su, kızgın su veya buhar; sekonder devrede ise genellikle 90/70°C sıcak su dolaşır.

Bölge ısıtmasında kullanılan diğer bir sistemde ise, primer devrede üretilen sıcak su veya kızgın su doğ-

liyetlerini artırdığından tercih edilmemektedir. Genellikle borular ısı izolasyonu yapılarak doğrudan toprağa gömülmektedir. Yaşanan tecrübeler göstermiştir ki bu sistemlerin neredeyse tamamında, yapım aşamasındaki hatalar, bakımsızlık veya farelerin izolasyonları yemesi, toprak altındaki kaçakların yerinin bulunamaması gibi nedenlerle boru izolasyonları bozulmuş, paslanma sonucu delinen borulardan ciddi oranda su kaçakları oluşmuş ve bu nedenlerle yakıt ve su masrafları kabul edilemez seviyelere gelmiştir. Aynı zamanda bu sorunlar kazan, pompa vb. tesisat

primer devrede üretilen sıcak su veya kızgın su doğ rudan bloklara verilir. Burada her blok altında bir pom pa ve otomatik karıştırma vanası vardır ve bu vana da primer devreden alınan yüksek sıcaklıktaki su, is tenen oranda karıştırılarak bloktaki ısıtıcılara gönde rilir (Basınca dikkat edilmelidir.).

Kömür ve hatta sıvı yakıt yakılırken (yakıt, depolama ve taşıma nedeniyle) avantajları ağır basan bölge ısıtması, yakıt olarak doğal gaz kullanıldığında deza vantajlı duruma düşmektedir. Bölge ısıtmasının en büyük dezavantajı toprak altındaki dağıtım boruları dır.

Daha küçük boyutlu uygulamalarda ise bir merkezde üretilen su ile doğrudan blokları ısıtmak mümkündür. Bu sistemlerde kullanma sıcak suyu da aynı merkez de üretilip bütün noktalara ayrı bir hatla dağıtılabilir. Bölge ısıtmasının dağıtım borularında mutlaka eşit direnç sistemi (Tichelmann sistemi) uygulanmalıdır.

Bölge ısıtmasında blok bazında verilen ısının ölçül mesi sorunu vardır. Bu amaçla blok girişlerinde sis temde ayrıca ısı payölçerler kullanılabilir. Bölge ısıt masında kazan dairesi ile binalar arasındaki ısı ka nallarındaki (veya galerilerdeki) boruların ısı kaybı, boru izolasyonlarının zamanla bozulması ile giderek artmaktadır. Ayrıca bu kanallardaki boruların zaman la çürümesi sistemde uzun süreli ve sık karşılaşılan kesintiler oluşturmaktadır. Teorik olarak hat vanaları ile lokal hale getirilebileceği düşünülen arızalar, pra tikte uzun süre kullanılmayan vanaların su kaçırması nedeniyle tüm sistemin suyunun boşaltılması zorun luluğunu yaratmaktadır.

Boruların kanal veya galeri içine alınması inşaat ma

Aynı zamanda bu sorunlar kazan, pompa vb. tesisat elemanlarına da zarar vermektedir. Çünkü sisteme sürekli su takviyesi yapılması sonucunda tüm cihaz larda kireç ve çamur birikimi oluşmakta, besleme su yuyla birlikte tesisata sürekli giren oksijen önemli oranda korozyona (paslanma) neden olmaktadır. Bu tür büyük sistemlerde kazanlarla tesisat arasında pla kalı eşanjör kullanılarak kazanların kireç, çamur vb. olumsuzluklardan korunması tavsiye edilir.

Bölge ısıtması sistemlerinin en büyük zorluklarından biri sistemin dengelenmesi, yani her binaya veya ko nuta istenilen miktarda ısının dağıtılabilmesidir. Den gesiz sistemlerde bazı yerler çok ısınırken bazı yer ler çok az ısınmakta, yetersiz ısınma şikayetleri oluşmaktadır.

Bu sistemde suyun pompalanması için ciddi miktarda elektrik enerjisi sarf edilmektedir. Sonuçta sistemde su kayıpları ve maliyeti, suyun doldurulup boşaltıl ması ile oluşan kireçlenmeler ve kesintiye uğrayan ısıtma nedeniyle oluşan konfor kayıpları söz konusu olmaktadır.

Bölge ısıtması kömür veya fuel-oil kullanımı halinde her binaya yakıt taşıma, her binadan kül ve cüruf atılması, bu yakıtların tek noktada ve büyük kapasite de yakılmaları halinde verimlerinin artması gibi ne denlerle tercih edilebilir. Ancak doğalgaz her kapasite de, aynı yüksek verimle yakılabildiğinden bölge ısıtması sisteminin doğal gazda herhangi bir avantajı kalmamaktadır.

Doğal gazın bölge içinde dağıtılması ve her binaya ulaştırılması daha ekonomik ve sorunsuzdur. Her bi na altında veya çalışınca kurulacak bağımsız kazan

dairelerinden her binanın merkezi ısıtma sistemiyle ısıtılması en uygun çözümdür. Her apartmandaki merkezi sistemde atmosferik brülörlü kazanların veya kaskad sistemlerin kullanılması sessiz, işletme ve bakımı kolay, sık servis gerektirmeyen ve yüksek ve rimli bir çözüm oluşturur. Eğer kazan dairesi çatıda oluşturulursa bu maliyet de daha düşük olacaktır.

1.3.1.1 Bölge Isıtmasında Kullanım Sıcak Suyu

Bölge ısıtmasında sıcak su ihtiyacını karşılamak için iki alternatif bulunmaktadır. Sistemde bir ısı dağıtım merkezi ve her bina altında da dağıtım kolektörleri bulunmaktadır. Birinci alternatif ısı dağıtım merkezin deki kazandan bina altına gelen sıcak su ile her bina altında bulunan boyleri ısıtmak ve bu boylerle sıcak

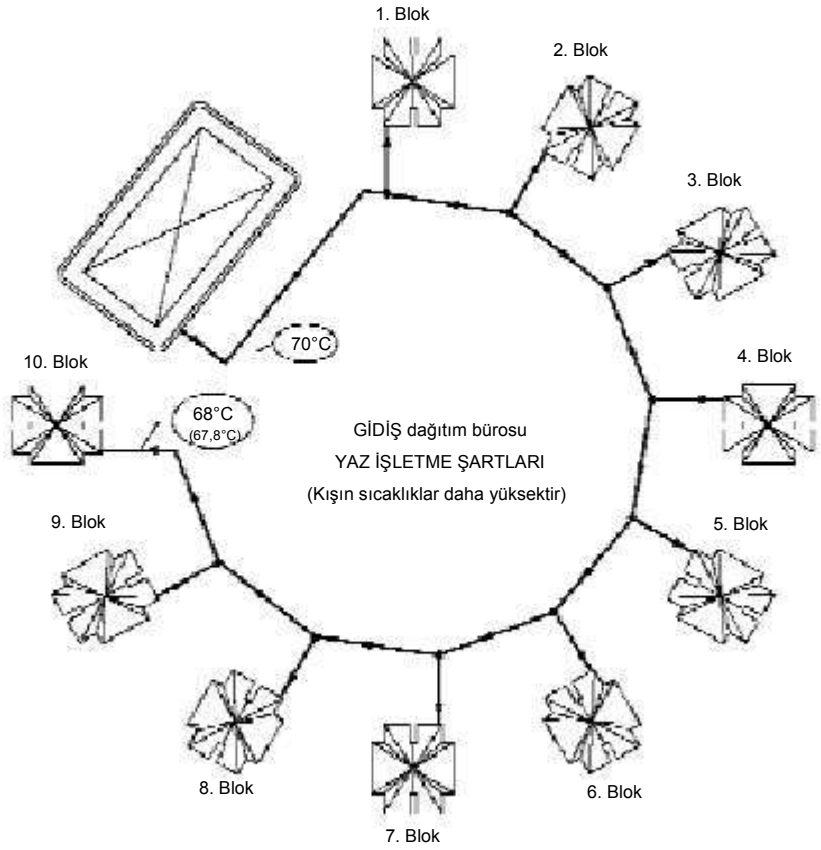
Boylerlerin bina altında olması durumunda yaz - kış kazanın çalışması ve sisteme sıcak su sağlaması gerekmektedir. Bu da yazın bile galerilerdeki tüm te sisatta devamlı yüksek sıcaklıkta suyun dolaşacağı anlamına gelir.

İzolasyonları iyi yapılmış örnek bir tesiste yapılan in celemede, yaz işletmesinde gidiş (dağıtım) borula rında kazan dairesinden 73°C olarak çıkan gidiş su yu sıcaklığının son binaya gelindiğinde 68°C merte besine düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 1).

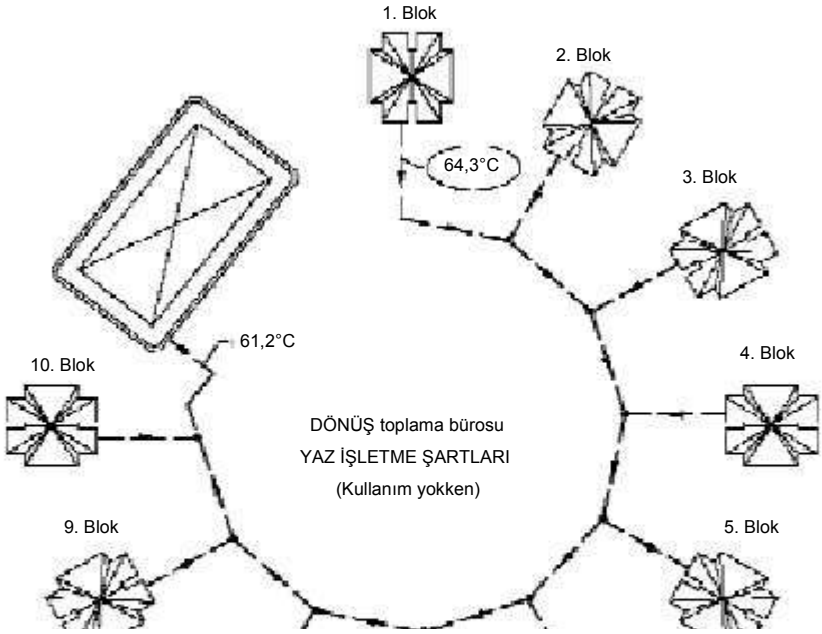
Aynı işletmede, yine yaz işletmesinde dönüş (topla

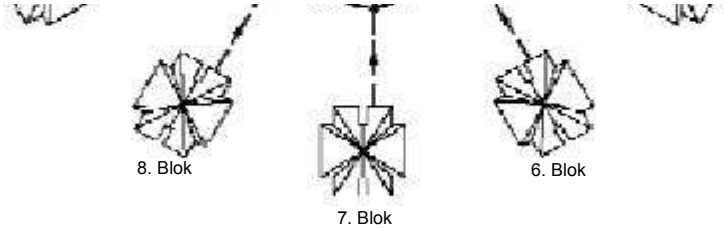
su sağlamaktır. İkinci alternatif ise boylerleri de ısı dağıtım merkezine yerleştirerek kullanma sıcak su yunu da ayrı bir borulamayla binalara dağıtmaktır.

- ma) borularında ilk binadan 64,3°C olarak çıkan dönüş suyu sıcaklığı kazan dairesine ulaştığında 61,2°C olarak ölçülmüştür (Şekil 2).



Şekil 1: *Gidiş (Dağıtım) Hattı Projesi*





Şekil 2 : *Dönüş (Toplama) Hattı Projesi*

Bu farklar borulardaki ısı kayıplarını gözler önüne sermektedir.

Uygulama ;

- Sıcak su binalara 90°C gidiyor (90/70°C teorik).
- Boyler binaların altında Æ borular yazın da sıcak olacaktır.

Kullanılan Kapasite ;

- En soğuk günde ve pik yükte: %100 (dizayn şartları)
  Yıllık ortalama (kullanılan kapasite): ~ % 15 (yazın da kullanıldığı için)
- İyi tasarlanmış, boru izolasyonları çok iyi olan bir bölge ısıtmasında borulardaki ısı kaybı:
  En sondaki binaya kadar gidiş borularında su sıcaklığı 1,5°C azalıyor.
  Gidiş - dönüş dikkate alındığında dağıtım borularında toplam 2,5°C soğuma var.

Sistem 90/70°C tasarlanmış,
Uygulamada ise görülen en soğuk günde su sıcaklığı gidişte 85°C, dönüşte 67,5°C'dir.
Borulardaki toplam kayıp ³T = 2,5°C olduğu kabul edelim.
Ölçülen ³T = 8,5°C yerine ortalama olarak kabul ettiğimiz ³T = 2,5°C göre hesap yaparsak:
Kış işletmesinde,

Su sıcaklığı 85/67,5°C:	³T = 17,5°C
Borulardaki soğuma:	2,5°C
Yararlanılan:	³T = 15°C
Borulardaki kayıp:	2,5°C / 15°C = 0,167 Æ %16,7

Sonuç

- Borulardaki ısı kaybı
  %100 kapasiteye göre: % 16,7
  Ortalama kullanılan kapasiteye göre: % 16,7 / % 15 = 1,1
- Bu sistem kaynar su ise oran 2,5 - 3 katına çıkacaktır (kaynar su sıcaklığına bağlı olarak).
- Buharda ise bu kayıp daha da artacaktır.
- Sonuç olarak boylerler bina altında olduğundan, tüm sene boyunca yaklaşık 80 - 88°C gidiş suyu sıcaklığı ile işletme gerçekleşecektir. Dolayısıyla ³T= 2,5°C'lik kayıp (%16,7) yaklaşık tüm sene boyunca gerçekleşecektir. Yıllık ortalama faydalı kapasitenin %15'i civarında olduğu bilindiğine göre yararlanılan kadar ısı, dağıtım borularında kaybedilmektedir.

Yakıt üst ısıl değeri (doğal gaz)	: 111
Kazan verimi (nominal)	: 95
Yıllık yararlanılan kazan performansı	: 90
Borularda kaybolan enerji	: 45
Yararlanılan	: 45

Notlar

- Pompanın tükettiği enerjinin bedeli (suyu ısıtan yararlı kısım hariç) ayrıca dikkate alınmalıdır.
- Balans bozukluklarının verime etkisi dikkate alınmamıştır.

ve denge kabı kullanılmalıdır. Çalışmayan kazandan sıcak su geçerse kazandan oluşacak ısı kaybı nedeniyle enerji israf edilecektir. Denge kabı ise iki kazan pompasıyla sistemdeki pompa arasında hidrolik dengeyi sağlayacaktır. Eğer ecostream veya yoğuşmalı kazan kullanılıyorsa, primer pompaların toplam debisi, sistemin toplam debi ihtiyacının 1,0 - 1,2 katı kadar olmalıdır. Eğer standart kazan kullanılıyorsa bu pompalar aynı zamanda şönt pompa görevi göreceğinden, kapasiteleri sistemin toplam ihtiyacının 1,5 katı kadar olmalıdır.

Sistemdeki yüksek su hacmi nedeniyle, ilk çalıştırmada kazanda yoğuşma oluşacaktır. Kazan ömrü açısından, ilk çalıştırmada oluşacak yoğuşmayı tamamen önlemek için ısıtma siteminde üç yollu karıştırıcı vanalar kullanılmalıdır. Kazan panelinin, bu sisteme kendi başına kontrol edebilmelidir.

Bina altına kurulacak tesisatta dikkat edilmesi gereken iki önemli husus bulunmaktadır. Bunların birincisi, boylerin yüksek sıcaklıkta su ihtiyacı gösterirken, radyatörlerin dış hava sıcaklığına göre farklı sıcaklıklarda su ihtiyacı göstereceğidir. Radyatörlerde ter

- Sistemin düşük yüklerde çalışmasından dolayı cihaz verimlerindeki azalmalar dikkate alınmamıştır.
- Bölge ısıtmasındaki yıllık ortalama sistem verimleri (çok özel önlemler alınmazsa)

COP_{sistem}	(90/70°C)	0,40
COP_{sistem}	(160/120°C Kaynar Su)	< 0,25
COP_{sistem}	(buhar, 6 bar)	< 0,20

Isı dağıtım merkezinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus kazanların işletme şartlarına uyulmasıdır. Eğer dönüş suyu sıcaklığı kontrolü ve minimum debi şartı aranan kazanlar kullanılacak ise özel kontrol paneli, sensörler ve şönt pompa uygulanması şart olacaktır. Ama ecostream kazanlar gibi bu tarz işletme şartları olmayan kazanlar tercih edilirse, hem ilk yatırımda bu maliyetlere gerek olmayacak, hem de işletmede ilave pompalama enerjisi maliyetinden kaçınılacaktır. Çalışmayan kazandan su geçmesini engellemek ve hidrolik dengeyi sağlamak için kazan primer pompası, kazan üç yollu vanası, çekvalf mostatik vana kullanılması halinde bile bu ayarlama doğru şekilde yapılamaz. Termostatik radyatör vanaları son ayar için kullanılır. Bu vanaların en önemli görevi farklı kullanım amacı olan veya farklı yönlere bakan odalarda oluşacak veya oluşması istenen sıcaklık farklarını ayarlamaktır. Dış hava sıcaklığına göre ayarlama üç yollu vana ile tesisat odasında yapılmalıdır. Böylelikle hem gereksiz yere yüksek sıcaklıkta su kullanımı engellenmiş olur, hem de konfor tam olarak sağlanabilir. Frekans konvertörlü pompa bile kullanılsa, otomasyon radyatör vanalarına bırakıldığında vana kararsızlığı sirkülasyon problemleri yaşanabilir.

Diğer önemli konu ise, enerji ekonomisidir. Sistem seçilirken mümkün mertebe en düşük enerji tüketecek sistem tercih edilmelidir. Sistemde dolaşan sıcak sudan oluşan ısı kayıpları, birinci enerji israfıdır. Diğer israf ise pompalama enerjisinde söz konusudur. Dolayısıyla hem su sıcaklığı hem de dolaşan su miktarı azaltılmalıdır. Bunun için alınabilecek önlemler aşağıda sıralanmıştır.

- Dış Hava Sıcaklığına Bağlı Kontrol + Termostatik Radyatör Vanası + Frekans Konvertörlü Pompa Kullanımı: İhtiyaç olmayan bölgelerde termostatik radyatör vanası radyatörlerden geçen su debisini azaltacak, gerekirse tamamen kesecektir. Bunu takiben frekans konvertörlü pompa da debiyi azaltacaktır.
- Tek Kolektör Uygulaması: Tek kolektör uygulaması ile sistemden gelen 90°C su boylere gönderilecek, oradan dönen 75°C su da dış hava sıcaklığına bağlı olarak çalışan üç yollu vananın kontrolünde radyatörlere gönderilecektir. Çok basit bir örnek alırsak, radyatör kapasitesi 2 m^3/h, boyler kapasitesi de 1 m^3/h olan bir sistemde, her bina için toplamda 3 m^3/h su pompalanması gerekirken bu şekilde 2 m^3/h pompalanması yeterli olacaktır. Eğer otomasyon paneli de ihtiyaçları kontrol ediyor ve kazan paneline bildirebiliyorsa, boylerde hiç ihtiyaç olmadığı durumlarda tüm sistemin sıcaklığı bile düşürülebilir (Bu sistem çok iyi etüt edilmeli, ani sıcak su ihtiyaçlarında sistemdeki su sıcaklığı 90°C'ye çıkana kadar geçecek sürede boylerin ihtiyacı karşılayabilecek kapasitede olmasına özen gösterilmelidir). Bu durumda hem pompalama enerjisinden, hem de ısı enerjisinden tasarruf yapılacaktır. Dikkat edilmesi gereken çok önemli bir konu, bu uygulamada gidiş suyu ile dönüş suyu sıcaklık farkının açılacağıdır. Dönüş suyu sıcaklığının düşmesi dönüş hattında oluşan ısı kaybının azalması demektir. Ama ısı da ikinci alternatif, boylerlerin de ısı dağıtım merkezinde olmasıdır. Bu alternatifin avantajı yazın tesisatta sıcak su dolaşmasının engellenmesidir. Ama diğer taraftan kullanma sıcak suyu borularda gezecektir. Sistem olarak konuşursak, 90°C su yerine 60°C su galerilerde dolaşacaktır. Bu yazın söz konusu olan ısı kaybını düşürecektir. Fakat, kışın ise durum tam tersi olacaktır. Çünkü her iki sistemde de (hem sıcak su tesisatında, hem de kullanma sıcak suyu tesisatında) ısı kaybı olacaktır. Bu yüzden hesapların çok iyi yapılması gerekmektedir.

Söz konusu örnekte yapılan ölçümlerde, kazan dairesindeki boylerlerden gelen kullanma sıcak suyu sıcaklığı kazan dairesinden çıktığında 54°C iken son binaya girerken 51°C'ye düştüğü görülmüştür.

Kullanma sıcak suyu sirkülasyon hattında yapılan ölçümlerde ise kullanma suyunun sıcaklığının, kazan dairesine döndüğünde 45,5°C olduğu gözlemlenmiştir. Kazan dairesi boyler çıkışı ile sirkülasyon hattı dönüşü arasındaki toplam fark ³T = 54 – 45,5 = 8,5°C'dir.

Dolayısıyla tesisat hattındakine benzer bir kaybın, sıcak kullanma suyu hattında da oluştuğu görülmüştür.

Isı dağıtım merkezindeki kazan seçimi bu sistemde çok daha önemli bir kriter olmaktadır. Kazanlar yazın

ğıtım merkezindeki kazanların bu sisteme uygun ol
ması gerekir. Bu durumda sistem 90/55°C gibi çalı
şabilir. Kazanların işletme şartlarında buna izin
verilip verilmediği kontrol edilmelidir.

- Otomatik Kontrol: Sistemde öncelikle konfor, daha sonra da ekonomi için doğru otomasyon sistemi ter cih edilmelidir. Her binanın altında ayrı bir kontrol sistemi (dış hava sıcaklığına göre çalışan) ve ısı dağıtım merkezinde ise kazanlarda gene dış hava kontrollü otomatik kontrol bulunmalıdır. Sistemin düzgün çalışabilmesi için bu iki panelin birbiriyle iletişimde olması daha sağlıklı olacaktır. Eğer ter cih imkanı var ise kazanı kontrol edecek otomas yon, kazan üreticisinin üretimi olan veya uygunluğu na onay verdiği bir sistem olmalıdır.

Bölge ısıtmasında sıcak su ihtiyacını karşılamak için sadece boylerlere çalışacaktır. Öncelikli olarak tam kapasitede bir kazan yerine yarı kapasite iki kazan seçilmelidir. Bu hem sisteme bir parça yedekleme ge tirecektir (kazanlardan biri bir şekilde çalışmaz ise, diğeri en azından sistemi bir süre idare edebilecektir). Diğer taraftan da yazın büyük bir kazanla sadece sı cak su ihtiyacı karşılanmak zorunda kalınmayacak tır. Bu da yakıt tüketimini azaltacaktır. Kazan dairesin deki fark boylerlerin bina altında olduğu halden sade ce denge kabından sonra boyler hattı eklenmesi ile sınırlıdır. Bir önceki bölümde bahsedildiği gibi ilk ça lıştırmada oluşacak yoğuşmanın engellenebilmesi için, kazan üç yollu vanalarının kullanılması gerek mektedir.

Burada gelecek bir soru: “Boyler kazanı ayrı olsun

mu?” olacaktır. Eğer tercih edilirse boyler kazanı ayrı yapılabilir. Burada en önemli kriter, sıcak su ihtiyaç miktarı ve kullanım süresidir. Bu sistemin avantajı sa dece yazın ısıtma kazanının tamamen kapatılması değildir. Ayrıca eğer ısıtma kazanı olarak uygun bir kazan seçilirse, kışın dış hava sıcaklığına göre iş letim sağlanabilir. Dış hava sıcaklığı uygun olduğun da tüm sistemin sıcaklığı düşürülebilir. Boyler kaza nı ise sadece boyler ihtiyacı olduğunda, ona göre ça lışacaktır.

Bina altlarında ise üç kolektör olacaktır. Isıtma kolek töründe sadece radyatör hattı olacaktır. Ayrıca sıcak kullanma suyu ve soğuk kullanma suyu için birer ko lektör olacaktır.

Pratikte hangi sistemin kullanılacağının seçimi kullan ma suyu durumuna bağlıdır. Eğer her binanın altında soğuk su tankı varsa ve ayrı hidrofor varsa, boylerle rin de binaların altında olması doğrusudur. Özellikle binaların dağıldığı ortamın özellikleri, seçimde önem li bir kriter olacaktır. Eğer binalar arasında çok fazla kot farkı varsa, merkezi bir hidrofor sistemi kullanıldı ğında basınç ayarlamasının yapılması çok zor ola caktır. Bu yüzden yüksekte kalan binalara ayrı hidro for sistemi konması önemlidir. Böylelikle bir bina için tüm bir sistemi yüksek basınçta tutmak zorunluluğu ortadan kalkacaktır. Diğer taraftan da, günümüzde bi naların içindeki her mekan çok değerli hale gelmiştir. Her bina altında bir tesisat dairesi kurulmasına da bir maliyet gözüyle bakılmalıdır. Gerekli alan hiç buluna mayacak projeler de olacaktır. Bu durumda doğru ter cih, merkezi kullanma suyu sistemi olacaktır.

ile karşılanacaktır. Boylerler bina altında olduğu du rumda iki kazandan biri yoğuşmalı kazan olarak se çilebilir. Boylerler bina altlarında olduğu için genelde sistemde yüksek sıcaklıkta su dolaşmak zorunda ka lacaktır. Burada bina altlarında kontrol panelleri ve bunlarla iletişimde olabilen kazan paneli kullanılıp ih tiyaç takibi daha iyi yapılarak, mümkün olan durumlar da sistem sıcaklığı düşürülebilir. Fakat büyük bir sis temde genelde bir noktada her zaman sıcak su ihtiya cı olabileceği için sistem sıcaklığını düşürmek pek mümkün olmayacaktır. Yoğuşma veriminden yarar lanmanın diğer bir yolu tek kolektör sisteminin kulla nılmasıdır. Bu sistemde gidiş ile dönüş arasındaki su sıcaklık farkı azaltılacaktır. Bir taraftan su debisi azaltılarak pompalama enerjisinden tasarruf sağlanır ken, diğer taraftan dönüş su sıcaklığı düştüğü için dönüş hatlarındaki ısı kaybı azalacaktır. Bu sistem de yoğuşmalı kazan kullanıldığında ise yoğuşma dan daha çok yararlanılabilecek ve verim hep yüksek kalacaktır. Sistem paralel iki kazan olarak tasarlan mak yerine, seri iki kazan olarak tasarlanırsa verim artar.

Bu şekilde yoğuşmalı olan birinci kazan her zaman yoğuşma sıcaklıklarında, yani yüksek verimde çalı şacaktır. Boylerler ısı dağıtım merkezinde ise gene kazanlardan biri aynı sebeplerden dolayı yoğuşmalı seçilebilir. Bu sistemde de boyler için kazanlar yüksek sıcaklığa çıktığında yoğuşma olmayacak, sadece yoğuşmalı kazanın yüksek işletme sıcaklıklarında bile yüksek verimlerle çalışabilmesinden gelen avan tajı kullanılacaktır. Boylerlerin bina altlarında olduğu alternatifteki gibi kazanlar seri de bağlanabilir. Diğer

1.3.1.2 Kazan Seçimi

Sistem verimi açısından, bakıldığında işletmede yapılacak iyileştirmelerin yanı sıra cihaz seçimi de çok önemlidir. Bölge ısıtmasında kapasitenin büyüklüğü de düşünüldüğünde kazan veriminin önemi daha da artmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, ısı dağıtım merkezindeki kazanlardan birinin yoğuşmalı kazan olması sistem verimini arttıracaktır. İşletme maliyetinin kazan ilk yatırım bedelinin katları mertebesinde olduğu düşünülürse, bu ilk yatırımda yapılacak artış çok kısa sürede işletme maliyetinden yapılacak tasarruf bir olasılık ise boyler kazanının ayrılmasıdır. Bu durumda ısıtma kazanı yoğuşmalı kazan, boyler kazanı yoğuşmasız seçilebilir. Dış hava kompanzasyonlu bir panel kullanılırsa, ısıtma kazanında dış hava sıcaklığına bağlı olarak yoğuşmadan daha çok yararlanılabilir. Günümüzde yakıt fiyatları giderek artmakta, işletme maliyetinin önemi ilk kurulum maliyetinin çok önüne geçmeye başlamaktadır. Günümüzün sloganı “her kapasitede yoğuşmalı kazanlar”dır. Hem çevreye daha saygılı olan hem de yakıt tüketimleri düşük olan yoğuşmalı kazanların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Öyle ki, normalde yüksek sıcaklık ile çalışan boyler kazanları bile yoğuşmalı seçilmeye başlanmıştır. Sıcak su, serpantine boylerin en altından girerek en soğuk suyla karşılaşmaktadır. Her ne kadar sistem 90/70°C olarak tasarlansa da dönüş suyu daha düşük olabilmektedir. Sıcak su kapasitesine ve kullanım değişkenliğine bağlı olarak boyler kazanı olarak yoğuşmalı kaskad sistem de tercih edilebilir. Böylelikle sıra kontrolünün getireceği tasarruftan da yararlanılacaktır.

1.3.2 Bireysel Isıtma

Ülkemizde ısıtma tesisatlarında bireysel sistem uygulamaları her geçen gün daha fazla yaygınlaşmaktadır. Özellikle yakıt olarak doğal gaz ve LPG kullanılabilecek yapılarda bireysel sistemlerde kombi kullanımı tercih edilmektedir. Isıtma tekniği açısından 3 - 4 kattan daha yüksek binalarda, katlar arası izolasyon olmadığı durumlarda, bireysel ısıtma sistemi tavsiye edilmemesine rağmen, ülkemizde bir çok ev sahibi, ortak kullanımdan doğabilecek olası paylaşım sorunlarının önüne geçmek ve inşaat firmaları da cihaz seçimini ve maliyetini daire sahiplerine bırakmak için, yatırım ve işletme maliyeti daha yüksek olmasına rağmen bireysel ısıtma sistemlerine yönelmektedir.

Genelde bireysel sistemlerde uygulanan standart kombiler düşük verimleri ve kısa ekonomik ömürleri ile dikkat çekerler. Açık-kapa mantığı ile çalışan standart kombilerde hem yakıt tüketimi artmakta hem de cihaz ömrü kısalmaktadır. Gaz yakıtlı bireysel sistemlerde standart kombiler yerlerini son yıllarda yoğuşmalı kombilere bırakmaktadırlar. Bu değişimin başlıca nedeni yoğuşmalı kombilerin kullanıma bağlı olarak standart kombilere göre yüksek oranda yakıt tasarrufu yapabilmeleridir. Bu tasarruf yoğuşmalı kombinin bir çok özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Yoğuşmalı kombilerde yoğuşma teknolojisi sayesinde yanma gerçekleştirilir ve %100 kapasite kontrolü yapılır. Bu çalışma özelliği ile hem yakıt tasarrufu hem de yüksek konfor sağlanır.

Oda sıcaklıkları ±0,1°C hassasiyetle sabit tutulmaktadır. Kullanma sıcak suyu debisinin değişmesi durumunda bile su sıcaklığı sabit kalmaktadır.

Gerçekleşen mükemmel yanma sayesinde CO ve NO_X emisyonları çevre kirliliği açısından en düşük düzeyde gerçekleşmektedir.

Avrupada yoğuşmalı cihazların kullanımı ile ilgili en son düzenleme 1 Nisan 2005 tarihinde İngiltere’de yapılmıştır. Belirtilen tarihten itibaren İngiltere’de her kapasitede duvar tipi cihaz kullanımında sadece yoğuşmalı cihaz kullanımına izin verilmiştir. 1 Nisan 2007’den itibaren her kapasitede sadece yoğuşmalı kombi veya kazan kullanımı kanuni bir zorunluluk haline gelecektir. Avrupa’da benzer uygulamalar teşvik edici olarak yıllardır süregelmektedir. Almanya’da yoğuşmalı cihaz kullanımında sübvansiyon uygulaması bulunmaktadır. Yoğuşmalı cihaz uygulamasının %90’nın üzerinde olduğu Hollanda’da yoğuşmalı cihaz kullanıcıları indirimli tarifeden faydalanabilmektedirler.

Tüm dünyada enerji ekonomisi çok önemli bir gündem oluşturmaktadır. 2000 yılında petrol varil fiyatı 25USD mertebelerinde iken, 2004 yılında bu fiyat 40USD, Ağustos 2005’te 67USD gibi rekor bir seviyeye ulaşmıştır. Türkiye’de doğal gaz fiyatı petrol varil fiyatının 40USD olduğu seviyededir, kısa sürede fiyatın dünya seviyesine gelme olasılığı Türkiye’de yüksek verimli ve yakıt tasarrufu sağlayan yoğuşmalı kombilerin kullanımının ne kadar önemli bir kavram olduğunu desteklemektedir.

de verim %107 değerlerine ulaşmaktadır. Yoğuşmalı kombiler, ancak gelişmiş kombilerin sahip olduğu üç tam modülasyon özelliğinin geliştirilmiş şekline sahiptirler. Oda sıcaklığına, ısıtma su sıcaklığına ve kullanım su sıcaklığına göre modülasyon yapma imkanı sağlarlar. Gaz ve hava tarafında aynı anda modülasyon özelliği ile her çalışma kapasitesinde doğru

Doğal gaz ile ısıtılan yaklaşık 110 m^2 standart izolasyonlu bir dairede yoğuşmalı kombi ve standart kombi kullanımı arasında yıllık yakıt maliyeti farkı tahmini olarak 150 EUR mertebelerindedir (yalıtımın kalitesi, binanın bulunduğu bölgenin iklim koşulları ve kullanım şekli de önemlidir). Bu durumda her iki kombinin yatırım maliyetleri göz önüne alınırsa, ara

daki yatırım maliyet farkının geri ödeme süresi yaklaşık üç yıldır. Aynı karşılaştırma LPG yakıt için yapılır ise geri ödeme süresi bir yıl mertebelerine gerilemektedir.

Her geçen gün artan yakıt maliyetleri ile yoğuşmalı kombilerin geri ödeme süreleri hızla kısalmaktadır. Her kapasitede yüksek verimli yoğuşmalı kombi veya kazanlar kullanarak çok yüksek enerji tasarrufu yapmak mümkün olmaktadır.

1. 3.3 Sonuç

- Bölge ısıtması ve merkezi sistemlerde proje ve uygulamadaki alışkanlıklar petrolün 15 USD/varil olduğu dönemdeki gibi devam etmektedir. Sistemdeki her kayıp ortadan kaldırılmalıdır. Isı köprüleri ve dağıtım borularının yalıtımlarından olan kayıplar ise en düşük seviyeye indirilmelidir.
- Tesisat mühendisleri kayıplar için “%5 önemli değil, %1 hiç önemli değil” şeklinde bakabilmektedir. Oysa bu kayıplar sistemin pik yükteki (en soğuk dış havadaki) kayıplarıdır.

Konfor tesislerinde ısıtma mevsiminde kullanılan ortalama kapasite, pik yükün yaklaşık olarak % 15’i mertebesindedir. Bu kabulle değerlendirirsek, pik yüke göre % 1 olan her kayıp, ortalamada ~% 15 kullanılan kapasiteye göre 1/15 = % 6,7’dir.

Pik yüke göre %5 olan her kayıp ise 5/15 = % 33 olarak gerçekleşmektedir.

Çok basit bir örnek olarak kazanların durma kayıplarındaki katologlarda görünenden % 1 veya % 2 fazla kayıp (kazan konstrüksiyonundan veya dış yüzeyinin daha büyük olmasından ya da kazan suyu sıcaklığının daha fazla olmasından olabilir) yıllık yakıt maliyetinde % 5 – % 15 gibi bir ilave aşırı bir maliyet oluşturabilir.

- Doğal gaz kullanılan bölge ısıtmalarında ve merkezi sistemlerde kazanlardan en az biri yoğuşmalı tip (mümkünse kondinden yoğuşmalı tip), brülörler mı düşük yüklerde de yüksek performans sağlayacaktır.
- Kombilerde de artık tüm kapasitelerde (11 kW’da bile) yoğuşmalı kombilerin kullanımı yakıt tüketimi yönünden avantajlı görünmektedir. Amortisman süreleri de yakıt fiyatlarındaki artış ile birlikte daha mantıklı görünmektedir.

2. SOĞUTMA SİSTEMLERİ

Isıtma sistemleri için geçerli olan genel bilgiler, soğutma sistemleri için de genellikle geçerlidir. Yani merkezi soğutma sistemlerinin yıllık enerji tüketimleri, genellikle bireysel sistemlere göre çok daha yüksektir. Merkezi sistemlerin:

1- Dağıtım sistemlerindeki ilave pompalama kayıpları (borulardaki basınç kayıpları)
   - Pompaların kullanıldığı elektrik enerjisi (Bu elektrik enerjisinin çok büyük bir kısmı pompada ve borulardaki sürtünmelerle suya geçtiği için su da ısınmaktadır)

2- Hava dağıtım sistemlerindeki kayıplar
   - Fanların çalıştığı elektrik enerjisi
   - Klima santralindeki motorlarından havaya geçerek soğutma havasını ısıtan enerji kaybı
   - Hava kanallarındaki sürtünmeden havaya geçen ısı

3- Balanslama kayıpları

4- Dağıtım boruları ve hava kanallarından olan ısı kazançları

5- Farklı saatlerdeki kullanılan veya kullanılmayan hacimlerin soğutulmasından oluşan kayıplar

merkezi sistemlerin enerji tüketimlerinin fazla olmasının temel nedenleridir. Bireysel sistemlerdeki kişisel dikkat de ayrıca bireysel sistemler için avantaj (hatta kişisel konfor) sağlayabilir. Ancak bireysel sistemlerin çok sayıda cihaz bakımları iç ve dış ünite sayılarının fazlalığı ve mimari koşullarda mutlak dikkate alınarak sistem seçilmelidir. “Mal sahibi ne istiyor? Beklentileri nelerdir?” her zaman en önemli kriterlerden biridir.

(mümkünse kendinden yoğuşmalı tip), brülörler oransal ve dış hava sıcaklığından etkilenmeyen tip olmalıdır. Olabildiğince kaskad sistemlerinin kullanı

2.1 Merkezi Sistemler

Klima sistemlerinde (konfor yapılarında)enerji tüketimini azaltmak ve konforu artırmak için önemli bir kural da ısıtmanın aşağıdan (cam önünden statik ısıtma gibi), soğutmanın ve hava dağıtımının da yukarıdan yapılmasıdır (Konser salonları, tiyatrolar, bilgisayar odalarında hava dağıtımı aşağıdan dağıtım da olabilir). Yani havayı tavandan ve oda sıcaklığının altındaki sıcaklıkta üflemek (dört mevsimde de) enerji tüketimini azaltan önemli bir avantajdır.

Merkezi soğutma sistemlerinde de, bireysel soğutma sistemlerinde de ısıtmanın cam önünden yapılması daha doğrudur.

Eğer özetlersek;

- Eğer ısı kaybı, duvarın her metre genişliği için 1.476 Btu/h değerini geçiyorsa, soğuk havanınvar tipi soğutucularla aşağıdan yapılan soğutma aşağı doğru akışını engellemek için pencere altıişlemleri, yaz klimasında konforsuzluğa neden olna yerleştirilen radyatör ve konvektörle veya döşemaktadır. Bu soğutuculardan çıkan soğuk hava fazme üzerinden üfleyen konvektörle alttan ısıtma yala yükselemeyerek geri düşmekte ve insanlara çarpılmalıdır. parak üşütmekte ve hasta etmektedir. Isıtma ve so
- Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820-1.476ğutmanın birlikte tavandan yapılması halinde ise; Btu/h arasında ise, soğuk havanın aşağı doğrukışın sıcak havayı aşağı indirebilmek için menfez akışını engellemek için yine, pencere altına yerçıkış hızları artırılmak zorundadır. Bu durumda ses leştirilen radyatör veya konvektörle veya döşemeoluşur ve aynı menfezden yazın çıkacak soğutul üzerinden üfleyen konvektörle alttan ısıtma yapılmuş hava daha ağır olduğu için, aşağı hızlı inerekması doğrudur. konforu bozar.

Bu koşullarda hava üst kottan dış duvara bitişik yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verililebilir. Bu çözümde hava direkt olarak aşağıya doğru, soğuğa maruz kalan duvar ve pencereleri bohçalayacak şekilde üflenmelidir.

Yorum 1:

Aynı difüzörlerden yazında da soğuk havanın verileceği unutulmamalıdır. Soğuk hava ağır olduğu için, aşağıya doğru çok hızlı inerek rahatsızlık verebilir.

- Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820 Btu/h'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.

Yorum 2:

Yaşanılan hacimlerde: Isıtmanın 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.

- Buna karşılık soğutma yukarıdan yapılmalıdır. Du

2.1.1 Merkezi Soğutma Sistemlerinde Toplam Sistem Verimi (COP_{sistem})

2.1.1.1 Kompresörler

HVAC sistemlerinde soğuk üretmek üzere kompresörler kullanılır. Soğutma yapan bir klima sisteminde en büyük enerji, bu elemanlarda kullanılır. Kompresöre verilen elektrik enerjisiyle soğutma enerjisi üretilir. Birim soğutma için kullanılan elektrik enerjisi miktarı bir kompresörün ısıl performansını (verimliliğini) ifade eden ana parametredir. "Beslenen elektrik enerjisi/elde edilen soğutma enerjisi" oranı çeşitli biçimlerde (birimlerde) ifade edilir:

- kW/tonsoğutma
- COP (kW/kW)
- EER (Mbtu/kWh veya btu/Wh)

Soğutma kapasitelerine göre tavsiye edilen kompre

sör Tablo 3'te verilmiştir. Burada geçen "tonsoğutma" bir enerji birimi olup, 1 tonsoğutma = 3,56 kW = 3.062 kcal/h değerindedir.

Tablo 4'te çeşitli tip kompresörler için üretici katalog larından alınan tipik kW/ton oranı değerleri ASHRA E/IESNA Standart 90.1-1999 birçok HVAC ekipmanı nın minimum verim değerlerini vermektedir. Cihazlar bu verim değerlerinin altında olamazlar. Tablo 5' te 4 tip ekipman için verilen limit değerler görülmektedir. Bu değerler 29 Ocak 2001 tarihinden itibaren geçerlik kazanmıştır.

Bir su soğutma grubunda, soğutma kompresörü ya nında elektrik enerjisi tüketen fanlar ve pompalar da bulunur. Dolayısıyla çiller grubu soğutma enerjisi üretme performansı değerlendirilirken kompresör dı şında elektrik enerjisi tüketen diğer yardımcı ekip man tüketimleri de dikkate alınmalıdır. Bu durumda birim soğutma için harcanan elektrik enerjisi değerle ri artacaktır. Tablo 6'da çeşitli tip yüksek verimli çiller ler için üretici kataloglarından alınan tipik kW/ton ora nı değerleri karşılaştırmak için standartlarda verilen minimum değerlerle birlikte verilmiştir.

Tablo 3. Kapasiteye göre tavsiye edilen kompre sör tipleri

Soğutma Kapasitesi	Kompresör Tipi
25 tonsoğutma'ya kadar	Pistonlu ve Scroll
25-80 tonsoğutma	Pistonlu veya Vidalı
200-800 tonsoğutma	Vidalı – Satrifüj
800 tonsoğutma'nın üstünde	Santrifüj

2.1.1.2 Sistem Elemanları ve Dağıtım Sistemlerinin Performansı

Yaz mevsiminde soğutma yapan bir klima sistemi ısıl performansı değerlendirilirken; sadece kompresörün veya su soğutma grubunun elektrik enerjisi tüketimi değil, sistemde tüketilen elektrik enerjisinin tamamı ele alınmalıdır . Ayrıca üretilen soğuk enerjinin bir kısmı hacimleri soğutmada kullanılamadan, HVAC sisteminin kendi elemanlarında tüketilmektedir. Eğer soğutma sisteminin kendi elemanları kaynaklı ısı kazançları, üretilen soğuk enerjisinden çıkarılırsa, geriye "net soğuk enerji" kalır. Hacimlerin soğutulmasında yararlanılabilecek net değer budur. Örneğin tam havalı bir VAV sisteminde, elektrik enerjisi beslenen yardımcı ekipman, klima santrali besleme ve dönüş fanları, soğutulmuş su sirkülasyon pompaları, kondenser pompaları, soğutma kulesi (veya kondenser

Tablo 4. Çeşitli tip kompresörler için üretici kataloglarından alınan tipik kW/ton oranı değerleri

Kompresör Tipi	Kondenser Tipi	Kondenser Soğutma Suyu / Havası Sıcaklığı	Soğutulmuş Su Sıcaklığı	Yüksek Verimli	Orta Verimli	Düşük Verimli
Scroll - DX	Sulu	Su Sıcaklığı = 29°C	7°C	0,65	0,75	0,85
Scroll - DX	Havalı	Dış Hava Sıcaklığı = 35°C	7°C	0,78	0,88	0,98
Pistonlu - DX	Sulu	Su Sıcaklığı = 29°C	7°C	0,69	0,78	0,90
Pistonlu - DX	Havalı	Dış hava Sıcaklığ=ı35°C	7°C	0,80	0,90	1,0

Tablo 5. Bazı ekipman için verilen limit değerler

(IPLV (Integrated Partial Load Value) = kısmi yüklerdeki verim değerlerini de göz önüne alan integral verim değeridir.)

Cihaz		Minimum Verim	Test Yöntemi
Rooftop klima cihazı,	15 ton$_{soğutma}$	EER = 9,70	ARI 340/360
Su kaynaklı ısı pompası (soğutma modunda)	4 ton$_{soğutma}$	EER = 12,0 (su giriş sıcaklığı 30°C)	ARI/ISO-13256-1
Su soğutmalı vidalı çiller,	125 ton$_{soğutma}$	COP = 4,45 IPLV = 4,50	ARI 590
Su soğutmalı santrifüj çiller,	300 ton$_{soğutma}$	COP = 6,10 IPLV = 6,10	ARI 550

Tablo 6. Çeşitli tip çillerler için tipik kW/ton oranı değerleri ve standartlarda verilen minimum değerler

(Kapasite büyüdükçe cihaz performansı iyileşmektedir. Aynı soğutma daha küçük elektrik enerjisiyle sağlanmaktadır.)

Çiller Tipi Minimum	Kondenser Tipi	Kondenser Soğutma Suyu / Havası Sıcaklığı	Soğutulmuş Su Sıcaklığı	Yüksek Verimli2001	Standart 90.1 Minimum >300 ton/300-150/<150 ton	Standart 90.1 1999 >300 ton/300-150/<150 ton
Santrifüj	Sulu	Su Sıcaklığı = 29°C	7/13°C	0,48	0,58/0,63/0,70	0,68/0,84/0,93
Vidalı	Sulu	Su Sıcaklığı = 29°C	7/13°C	0,60	0,64/0,72/0,79	0,68/0,84/0,93
Vidalı	Havalı	Hava Sıcaklığı = 35°C	7/13°C	1,10	1,26	1,4/1,3/1,3
Scroll	Sulu	Su Sıcaklığı = 29°C	7/13°C	0,78	0,64/0,72/0,79	0,68/0,84/0,93
Scroll	Havalı	Hava Sıcaklığı = 35°C	7/13°C	1,10	1,26	1,4/1,3/1,3
Pistonlu	Sulu	Su Sıcaklığı = 29°C	7/13°C	0,80	0,84	0,93
Pistonlu	Havalı	Hava Sıcaklığı = 35°C	7/13°C	1,10	1,26	1,4/1,3/1,3

fanı), zon fanları veya fanlı VAV kutularındaki fanlar olarak sayılabilir. Bu elemanlardan soğutma kulesi fanı veya kondenser fanı ve kondenser pompası dışındaki soğutma devresi elemanlarına beslenen elektrik enerjisi, sonuçta ısıl yüke dönüşür. Soğutma devresindeki fanlara ve pompalara beslenen elektrik enerjisinden verimsizlik olarak tanımlanan kısımlar, bu elemanlarda ısıya dönüşür. Akışkana aktarılabilen statik ve dinamik enerji ise, kanal ve borularda sürtünmeyle ısı enerjisine dönüşür. Sonuçta soğutma devresindeki sirkülasyon pompa ve fanlarına beslenen elektrik enerjisinin tamamı ısıya dönüşür ve üretilen soğuk enerjisinden düşülmelidir.

Sistemin ısıl performansını değerlendirirken birim "net soğuk enerji" üretmek için kullanılan toplam elektrik enerjisi oranı esas alınmalıdır. Böylece sistem performansına yardımcı cihazların etkisini görmek ve değerlendirmek mümkün olur. Tablo 8 ve 9'da fanlı VAV kullanan merkezi sulu santrifüj çillerli ve havalı pistonlu çillerli örnek bir HVAC sistemi tipik performans değeri hesap çizelgeleri verilmiştir. Bu çizelgelerde 1 ton soğutma enerjisi üretmek için, sistemde tüketilen elektrik enerjisi ve cihaz kaynaklı ısı yükleri düşüldükten sonra elde kalan net soğuk enerji hesaplanmıştır. Tablo 10'da hava soğutmalı çillerli fan-coil sistemi performans değeri hesap çizelgesi verilmiştir. Burada tesisatta boru ve kanallardan olan ısı kazançları da hesapta göz önüne alınmıştır. Yardımcı cihazların performans değerleri literatürden alınmıştır.

Bu hesap föyüne www.geokiss.com adresinden ulaşılabilir.

Kabul edilen standart koşullar:

Su soğutmalı çiller için soğutulmuş su çıkış sıcaklığı = 45°F (7,2°C ª 7°C)

Su soğutmalı çiller için soğutulmuş su dönüş sıcaklığı = 55°F (12,8 °C ª 13°C)

Su soğutmalı çiller için soğutulmuş su sıcaklık farkı = 10°F (5,6 °C ª 6°C)

Su soğutmalı çiller için kondensere giren soğutma suyu = 85°F (29,4°C ª 29°C)

Su soğutmalı çiller için kondenserden çıkan soğutma suyu = 95°F (35°C)

Hava soğutmalı çiller için dış hava sıcaklığı = 95°F (35°C)

Direkt genleşmeli (DX) soğutma bataryalarında buharlaşma sıcaklığı = 45°F (7,2°C ª 7°C)

Su soğutmalı çillerde birim soğutma için tüketilen elektrik enerjisinin 0,5 olan kW/ton değeri, bütün sistem (fan powered VAV sistemi) ele alındığında 1,314 değerine yükselmektedir.

7 olan COP değeri de 2,18 değerine düşmektedir.

Hava soğutmalı çillerde birim soğutma için tüketilen elektrik enerjisinin 1,6 olan kW/ton değeri, aynı VAV sistemi ele alındığında 2,39 değerine yükselmektedir.

eklenmelidir.

2,22 olan COP değeri de 1,19 değerine düşmektedir.

- Hava kanallarından ve hava kanallarının menfez bağlantılarından hava kaçaklarının olmadığı kabul

Fan-coil sistemi ele alındığında, hava soğutmalı çiledilmiştir.

lerde birim soğutma için tüketilen elektrik enerjisinin Bu hesaplar pik yüklere göre yapılmıştır. Oysa sis

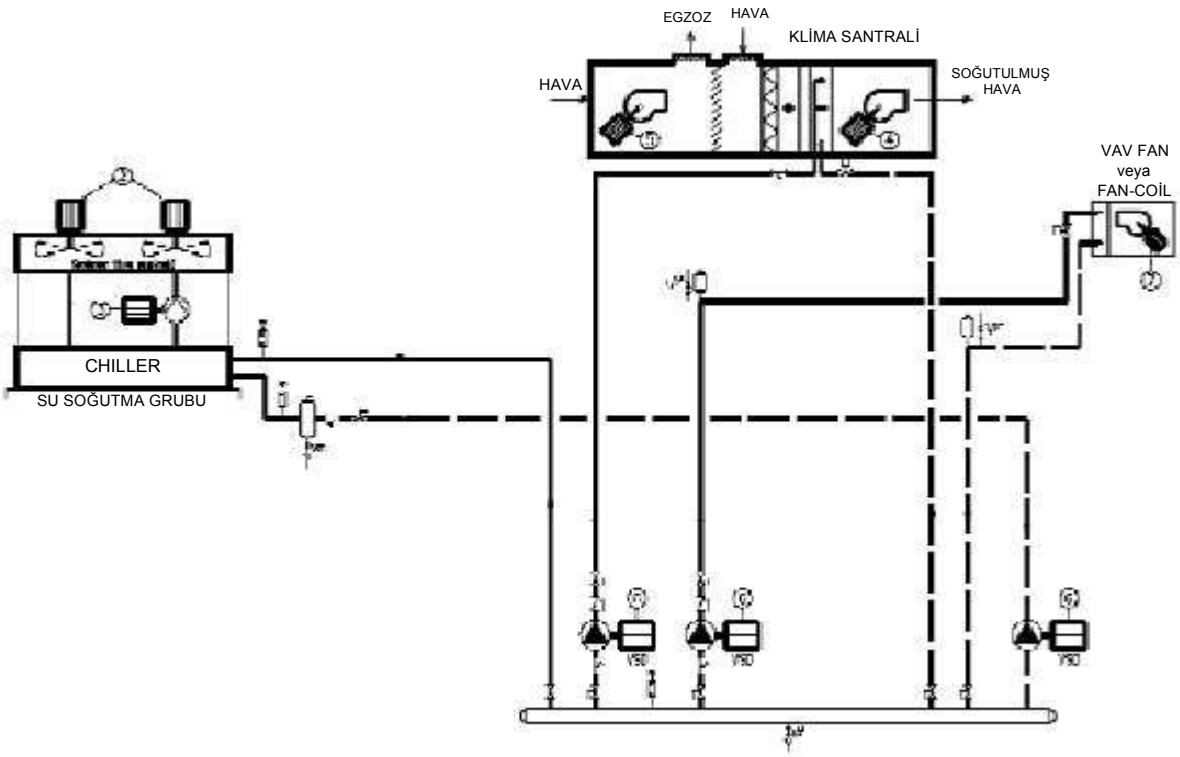
lerde birim soğutma için tüketilen elektrik enerjisinin Bu hesaplar pik yüklere göre yapılmıştır. Oysa sis tem çok daha düşük yüklerde çalışmaktadır. Dü şük yüklerde daha az soğutma kapasitesi (tonso ğutma) üretildiği halde, borular ve hava kanalların daki ısı kazançları değişmez.

1,51 olan kW/ton değeri, sistem ele alındığında 2,27 değerine yükselmektedir.

2,35 olan COP değeri de 1,55 değerine düşmektedir.

Görüldüğü gibi sistemde kullanılan yardımcı eleman ların, sistem performansına ve verimine büyük etkile ri olmaktadır. Ele alınan sistemin optimum bir sistem olmaktan uzak olduğu görülmektedir. Ancak pratikte bu tip sistemlerle sıkça karşılaşılmaktadır. Bu ne denle, sistemleri karşılaştırırken "sistemin EER ve ya COP değerleri"ne bakılmalıdır. Ayrıca elektrik tü ketimini etkileyen diğer faktörler eklenmelidir.

- Borular, vanalar ve pompa yüzeylerinden ısı ka zançları olacaktır. Bunlar hesaba katılmalıdır.
- Hava kanallarından olan ısı kazançları da hesabatemlerde daha da aşağı düşecektir.
- Soğutulmuş su ve kondenser soğutma suyu pom paları çalışma süreleri, kompresörden daha fazla dır. Kompresör duruşa geçtiğinde de özellikle so ğutulmuş su pompası çalışmaya (enerji tüketme ye) devam edecektir.
- Su soğutma kulesinden
  - Su (yumuşatılmış su) kaybının maliyeti (buhar laşma ve sıçrama kayıpları),
  - Kullanılan kimyasalların maliyeti (Lejyoner hastalı ğı riskini azaltmak için) gibi konular burada görül memektedir.
- Bu değerler de sistem verimine veya ekonomisine dahil edildiğinde, sistem COP değerleri merkezi sis



Şekil 7. *Merkezi Soğutma Sistemi Elektik Motorları*

Tablo 8. Su soğutmalı çiller kullanılan örnek bir HVAC sistemi

(Fan-Powered VAV sistemi)
Tipik Performans Değerleriyle 1 Ton Soğutma Enerjisi Üretmek İçin Sistemde Tüketilen Elektrik Enerjisi ve Cihaz Kaynaklı Isı Yükleri Düşüldükten Sonra Elde Kalan Net Soğuk Enerji Hesap Çizelgesi

		Soğutma Enerjisi
Cihaz: Su Soğutmalı Santrifüj Çiller	Elektrik Gücü	

	(kW)	$ton_{soğutma}$	$kW_{soğutma}$
1. Kompresör (0,5 kW/ton)	0,500	1,00	3,56
2. Soğutma Kulesi veya Kondenser Fanı Eksenel fan için 0,065 kW/Ton Radyal fan için 0,135 kW/Ton	0,065	-	-
$COP_{Soğutma\ Grubu}$ = 3,56 / (0,5000 + 0,0065 + 0,0670) = 5,63			
3. Kondenser Pompası Pompa debisi= 0,153 l/s.tonsoğutma Toplam pompa basıncı = 22,5 mSS Motor verimi(2): %90; Pompa verimi(3): %70	0,067	-	-
4. Klima Santrali Besleme Fanı Fan debisi= 192 l/s.$ton_{soğutma}$ (1) Toplam fan basıncı = 100 mmSS Motor verimi(2): %90; Fan verimi(3): %70	0,300	-0,085	-0,300
5. Klima Santrali Dönüş Fanı Fan debisi = 192 l/s.$ton_{soğutma}$ Toplam fan basıncı = 50 mmSS Motor verimi(2): %90; Fan verimi(3): %70	0,150	-0,034	-0,121
6. Soğutulmuş Su Pompası Pompa debisi = 0,153 l/s.$ton_{soğutma}$ Toplam pompa basıncı = 22,5 mSS Motor verimi(2): %90; Pompa verimi(3): %70	0,054	-0,015	-0,054
7. Zon veya VAV Terminal Fanları(4) AC Motorlar için 0.18 kW/ton ECM Motorlar için 0,13 kW/ton	0,180	-0,050	-0,180
TOPLAM	1,31	0,820	2,91
$kW_{sistem}/ton_{soğutma}$	1,61		
EER_{sistem} (Energy Efficency Ratio)	7,44		
COP_{sistem} (Coefficient Of Performance)	2,18 Havalandırma kanalları ve soğutulmuş su borularındaki ısı kazançları hariç		

(1) ANSI/ASHRAE/ESNA Standart 90.1-2001 fanlar için (1,1 ile 1,7) BG/ 1.000 cfm sınırını getirmektedir.
(2) EPACT motor verimliliği= %80 (1 hp), %88 (10 hp), %93 (100 hp)
(3) Ortalama fan verimi= %65 (ASHRAE Handbook- Fundamentals, S.29.19)
(4) Üretici verileri
(5) Tanım, COP (kW/kW) ve EER btu/Wh (=Mbtu/kWh)
Dönüşüm: 1 kW = 3.415 Btu 1 $ton_{soğutma}$ = 3,56 kW
EER_{sistem} (Btu/Wh)= 12.000 Btu/h / (kW/$ton_{soğutma}$ x 1.000 W/kW) = 12 / (kW/ $ton_{soğutma}$)
COP_{sistem} = EER_{sistem}(Btu/Wh)/ 3,412 (Btu/Wh)= EER_{sistem}/ 3,412
(6) COP değeri verim olarak algılanabilir. COP=2,18 olması sistem veriminin % 218 olması anlamına gelir. Harcanan 100 birim enerjiyle 218 bi - rim soğutma elde edilmektedir.

Tablo 9. Hava soğutmalı pistonlu çiller kullanılan örnek bir HVAC sistemi

(Fan-Powered VAV sistemi)
Tipik Performans Değerleriyle 1 Ton Soğutma Enerjisi Üretmek İçin Sistemde Tüketilen Elektrik Enerjisi - ve Ci haz Kaynaklı Isı Yükleri Düşüldükten Sonra Elde Kalan Net Soğuk Enerji Hesap Çizelgesi

Cihaz: Su Soğutmalı Santrifüj Çiller	Elektrik Gücü (kW)	Soğutma Enerjisi	
		$ton_{soğutma}$	$kW_{soğutma}$
1. Kompresör (1,49 kW/ton)	1,490	1,00	3,56
2. Soğutma Kulesi veya Kondenser Fanı Eksenel fan için 0,065 kW/Ton	0,109	-	-

Radyal fan için 0,135 kW/Ton			
$COP_{Soğutma\ Grubu}$ = 3,56 / (1,490 + 0,109) = 2,23			
4. Klima Santrali Besleme Fanı Fan debisi= 192 l/s.$ton_{soğutma}$ (1) Toplam fan basıncı = 100 mmSS Motor verimi(2): %90; Fan verimi(3): %70	0,300	-0,085	-0,300
5. Klima Santrali Dönüş Fanı Fan debisi = 192 l/s.$ton_{soğutma}$ Toplam fan basıncı = 50 mmSS Motor verimi(2): %90; Fan verimi(3): %70	0,054	-0,034	-0,121
6. Soğutulmuş Su Pompası Pompa debisi = 0,153 l/s.$ton_{soğutma}$ Toplam pompa basıncı = 22,5 mSS Motor verimi(2): %90; Pompa verimi(3): %70	0,054	-0,015	-0,054
7. Zon veya VAV Terminal Fanları(4) AC Motorlar için 0.18 kW/ton ECM Motorlar için 0,13 kW/ton	0,180	-0,050	-0,180
TOPLAM	2,28	0,820	2,91
$kW_{sistem}/ton_{soğutma}$	2,81		
EER_{sistem} (Energy Efficency Ratio)	4,26		
COP_{sistem} (Coefficient Of Performance)	1,25 Havalandırma kanalları ve soğutulmuş su borularındaki ısı kazançları hariç		

(1) ANSI/ASHRAE/ESNA Standart 90.1-2001 fanlar için (1,1 ile 1,7) BG/ 1.000 cfm sınırını getirmektedir.
(2) EPACT motor verimliliği= %80 (1 hp), %88 (10 hp), %93 (100 hp)
(3) Ortalama fan verimi= %65 (ASHRAE Handbook- Fundamentals, S.29.19)
(4) Üretici verileri
(5) Tanım, COP (kW/kW) ve EER btu/Wh (=Mbtu/kWh)
Dönüşüm: 1 kW = 3.415 Btu 1 $ton_{soğutma}$ = 3,56 kW
EER_{sistem} (Btu/Wh)= 12.000 Btu/h / (kW/$ton_{soğutma}$ x 1.000 W/kW) = 12 / (kW/ $ton_{soğutma}$)
COP_{sistem} = EER_{sistem}(Btu/Wh)/ 3,412 (Btu/Wh)= EER_{sistem}/ 3,412
(6) COP değeri verim olarak algılanabilir. COP= 1,25 olması sistem veriminin % 125 olması anlamına gelir. Harcanan 100 birim enerjiyle 125 birim soğutma elde edilmektedir.

Tablo 10. Örnek bir fan-coil projeden alınan performans değerleriyle

(Fan-Powered VAV sistemi)
Tipik Performans Değerleriyle 1 Ton Soğutma Enerjisi Üretmek İçin Sistemde Tüketilen Elektrik Enerjisi - ve Cihaz Kaynaklı Isı Yükleri Düşüldükten Sonra Elde Kalan Net Soğuk Enerji Hesap Çizelgesi

Cihaz: Su Soğutmalı Pistonlu Çiller Kullanılan Fan Coil Sistemi	Elektrik Gücü (kW)	Soğutma Enerjisi	
		$ton_{soğutma}$	$kW_{soğutma}$
1. Kompresör (1,51 kW/ton)	1,51	1,00	3,56
2. Kondenser Fanı	0,109	-	-
$COP_{Soğutma\ Grubu}$ = 3,56 / (1,51 + 0,109) = 2,20			
4. Taze Hava Santrali Besleme Fanı Fan debisi= 46 l/s.$ton_{soğutma}$ (1) Toplam fan basıncı = 40 mmSS Motor verimi(1): %90; Fan verimi(1): %70	0,300	-0,085	-0,300

Motor verimi(1): %90; Fan verimi(1): %70			
5. Çiller Pompası Pompa debisi = 172 l/s.ton$_{soğutma}$ Toplam pompa basıncı = 13 mmSS Motor verimi(1): %90; Pompa verimi(1): %55	0,050	-0,015	-0,050
6. Sirkülasyon Pompası Pompa debisi = 0,191 l/s.ton$_{soğutma}$ Toplam pompa basıncı = 14 mSS Motor verimi(1): %90; Pompa verimi(1): %55	0,600	-0,016	-0,060
7. Fan Coil Fanları(4) AC Motorlar için 0.18 kW/ton ECM Motorlar için 0,13 kW/ton	0,054	-0,015	-0,054
8. Borulardaki Isı Kazancı Toplam 0,29 kW/ton$_{soğutma}$	-	-0,080	-0,029
9. Hava Kanallarındaki Isı Kazancı Toplam 0,078 kW/ton$_{soğutma}$	-	-0,022	-0,078
TOPLAM	1,931	0,852	3,028
kW$_{sistem}$/ton$_{soğutma}$	2,266		
EER$_{sistem}$ (Energy Efficency Ratio)	5.290		
COP$_{sistem}$ (Coefficient Of Performance)	1,55		

(1) Üretici verileri

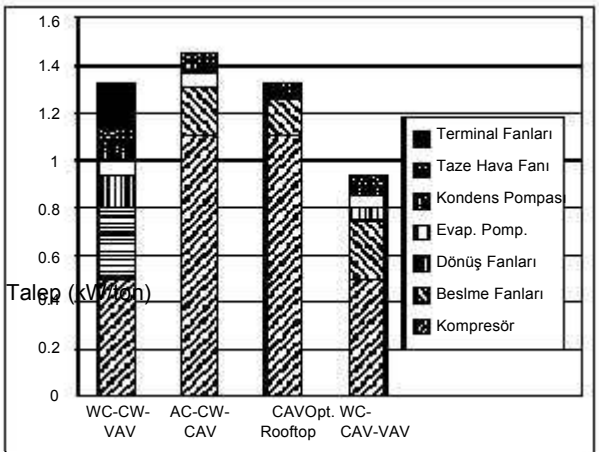
- Cihazlar tam kapasitede sürekli kullanılmazlar. Genelde düşük kapasitelerde çok daha uzun süreler kullanılır. Çünkü dış hava sıcaklığı, her zaman en yüksek değerde değildir. Güneş yükü değişkendir ve iç yüklerde her zaman en yüksek değildir. Bu nedenle iş merkezlerindeki ortalama kapasite kullanımı %40'lar ve otellerde ise %20 - 30'lar mertebesindedir. Bu durumda;

H Cihaz verimleri düşer.

H Boruların ve hava kanallarının ısı kazançları sabit kalır. Binanın kazançlarına olan oranı artar.

Merkezi sistemde işletme verimini düşüren o kadar çok etken vardır ki; (yukarıdaki bölümlerde bunlardan bir kısmı yansıtılmıştır.) sistemin, projenin, uygulamanın ve işletmenin kalitesine bağlı olarak çok ciddi miktarlara ulaşan bu verimsizlikler de sistem performansını etkilemektedir ve bunlar hesaplara dahil edilmemiştir.

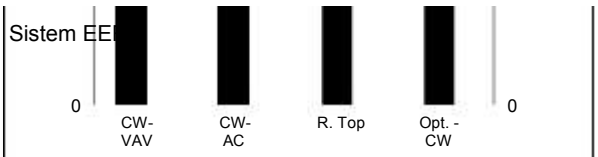
Tablo 11'de farklı sistemler için hesaplanmış sistem verimleri görülmektedir. Bu tabloda aynı zamanda sistemlerin karşılaştırması için gerekli olan yardımcı



Şekil 12. *Farklı sistemler için yardımcı ekipmanlarda tüketilen enerjiler*

ekipman verileri de görülmektedir. Bu tablodaki veriler Şekil 12 ve 13'te grafik olarak gösterilmiştir (Not: CAV = sabit debili tam havalı klima sistemi, GSHP = toprak kaynaklı ısı pompası, Opt. VAV = optimize edilmiş VAV sistemidir). Birinci sistem için kW/ton = 1,61, EER = 7,44 ve COP = 2,18 çıkmıştır. Bu sistem optimum bir sistem olmamakla birlikte pratikte kullanılmaktadır.

İkinci sistemde pistonlu kompresörlü hava soğutmalı çiller kullanılmaktadır. Bu çillerin güç gereksinimi,



Şekil 13. *Farklı sistemler için hesaplanan EER değerleri*

santrifüj kompresörünkinin 2 katından fazla olsa da, çıkan sonuç değerleri ilk sistemden pek farklı değildir: kW/ton =1,56; EER = 7,7; COP = 2,3. Burada klima santrallerinin güç ihtiyacı daha düşük olmaktadır.

Tablo 11. Farklı sistemler için hesaplanmış sistem verimleri

Sistem	Komp.Kond.		Chiller/ Kompr.Fanı Performansı kW/ton	Besleme Basıncı mmSS	Dönüş Fanı Basıncı mmSS	Sirk. Pompası Basıncı mSS	Kond. Pompası Basıncı mSS	Kondenser/ Kule Fanı Performansı kW/ton	Terminal Ünite Fanları kW/ton	Sistem COP Değeri kW/Kw
Fanlı VAV	santrifüjsulu		0,5	100	50	22,5	22,5	0,065	0,18	2,18
CAV	pistonlu	havalı	1,1	50	25	22,5	-	0,065	-	2,3
Rooftop veya Kanallı split	pistonlu	havalı	1,1	50	-	-	-	0,065	-	2,6
Optimize VAV	santrifüjsulu		0,5	75	25	22,5	15	0,065	-	3,4

Üçüncü sistem hava soğutmalı, direk genleşmeli, sabit hava debili çatı tipi paket klima ünitesi veya hava kanallı split tip klimadır. İkinci sistemde olduğu gibi kompresörün kW/ton değeri yüksek olmasına rağmen, yardımcı ekipmanların ihtiyacı daha da düşük tür. Bu sistemde kW/ton = 1,37; EER = 8,8; COP = 2,6 çıkmaktadır.

Dördüncü sistem optimize edilmiş bir VAV sistemidir. Fanlı VAV terminalleri yerine normal VAV terminalleri kullanılmış, fan basınçları ve pompa basınçları düşecek şekilde tasarım yapılmıştır. Bu haliyle sonuçlarda önemli oranda iyileşme olmuştur:

kW/ton = 1,04; EER = 11,4; COP = 3,4 değerlerine yükselmiştir.

Sonuçlar göstermektedir ki; en verimli ve optimize edilmiş çiller kullanılsa bile (ki kullanılması tavsiye edilir), yardımcı ekipmanların yüksek enerji gereksinimlerinin yarattığı negatif etki kaçınılmaz olmakta dır.

Özetle, merkezi sistemlerde cihaz verimleri yüksek olsa bile sistem bir bütün olarak ele alındığında toplam verim çok düşük olmaktadır. Bireysel sistemler de ise, taşıma kayıpları olmadığından sistem verimi, cihaz verimiyle aynı olmaktadır (Şekil 14 ve 15).

sı, işletme ve bakım maliyetleri hesaba katılmasıdır.

2.2. Bireysel Sistemler

ABD'de uzun yıllar pencere tipi klimalar kullanıldı. Daha sonra bu cihazlar, iç ve dış ünite olarak ayrıldı ve Split (ayrık) klima cihazları ortaya çıktı. Ancak çok kısa bir süre sonra hava kanallı split klimalara geçildi. Bugün ABD'de duvar, yer, tavan tipi, salon tipi split klima pazarı yaklaşık 100 bin adet/yıl iken hava kanallı split klima pazarı yaklaşık 8 milyon adet/yıl'dır.

Hava kanallı split klimalarda, iç ünitelere bağlanan kanal sistemi ile şartlandırılan hava, farklı hacimlere taşınabilir ve çok noktadan üfleme yapılarak oda için de homojen dağılım sağlanır. Aynı zamanda dışarıdan alınan taze hava da verilebildiğinden yaşam mahallerinin taze hava ihtiyacı karşılanır.

Yapı elemanlarının kalitelerinin gün geçtikçe daha da artması ve bunun sonucunda pencere ve kapı sistemlerinin neredeyse hiç hava sızdırmaması, infiltrasyon (sızıntı) sayesinde sağlanan doğal havalandırmanın yeni kaliteli binalarda yeterince gerçekleşmemesini beraberinde getirmiştir. ''Nefes alamayan'' bu binalarda havalandırma sistemi yok ise, oksijen yetersizliği oluşmakta; ortamda bakteri ve virüs konsantrasyonu artarak hastalıkların bulaşma riski ve hızı artmak

Burada önemli husus, sistem seçerken "Life Cycle Cost Analysis" (yaşam boyu maliyet analizi) yapılma

ta; insanlardan, eşyalardan ve yapı malzemelerinden yayılan koku ve gazlar, sigara dumanı ve toz oluşu

Soğuk Enerji Taşıma Kayıpları

a. Borulardan ısı kazancı = - (….) kW
b. Hava kanallarından ısı kazancı = - (….) kW
c. Minimum hava kaçakları = - (….) kW
d. Hava ve su dağıtımındaki balans ve performans kayıpları = - (….) kW

Bu değerler de dikkate alındığında

H Merkezi sistemlerde $COP_{sistem} < 1$

H Bireysel sistemlere örnek olarak: $COP_{Otel\ Odası\ Kliması}$ ª 3,2

Sonuç: Merkezi sistemlerin enerji tüketiminin, otel odası kliması gibi bir bireysel sisteminkinden yaklaşık
3 katından daha fazla olduğu (genelde) görülmektedir.

Şekil 14. *Soğuk enerji taşıma kayıplarının sisteme etkisi*

Merkezi Sistemlerde Performansı Etkileyen Ana Faktörler

Proje
Uygulama
İşletme
Bakım

} Merkezi sistemlerde yüksek performansın ekliliğini sağlamak çok zordur. Ancak sürekli erformans mutlaka sağlanmalıdır.

Şekil 15. *Merkezi sistemlerde performansı etkileyen faktörler*

mu gibi olumsuz etkiler sonucunda iç hava kalitesi çok düşerek sağlıksız bir ortam oluşmaktadır.

Binalarda havalandırma, iklim ve mevsim şartların dan bağımsız olarak, yani ısıtma ve soğutma ihtiyaç larından da önce gelen, 12 ay boyunca süren en bi rincil ihtiyaçtır. İşte kanal tipi cihazların en büyük avantajı bu özelliğe sahip olmalarıdır. Çünkü bu ci hazlar dışarıdan aldıkları taze havayı filtre edip (toz dan arındırıp); kışın ısıtarak, yazın ise soğutarak en iyi konfor şartlarında ortama vermekte ve böylece so ğutma için zaten kullanılan klima sistemi ile havalan dırmayı da gerçekleştirmektedirler. En iyi konfor, en ucuz maliyetle bu sayede sağlanabilmektedir.

Öte yandan iç hacimlere beslenen taze hava nedeniy le bina içinde pozitif basınç oluşur. Yani iç basınç, dış basınçtan daha yüksek olur. Bu durumda enfil trasyon önlenir. Yani kontrolsüz olarak binaya hava gi riş olmaz. Bu, binaya toz girişini de önler. Dolayısıy

ma verilen karışım havası (taze hava + iç hava karı şımı) sıcaklığı (en soğuk havada bile) yaklaşık 17°C civarındadır. Ortama verildiğinde aydınlatma dan ve iç ısı kaynaklarından gelen ısı ile ısınır ve üf lenen hava, oda sıcaklığına yakın bir değerde ya şam mahallerine ulaşır. Bu, bina ısıtma ihtiyacından ortalama %30 mertebesinde tasarruf anlamına gele bilir.

2.3 Sonuç

Hem merkezi hem de bireysel sistemlerin kullanımına her zaman ihtiyaç olacaktır. Binanın konumu, ve kul lanım şekli, mimarın ve mal sahibin tercihi, vb bir çok etken bireysel veya merkezi sistem tercihini etkileye cektir. Her iki sistemin de diğerine göre daha avantaj lı veya dezavantajlı olacağı durumlar olabilir.

Tesisat mühendislerinin bu seçimde bütün bu kriterle ri göz önünde tutması gerekecektir. Fakat günümüz de sistemleri toplam işletme maliyeti çok daha önem

rışı olmaz. Bu, binaya toz girişini de önler. Dolayısıy la temizlik gereksinimi azalır, daha hijyenik bir ortam oluşur.

Havalandırma yeteneğinin yanında ortamda havanın homojen dağıtılabilmesi, sessizlik, iç ünitenin komşu hacimlere konularak servis işlemlerinin yaşam ma hali dışında gerçekleştirilmesi, yüksek kapasite, uzun ömür, iç - dış ünite montaj mesafesinin uzunlu ğu ve optimum maliyet, kanal tipi klimaların diğer önemli avantajlarıdır.

Hava kanallı split klima kullanılan ofis binalarında ve evlerde statik ısıtma varsa, İstanbul'da kışın taze ha vayı ısıtmaya ihtiyaç olmaz. Tavan seviyesinden orta de sistemleri toplam işletme maliyeti çok daha önem li bir kriter haline gelmiştir. Artan enerji maliyetleriyle daha da dikkat çekici olan işletme gideri sistem seçi minde oldukça önemli bir kriter olmuştur. Her zaman en düşük işletme maliyetine sahip olacak, en uzun ömürlü ve gerekli konforu sağlayacak sistemler tercih edilmeye çalışılmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] ASHRAE Handbook
[2] ASHRAE Journal
[3] D.R.Wulfinghoff, Energy Efficiency, 1999