

TERMODİNAMİK

Ayda bir yayınlanır • Kasım 2010 • Yıl: 19 • Sayı: 219 • 7,5 TL • ISSN:1302-8065 • www.termodinamik.info

 **dsyg**
www.dogayayin.com

Bayramınız Kutlu Olsun

Söyleşi

Grundfos Grup Başkanı
Carsten Bjerg

**Chillventa
İzlenimleri**

İklimlendirme
Sistemleri için
Serbest Soğutma
Potansiyel Analizi

Değişken Debili
Sistemlerde
İdeal Balanslama

2010 • 11

**Termodinamik
Modelleme ile
Çeliklerde Alaşım ve
Isıl İşlem Dizaynı**

İçindekiler

Kasım 2010

ONURSAL YAYIN KURULU
Bedri KORUN
Dr. Sedat ÖZKOL

YAZI KURULU
Enis BURKUT
İrfan ÇELİMLİ
Tunç KORUN
Dr. Emre OĞUZ
Dr. Hüseyin ONBAŞIOĞLU
Nural TUNCER
Orhan TURAN
Cafer ÜNLÜ
Taner YÖNET

AKADEMİK DANIŞMANLARIMIZ
Doç. Dr. Hüseyin BULGURCU
Prof. Dr. Nilüfer EĞRİCAN
Prof. Dr. Nurdil ESKİN
Prof. Dr. Mehmet Cem ECE
Prof. Dr. Ahmet CİHAN
Prof. Dr. Abdurrahman KILIÇ
Prof. Dr. Olcay KINCAI
Prof. Dr. Seyhan Uygur ONBAŞIOĞLU
Prof. Dr. Sadriye Küçükbayrak OSKAY
Prof. Dr. Rüknetin OSKAY
Prof. Dr. Oktay ÖZCAN
Prof. Dr. Recep ÖZTÜRK
Prof. Dr. Aksel ÖZTÜRK
Prof. Dr. Cem PARMAKSIZOĞLU
Prof. Dr. Macit TOKSOY
Prof. Dr. Murat TUNÇ
Prof. Dr. Semra ÜLKÜ
Prof. Dr. Mustafa Özcan ÜLTANIR
Prof. Dr. Tuncay YILMAZ

YAYIN DANIŞMANLARIMIZ
Güven AKÇİÇEK
Mustafa ARSLANCAN
Tuncay AYHAN
Mustafa BAYGAN
Metin BİLGİÇ
Erdiç BOZ
Hayri ÇALIŞKAN
Dr. Celalettin ÇELİK
Muzaffer DANIŞMAN
Hüseyin DEDEOĞLU
Kazım DEMİR
A. Metin DURUK
Mustafa DURUKAN
Haldun EKAL
Vural EROĞLU
Nuri ERTOKAT
Ersin GÜRDAL
Serdar GÜREL
Ahmet H. GÖKŞİN
Cengiz HEPERGİL
Atif İMARET
Hırant KALATAŞ
Mustafa Cemal KARAKAPICI
Yüksel KÖKSAL
Atilla ODABAŞI
Turgay ÖKSÜZOĞLU
Ender ÖZGÜL
Tekin PARLAK
Dr. Metin SAGULAR
Ziya ŞEFTALİOĞLU
Levent TAŞKIN
Lale ULUTEPE
Mehmet ÜZER
Cengiz YILDIZ

6

Haberler

34

Söyleşi

Grundfos Grup Başkanı – CEO: Carsten Bjerg
Grundfos Türkiye Genel Müdürü: Okay Barutçu
“Sürdürülebilirlik, geleceğin korunabilmesi
için şart, ekonomik gelişimin
“sürdürülebilirliğine” ise engel değil...”



44

İzlenim

Chillventa İkinci Yılında % 10 Büyüdü...



TERMODİNAMİK

AYLIK BİLİMSEL
TEKNİK SEKTÖR DERGİSİ

www.termodinamik.info
www.dsygkitabevi.com

Yayımlayan

dsyg

Doğa Yayıncılık ve İletişim
Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şti.

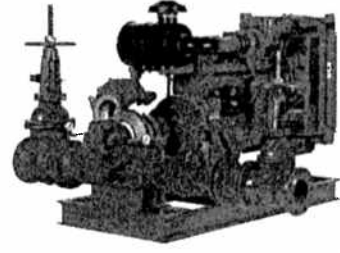
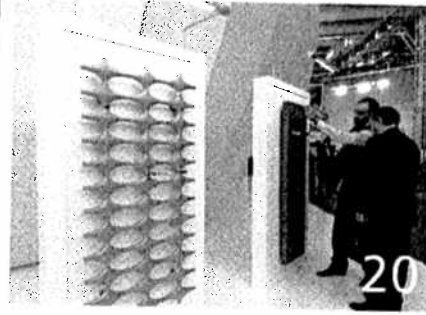
Sektörel Yayıncılar
Derneği üyesidir.
www.seyad.org

Tüm Türkiye'de dağıtılmaktadır.
Basın Kanunu'na göre yerel
sürelî yayındır.

Yönetim Yeri
Ali Nazım Sok. No: 30 Koşuyolu
34718 Kadıköy / İSTANBUL
Tel: (0216) 327 80 10 pbx
Faks: (0216) 327 79 25
www.dogayayin.com

ISSN: 1302-8065
2010 © Doğa Yayıncılık Ltd.
Bedeli: 7.50 TL.
Yıllık Abone Bedeli: 80 TL.

Baskı ve Cilt
Altan Avcı • Altan Basım Ltd.
Yüzyıl Matbaacılar Sitesi
Bağcılar
Tel: (0212) 629 03 74



52

Teknik _____

Değişken Debili Sistemlerde İdeal Balanslama

56

İzlenim _____

"The Pig" den GRUNDFOS'a



60

Teknik _____

Termodinamik Modelleme ile Çeliklerde Alaşım ve Isıl İşlem Dizaynı

66

Bilimsel _____

İklimlendirme Sistemleri için Serbest Soğutma Potansiyel Analizi

REKLAM DİZİNİ

75	4M
23	A BANK
65	AIRFEL
58	AKCOR
13	ALARKO-CARRIER
37	ALDAĞ
12	ALİZE
19	ARÇELİK
10	ATLAS TEKNİK
17	AYVAZ
9	BAYMAK
25	BY ISITMA
AKI	CIAT
8	ÇUKUROVA ISI
47	DANFOSS
27	DRI
AK	EBITT
69	EMAK
49	ESBE
43	FORM
77	GEDİK
1	GES TEKNİK
41	İKLİMSA
63	İMAS
73	KLAS
55	MAS POMPA
15	PAMSAN
59	SHK MOSCOW
50	SPIRAX INTERVALF
11	STANDART POMPA
71	STEP
54	SUKAR
21	TEBAŞ
51	TERMODİNAMİK
39	TROX
ÖK	ULUS
ÖKİ	UPONOR
2	VISSMANN

Sahibi
Asrin Bakır Gerçek
asrinbakir@dogayayin.com

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Dr. Oya Bakır
oyabakir@dogayayin.com

Yayın Danışmanı
Prof. Dr. Doğan Özgür

Teknik Danışman
Mak. Müh. Coşkun Mançuhan

Yazışleri Müdürü
Gökçen Parlar
gokcenparlar@dogayayin.com

Yazışleri Sorumlusu
Gül Serap Doğan
serapdogan@dogayayin.com

Reklam Grup Başkanı
Asrin Bakır Gerçek
asrinbakir@dogayayin.com

Reklam Müdürü
Emin Deniz Demirek
denizdemirek@dogayayin.com

Abone ve Okur Sorumlusu
Diler Sunay
abone@dogayayin.com

Grafik
Altan Üren
Elif Cankan
Hicran Sopaoğlu

DSYG Kitabevi Koordinatörü
Özlem Öztürk
kitabevi@dsygitabevi.com

Ulaştırma ve Dağıtım
Yavuz Erdoğan

İklimlendirme Sistemleri İçin Serbest Soğutma Potansiyel Analizi

Mehmet Azmi AKTACIR, Hüsamettin BULUT
Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Osmanbey kampüsü, ŞANLIURFA
{aktacir, hbulut}@harran.edu.tr

Özet

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin enerji tüketimi, binalarda harcanan enerjinin önemli bir kısmını oluşturur. İklimlendirme sistemlerinde serbest soğutma uygulaması ile önemli oranda enerji tasarrufu edilir. Ekonomizer çevrim olarak da adlandırılan serbest soğutma uygulamasında, en önemli ve belirleyici parametre yerel iklim özellikleridir. Ancak, iklim verilerinin detaylı analizi ile iklimlendirme

sisteminin serbest soğutma potansiyeli belirlenir. Bu çalışmada, havalı iklimlendirme sistemlerinde uygulanan dış hava kuru termometre sıcaklık kontrolü ekonomizer çevrimi anlatılmış ve bu uygulama temel alınarak İstanbul ilinin serbest soğutma potansiyelinin belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, İstanbul'un serbest soğutma potansiyeli aylara ve üfleme sıcaklıklarına göre değişiklik göstermektedir. Geçiş aylarında (Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim) önemli oranda enerji tasarrufu sağlanırken

yüksek üfleme sıcaklıkları hariç Haziran ayından Ağustos ayına kadar önemli bir fayda sağlanmadığı görülmüştür. Ancak serbest soğutmanın enerji verimliliği ve tasarrufu açısından ihmal edilemeyecek bir uygulama olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Serbest soğutma, Tam havalı iklimlendirme, Enerji tasarrufu, Ekonomizer çevrim, İstanbul

1. Giriş

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme

siste
hare
oluş
gide
tem
İklim
gide
lama
Gen
kulla
valı,
kulla
sınıfl
iklim
ğutma
dirme
önemli
Ekono
serbes
uygun
ihtiyaç
akışkan
prensil
de dış
ortam
soğutma
lanılarda
[4, 5].
da doğ
iç hava
litede
bölgeler
tede ha
şı getire
havanın
yillik iş
ye ve bi
daha fa
Serbest
soğutma
foru sağ
larının
bir ölçü
başına
ne alter
destekle
olarak
yüksek
rından
ğutma

sistemlerinin enerji tüketimi, binalarda harcanan enerjinin önemli bir kısmını oluşturur. Yapılarda tüketilen bu enerji giderlerini sınırlamak için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Son yıllarda, İklimlendirme sisteminde kullanımı giderek artan serbest soğutma uygulamaları da bu yöntemlerden biridir. Genel olarak iklimlendirme sistemleri kullanılan akışkan tipine göre, tam havalı, tam sulu ve her iki akışkanın ortak kullanıldığı havalı-sulu sistemler olarak sınıflandırılırlar. Tam havalı ve sulu tip iklimlendirme sistemlerinde serbest soğutma uygulaması ile binanın iklimlendirme sisteminin işletme maliyetlerinde önemli tasarruflar elde edilebilir [1-4]. Ekonomizer çevrim olarak adlandırılan serbest soğutma sisteminde, dış havanın uygun koşullarında mekanik soğutmaya ihtiyaç duymadan sistem içinde soğutucu akışkan olarak dış havanın kullanılması prensibine dayanır. Tam havalı sistemlerde dış hava doğrudan iklimlendirilecek ortama gönderilirken, sulu sistemlerde soğutma suyunun ön soğutmasında kullanılarak sistemin performansı artırılır [4, 5]. Serbest soğutma uygulamalarında doğrudan dış hava kullanıldığından iç hava kalitesi artmaktadır. Yüksek kalitede iç ortam havası, dünyanın birçok bölgesinde bürolarda rastlanan orta kalitede havaya göre, % 5-10 verimlilik artışı getirebilmektedir [6]. Orta kalitedeki havanın neden olduğu bu şiddetteki bir yıllık iş kaybı, çoğu zaman enerji, sermaye ve binanın işletme giderlerinden çok daha fazladır.

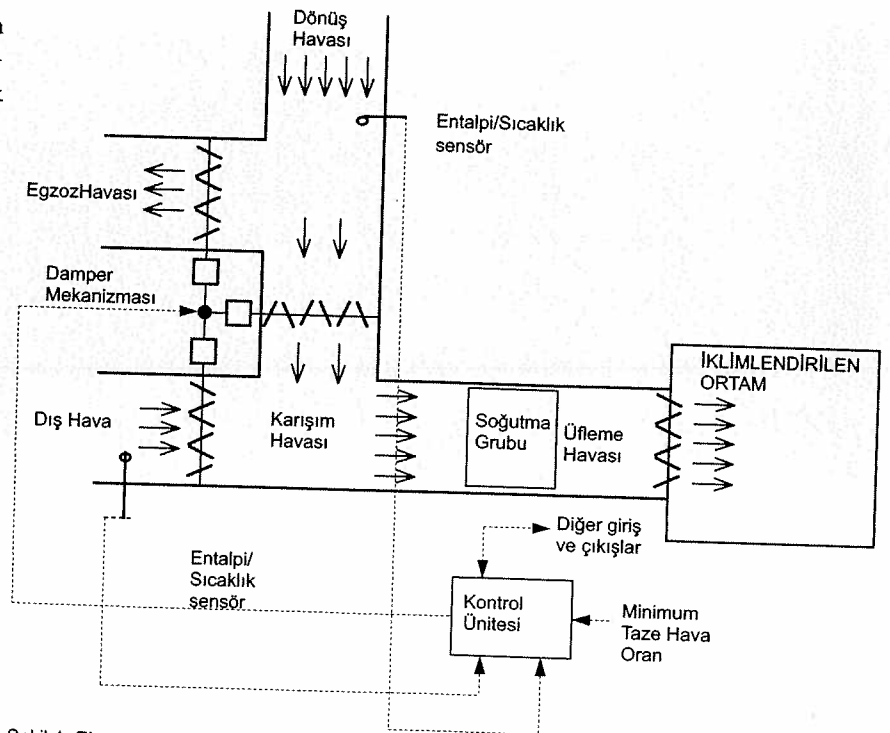
Serbest soğutma potansiyeli, mekanik soğutmaya ihtiyaç duymadan, ısı konforu sağlayacak şekilde dış ortam şartlarının soğutma yükünü karşılama bir ölçüsüdür [7]. Serbest soğutma tek başına mekanik soğutma sistemlerine alternatif olmayıp, mekanik sistemi destekleyici ve tamamlayıcı bir sistem olarak düşünülmelidir [8]. Özellikle yüksek ısı kapasiteli dış yapı elemanlarından oluşturulan yapılarda, serbest soğutma ile mekanik soğutma sisteminin

tasarım kapasitesi düşürülebilir. Bu yapılarda gün boyunca yapı elemanlarında depolanan ısı enerjisi, gece periyodunda serbest soğutma yapılarak uzaklaştırılır [9]. Balaras (1996) bir çalışmada, gece soğutması uygulanan bir binada, yapı elemanlarının ısı kapasitesine bağlı olarak, binanın toplam soğutma yükünün % 27-36 oranında azaltılabileceğini belirlemiştir [10]. Sistem tasarımını doğrudan etkileyen bina soğutma yükünün düşük olması, mekanik soğutma sistem kapasitesini düşürür. Bunun sonucu olarak, mekanik iklimlendirme sisteminin ilk yatırım maliyeti ile birlikte işletme ve bakım giderlerinde önemli avantajlar sağlanır.

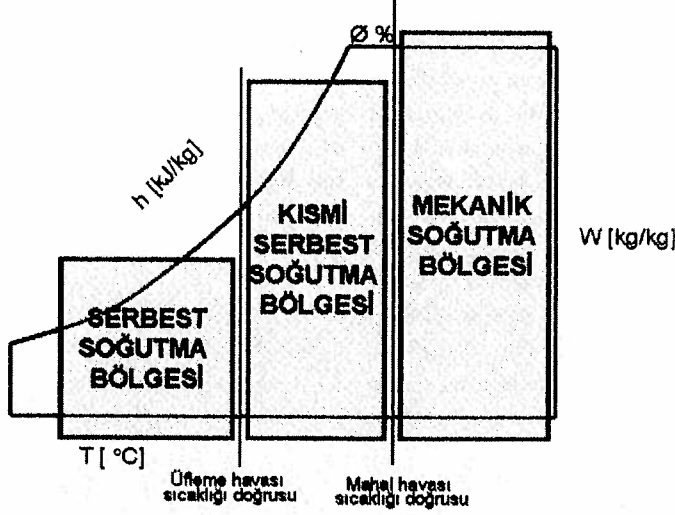
Bir bölgede serbest soğutma uygulamasını etkileyen en önemli ve belirleyici parametre yerel iklim özellikleridir [4, 11]. Ancak, iklim verilerinin detaylı analizi ile iklimlendirme sisteminin serbest soğutma potansiyeli belirlenir. Aktacir ve Bulut (2007a, 2007b, 2007c) Türkiye'nin bazı bölgeleri için serbest soğutma potansiyellerini belirlemiştir [4, 5, 12, 13]. Bu çalışmada, İstanbul

iklim koşullarında tam havalı bir iklimlendirme sistemi için sıcaklık kontrolü serbest soğutma çevriminin analizi yapılmıştır. Bu amaçla 15 yıllık saatlik dış hava sıcaklıklarına göre tespit edilen bin değerleri kullanılarak, çeşitli işletme şartlarına göre İstanbul ilinin serbest soğutma potansiyeli belirlenmiştir.

2. Tam Havalı İklimlendirme Sistemlerinde Serbest Soğutma
Tam havalı bir iklimlendirme sisteminin soğutma uygulaması durumunda çalışma prensibi şematik olarak Şekil 1'de gösterilmektedir. Tam havalı bir iklimlendirme sisteminde serbest soğutma koşulları, dış havanın sıcaklık veya entalpisi kontrolüne göre belirlenir [14, 15]. Bu sistemler, dış hava sıcaklık kontrollü veya entalpi kontrollü serbest soğutma (ekonomizer çevrimi) sistemleri olarak adlandırılır. Bu sistemlerde, dış havanın uygun değerlerinde ortamın konfor şartlarının sağlanması için ortamdaki uzaklaştırılması gereken yükün tamamı veya bir bölümü karşılanabilir. Dış hava ile ortam konfor şartlarının tam olarak



Şekil 1. Ekonomizer çevrimli tam havalı iklimlendirme sisteminin şematik gösterimi.



Şekil 2. Dış hava kuru termometre sıcaklık kontrollü ekonomizer sisteminde çalışma bölgelerinin psikrometrik diyagramda gösterimi.

sağlanması durumuna "Serbest soğutma", kısmen karşılanması durumuna ise "Kısmi serbest soğutma" denilmektedir. Dış hava kontrollü ekonomizer çevriminde, ilk olarak dış hava sıcaklığı belirlenir. Sonra dış hava sıcaklığı, serbest soğutma için belirlenen set değeri ile karşılaştırılarak sistemin mekanik soğutma, serbest soğutma veya kısmi serbest soğutma yapmasına izin verilir. Dış hava kuru termometre sıcaklık kontrollü ekonomizer sisteminde, kontrol ve çalışma bölgeleri psikrometrik diyagramda Şekil

2'de şematik olarak gösterilmiştir.

Serbest soğutma uygulamalarında set değeri sıcaklığı, oda sıcaklığı ile üfleme sıcaklığı arasında seçilmesi uygundur [12, 13].

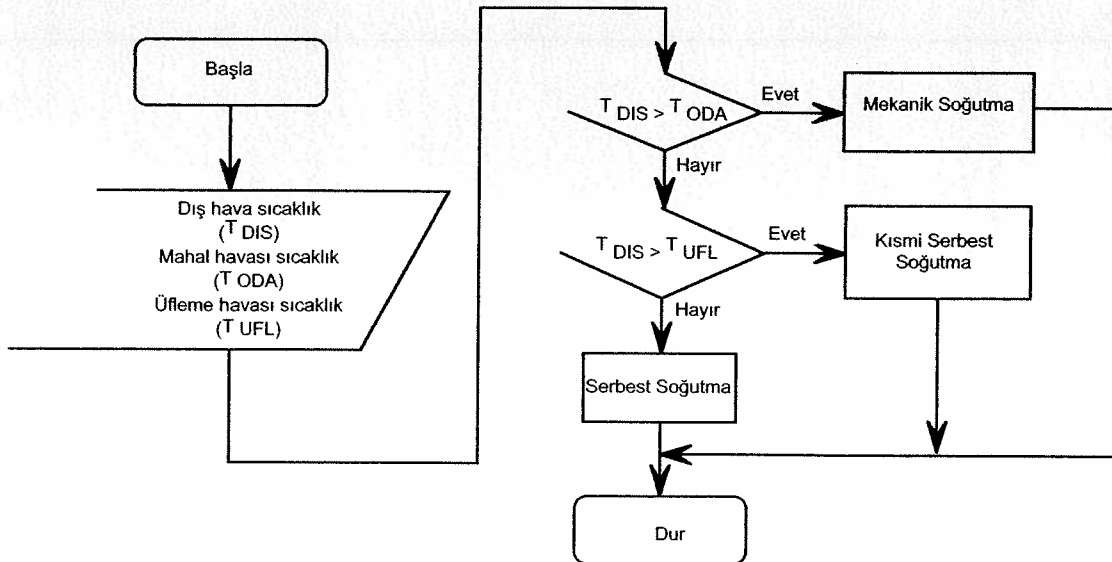
- Eğer set değeri üfleme sıcaklığına eşit olarak seçilirse, iklimlendirme sistemi, dış havanın üfleme sıcaklığına eşit ve küçük değerlerinde serbest soğutma, büyük değerlerde ise mekanik soğutma modunda çalışır.
- Eğer set değeri üfleme sıcaklığından

büyük seçilirse, iklimlendirme sistemi, dış havanın üfleme sıcaklığına eşit ve küçük değerlerinde serbest soğutma, oda sıcaklığı değerinden büyük değerlerde mekanik soğutma, üfleme sıcaklığından büyük ve oda sıcaklığından küçük sıcaklıklarda ise kısmi serbest soğutma modunda çalışır.

İklimlendirme sistemi mekanik soğutma çalışma modunda iken, havalandırma için gerekli taze hava (minimum dış hava) ile dönüş havasından elde edilen karışım havası soğutma serpantininden geçirilerek mahalın ısı konforu sağlanır. İklimlendirme sistemi soğutma grubu ve fanları çalışır durumdadır.

Serbest soğutma modunda iken, klima santraline maksimum miktarda alınan dış hava, doğrudan mahale gönderilerek ısı konfor sağlanır. İklimlendirme sistemi soğutma grubu devre dışıdır ve sadece fanlar çalışır durumdadır.

Kısmi serbest soğutma modunda ise, klima santraline maksimum oranda alınan dış hava, soğutma serpantininde üfleme sıcaklığına düşürülerek mahale gönderilir. Böylece oda soğutma yükü karşılanarak ısı konfor sağlanır. İklimlendirme sisteminin soğutma grubu ve fanları çalışır durumdadır. Ancak bu durumda, serpantin yükü mekanik soğutma çalış-



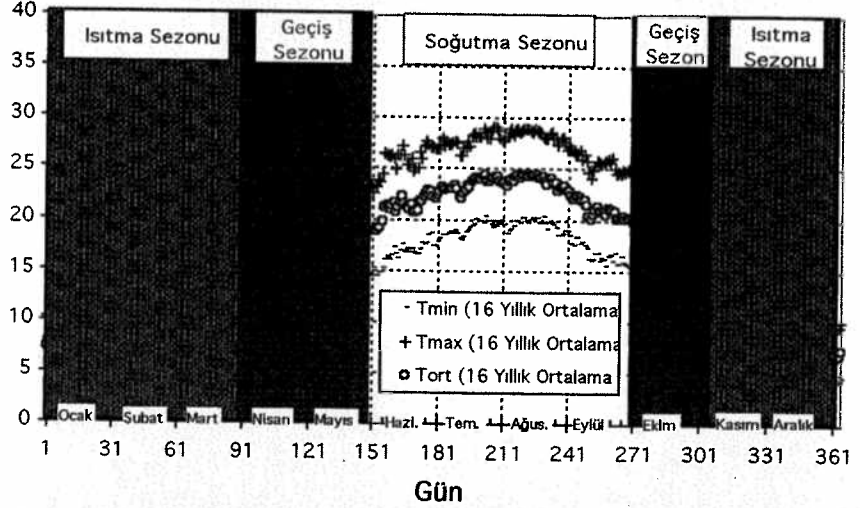
Şekil 3. Dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevrimi akış diyagramı.

Bilimsel

ma durumuna göre daha az olduğundan sistemin enerji tüketimi de azalmaktadır. Entalpi kontrollü sistemde, dış hava ile dönüş havası entalpileri kontrol edilir. Bazı sistemlerde dönüş havası entalpisinden bağımsız olarak, sadece dış havanın entalpisi de kontrol edilebilir. Dış havanın dönüş havası entalpisinden düşük olduğu değerlerde sistem serbest soğutma yapmakta, büyük değerlerinde ise mekanik soğutma yapmaktadır. Burada kullanılan entalpi sensörleri ile sıcaklık ve bağıl nemi ölçülerek entalpi belirlenir. Bağıl nemi ölçmek nispeten daha pahalı ve güvenilirliğinde çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. Ancak son yıllarda piyasada, uygun hassasiyette entalpi sensörleri bulmak kolaylaşmıştır. Bu yöntemde havanın taşıdığı enerji belirlendiğinden iç konfor şartları tam olarak sağlanır. Sıcaklık kontrollü yönteminde havanın enerjisi belirlenmediğinden bazı sıkıntılar yaşanabilir. Örneğin yüksek sıcaklıktaki bir havanın entalpisi taşıdığı nem sebebiyle daha düşük sıcaklıktaki bir havanın entalpisinden düşük olabilir. Bu sistemlerde en doğru çözüm entalpi kontrolüdür. Fakat uygulamalarda sıcaklık kontrolü, entalpi kontrolüne göre daha kolay olduğundan daha çok tercih edilmektedir. Bu çalışmada, ilk olarak İstanbul ilinin uzun dönem günlük ortalama sıcaklıklarının kullanılarak soğutma sezonu tespit edilmiştir. İstanbul için hesaplanan bin değerleri kullanılarak, iklimlendirme sisteminin sıcaklık set değeri üfleme sıcaklığına eşit olduğu (15 °C), ve yüksek olduğu (18 °C, 21 °C ve 24 °C) durumlar için, serbest soğutma potansiyelleri tespit edilmiştir. Şekil 3'te, bu çalışmada dikkate alınan dış hava kuru termometre sıcaklık kontrollü ekonomizer çevriminin akış diyagramı gösterilmiştir.

3. Dış Hava Sıcaklık Analizi

Bu çalışmada İstanbul ilinin uzun dönem günlük ortalama sıcaklıklarının yıllık değişimine göre soğutma sezonu tespit edilmiştir. Şekil 4'te İstanbul ili



Şekil 4. Uzun dönem verilere göre İstanbul için günlük minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıkların yıl boyunca değişimi ve belirlenen ısıtma, soğutma ve geçiş sezonları

için 16 yıllık (1981-1996) verilerin ortalamalarından elde edilmiş günlük minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin yıl boyunca değişimi görülmektedir. 20 °C ortalama dış sıcaklık değerine göre (ortalama maksimum sıcaklık 24 °C civarındadır), soğutma sezonu Haziran ayında (152. gün) başlamakta, Eylül ayında (273. gün) bitmektedir. Ortalama dış sıcaklık değerlerinin 13 °C ile 20 °C arasındaki olduğu dönem, soğutma yükünün bağıl olarak düşük olduğu geçiş dönemi kabul edilirse, Nisan, Mayıs ve Ekim geçiş ayları olarak ele alınabilir.

İstanbul ilinin 1981-1995 yılları arası 15 yıllık uzun dönem saatlik dış hava sıcaklık değerleri kullanılarak, sıcaklık aralığı (bin) değerleri 3 °C artışlarla ve günlük 4 saatlik periyotlar için tespit edilmiştir. Bin değerleri; bir sıcaklık aralığının, belli bir zaman periyodundaki görülme saati gösterir [16]. Tablo 1'de Nisan ayı için bin değerleri verilmiştir. Tablo 1'den görüleceği gibi, Nisan ayında 13:00-16:00 zaman periyodunda 15 °C / 18 °C sıcaklık aralığı 27 saat görülmüştür. Aynı periyotta 30 °C / 33 °C sıcaklığı ise hiç görülmemiştir.

Tablo 1. İstanbul ili için bin değerleri (saat/ay)

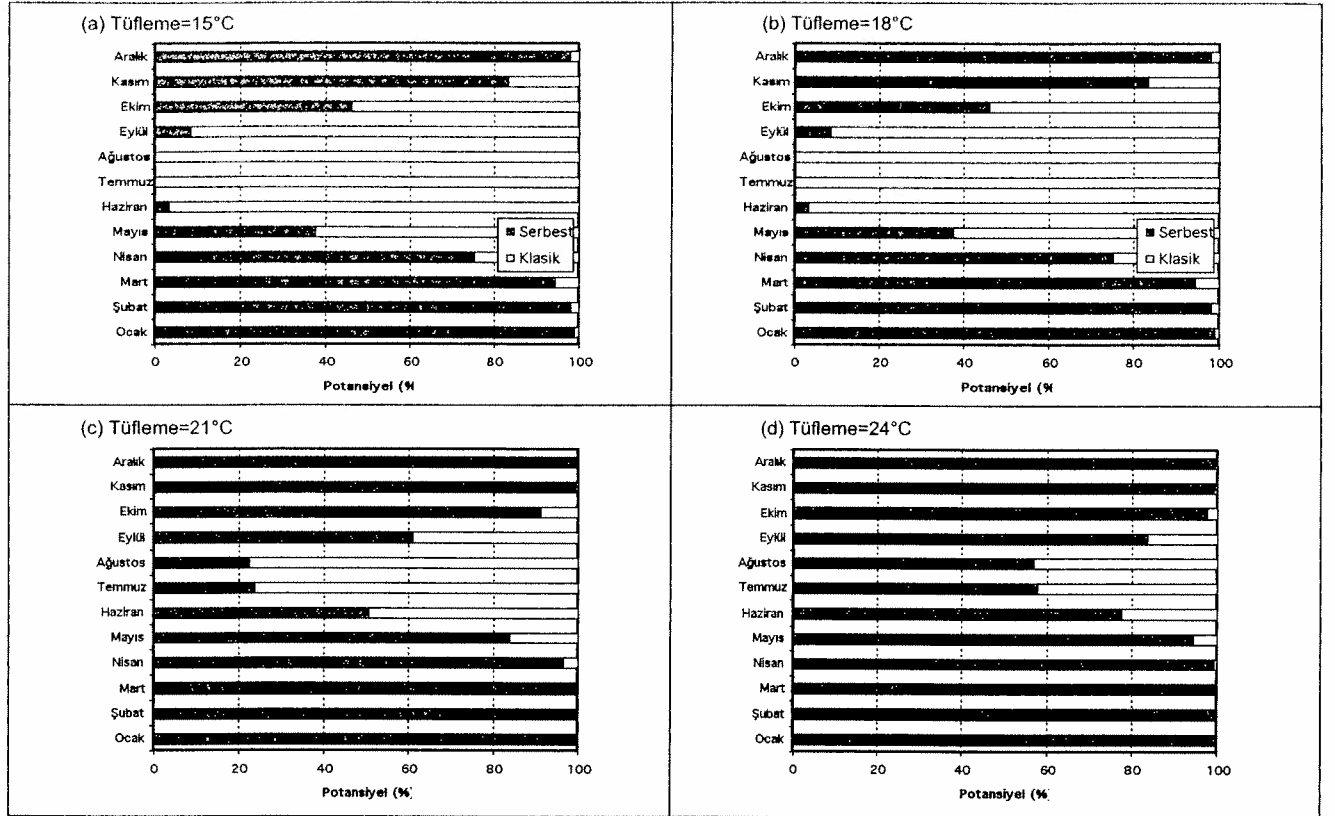
Zaman	Sıcaklık Aralığı [°C]												
	6/3	3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18/21	21/24	24/27	27/30	30/33
1:00-4:00	0	0	1	14	37	39	22	6	1	0	0	0	0
5:00-8:00	0	0	1	11	34	41	22	8	3	0	0	0	0
9:00-12:00	0	0	0	3	16	29	28	25	14	4	1	0	0
13:00-16:00	0	0	0	2	12	22	24	27	20	9	3	1	0
17:00-20:00	0	0	0	4	19	32	26	22	11	5	1	0	0
21:00-24:00	0	0	0	7	31	38	27	11	5	1	0	0	0
Toplam	0	0	2	41	149	201	149	99	54	19	5	1	0

4 Serbest Soğutma Potansiyelinin Analizi

Tam havalı iklimlendirme sistemleri için dış hava sıcaklığının farklı değerlerinde (15 °C, 18 °C, 21 °C ve 24 °C), serbest soğutma potansiyelleri İstanbul ili için tespit edilmiştir. Şekil 5'te İs-

tanbul ilinin tüm yıl boyunca dış hava sıcaklığının (Tüfleme)= 15 °C, 18 °C, 21 °C ve 24 °C şartları için aylık serbest soğutma ve mekanik soğutma potansiyelleri gösterilmiştir. Şekil 5'te Tüfleme= 15 °C için elde edilen sonuçlardan görüldüğü gibi, haziran, temmuz ve ağustos

ayları hariç diğer tüm aylarda yüksek bir serbest soğutma potansiyeli mevcuttur. Tüfleme'nin artmasıyla potansiyel daha da artmaktadır. Özellikle dış hava sıcaklığının (Tüfleme)=24 °C için potansiyeldeki artış dikkate değerdir.

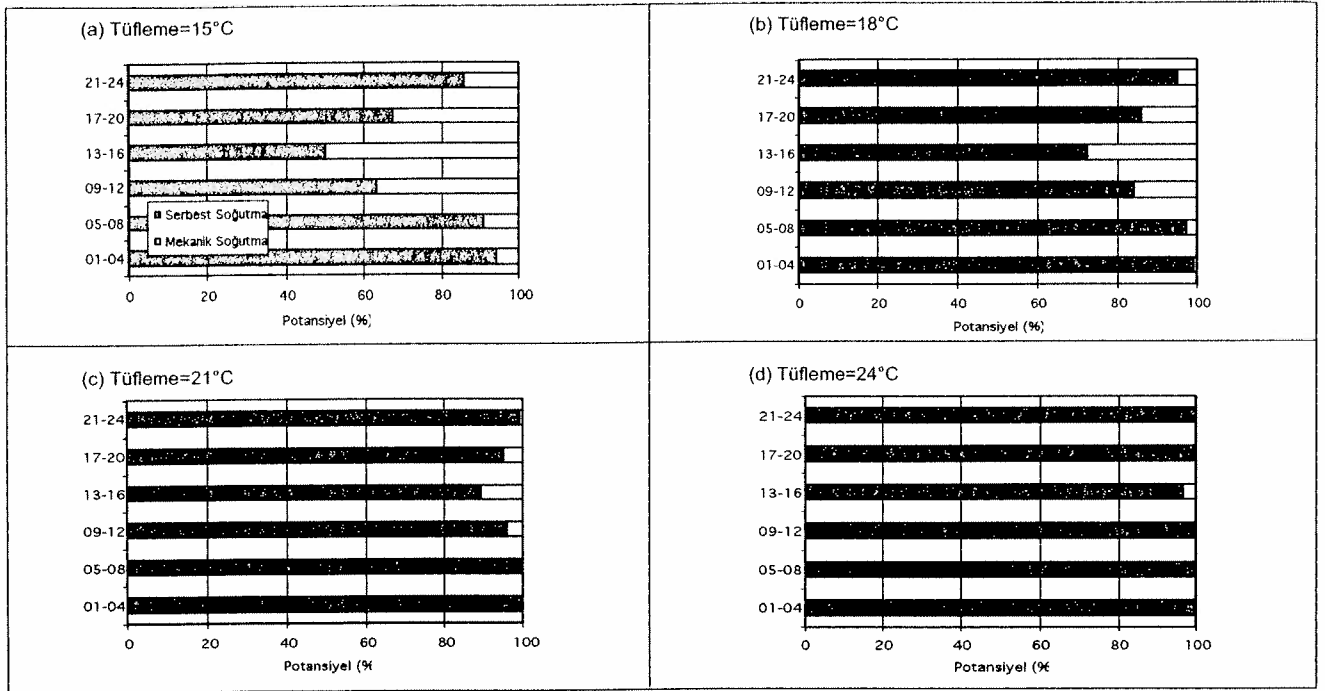


Şekil 5. İstanbul ilinin aylara göre toplam serbest soğutma potansiyelleri

Nisan ayı için, tam havalı iklimlendirme sistemleri için dış hava sıcaklığının farklı değerlerinde (15 °C, 18 °C, 21 °C ve 24 °C), serbest soğutma potansiyellerinin saatlik dağılımı Şekil 6'da verilmiştir. Serbest soğutma potansiyelinin günlük dağılımına bakıldığında göze çarpan en önemli nokta, beklendiği gibi sıcaklığın yüksek olduğu saatlerde (öğle periyodunda) potansiyel düşük, sıcaklığın düşük olduğu saatlerde (gece periyodunda) ise serbest soğutma potansiyeli yüksek olmasıdır. Üfleme sıcaklığı artınca potansiyelde de artış gözlenmektedir. Üfleme sıcaklığı 15 °C ve mahal sıcaklığı 24 °C olan tam havalı bir iklimlendirme

sisteminin günlük periyotta Nisan ayı için klasik (mekanik soğutma) ve ekonomizer çevrimine göre (Tüfleme = 15 °C ve Tüfleme =24 °C) çalışma süreleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablodan görüleceği gibi, Tüfleme 15 °C için Nisan ayı 09:00-12:00 periyodundaki toplam 120 saatlik çalışma süresinin 76 saatinde serbest soğutma kalan sürelerde mekanik soğutma yapılmaktadır. Tüfleme 24 °C için aynı periyotta 76 saat serbest soğutma, 43 saat kısmi serbest soğutma ve 1 saat mekanik soğutma görülmektedir. Üfleme sıcaklığının artmasıyla kısmi serbest soğutma potansiyeli artmaktadır.

Tablo 2'de Nisan ayı için belirlenen klasik (mekanik soğutma) ve dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevrimine göre çalışma sürelerinin tüm aylar için belirlenen değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Buna göre; Tüfleme=15 °C için yıllık olarak toplam 8760 saatin 4671 saatinde (% 53) serbest soğutma yapılmakta geri kalan 4089 saate (% 47) ise mekanik soğutma yapılmaktadır. Üfleme sıcaklığının artması ile mekanik soğutma süreleri oldukça düşmektedir. Bu da sistemin elektrik enerjisi tüketimini azaltmaktadır. Dolayısıyla iklimlendirme sisteminin işletme maliyetlerinde tasarruf sağlanmasına neden olmaktadır.



Şekil 6. İstanbul ilinin Nisan ayı için toplam serbest soğutma potansiyelinin üfleme sıcaklığı ve gün içindeki zamana göre değişimi

Tablo 2. Dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevrimi için serbest soğutma potansiyeli için çalışma süresi (saat)

Günlük periyot (saat)	Klasik Çalışma	Dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevrimi (saat)					
		Tüfleme = 15°C			Tüfleme = 24°C		
		Serbest Soğutma	Kısmi Serbest Soğutma	Mekanik Soğutma	Serbest Soğutma	Kısmi Serbest Soğutma	Mekanik Soğutma
01-04	120	113	0	7	113	7	0
05-08	120	109	0	11	109	11	0
09-12	120	76	0	44	76	43	1
13-16	120	60	0	60	60	56	4
17-20	120	81	0	39	81	38	1
21-24	120	103	0	17	103	17	0
Toplam	720	542	0	178	542	172	6

5. Enerji Analizi

Bu çalışmada, tam havalı iklimlendirme sistemine dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevrimi uygulanması durumunda, aylık ve yıllık olarak sistemin çalışma süreleri tespiti belirlenmiştir (bkz. Tablo 2 ve Tablo 3). Bu aşamada ise, İstanbul ilindeki örnek bir uygulamanın işletme giderlerinden yapılan tasarrufu belirlenmiştir. Hesaplama, soğutma

ünitesinin kompresörün enerji tüketimi nominal koşullarda 100 KW, elektrik fiyatı 0.15 TL/KWh, kısmi serbest soğutma durumunda yük kullanım faktörü % 50 olarak alınmıştır. Elde edilen değerler Tablo 4'te sunulmuştur. Tablodan görüleceği gibi farklı üfleme sıcaklığına göre yapılan değerlendirmelerde işletme giderlerinde yapılan tasarruf % 47'lere kadar ulaşmaktadır. Bu da serbest soğut-

ma uygulamalarının enerji tasarrufu çalışmalarında önemli bir yer tuttuğunun en önemli göstergesidir.

6. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevrimi anlatılmış ve farklı üfleme sıcaklık değerleri için İstanbul ilinin serbest soğutma potansiyeli araştırılmıştır. Tam havalı bir iklimlendirme

Tablo 3. Yıllık olarak işletme giderleri ve tasarruflarının miktarı

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	Yıllık Ortalama Sıcaklık 15 °C			Yıllık Ortalama Sıcaklık 18 °C		
	İşletme Giderleri (TL/yıl)	Kısmi Serbest Soğutma (TL/yıl)	Mekanik Soğutma (TL/yıl)	İşletme Giderleri (TL/yıl)	Kısmi Serbest Soğutma (TL/yıl)	Mekanik Soğutma (TL/yıl)
Ocak	735	0	9	735	9	0
Şubat	659	0	13	659	12	1
Mart	701	0	43	701	32	11
Nisan	542	0	178	542	99	79
Mayıs	280	0	464	280	195	269
Haziran	23	0	697	23	113	584
Temmuz	1	0	743	1	28	715
Ağustos	1	0	743	1	29	714
Eylül	61	0	659	61	152	507
Ekim	342	0	402	342	205	197
Kasım	599	0	121	599	92	29
Aralık	727	0	17	727	17	0
Yıllık	4671	0	4089	4671	983	3106
	%53	%0	%47	%53	%11	%36

Üfleme sıcaklığı (°C)	İşletme 21 °C			İşletme 24 °C		
	İşletme Giderleri (TL/yıl)	Kısmi Serbest Soğutma (TL/yıl)	Mekanik Soğutma (TL/yıl)	İşletme Giderleri (TL/yıl)	Kısmi Serbest Soğutma (TL/yıl)	Mekanik Soğutma (TL/yıl)
Ocak	735	9	0	735	9	0
Şubat	659	13	0	659	13	0
Mart	701	42	1	701	43	0
Nisan	542	153	25	542	172	6
Mayıs	280	343	121	280	422	42
Haziran	23	341	356	23	536	161
Temmuz	1	174	569	1	429	314
Ağustos	1	166	577	1	423	320
Eylül	61	376	283	61	540	119
Ekim	342	336	66	342	383	19
Kasım	599	118	3	599	121	0
Aralık	727	17	0	727	17	0
Yıllık	4671	2088	2001	4671	3108	981
	%53	%24	%23	%53	%36	%11

Tablo 4. Yıllık olarak işletme giderleri ve tasarruflarının miktarı

Üfleme sıcaklığı (°C)	Çalışma süresi [saat]			Toplam İşletme Giderleri (TL/yıl)	Yıllık Tasarruf Miktarı (%)
	Serbest Soğutma	Kısmi Serbest Soğutma	Mekanik Soğutma		
15	8760	0	0	131400	-
15	4671	0	4089	61335	%29
18	4671	983	3106	53962,5	%35
21	4671	2088	2001	45675	%41
24	4671	3108	981	38025	%47

Bilimsel

sistemi ile iklimlendirilen bir binada serbest soğutma yapılması durumunda, sistemin çalışma süresi belirlenmiştir. Marmara iklim özelliklerine sahip İstanbul ilinin aylık serbest soğutma potansiyeli aylara göre önemli oranda değişmektedir. İstanbul ilinde yüksek serbest soğutma potansiyelli kış aylarıyla birlikte, özellikle ekim, eylül, nisan ve mayıs gibi geçiş aylarında gözlenmiştir. Üfleme sıcaklığının artması ile serbest soğutma potansiyeli de dikkate değer bir şekilde artış göstermektedir. Uygun sistemler ile bu potansiyelin kullanılması durumunda iklimlendirme sisteminin işletme giderlerinde % 47 oranında bir tasarruf sağlandığı görülmüştür. Sonuç olarak, yapıların iklimlendirmesinde serbest soğutma uygulamasının ihmal edilmemesi gereken bir konudur. Serbest soğutma uygulamalarının yaygınlaştırılması ve mevcut potansiyelin kullanılmasıyla, önemli oranda enerji tasarrufu sağlanacağı açıktır. İklimlendirme cihazlarının seçiminde serbest soğutma uygulaması olan sistemler tercih edilmelidir. Daha fazla fayda için, ekonomik analiz ile birlikte

iklimsel verilerin analizi yapılarak serbest soğutma potansiyeli uygulama yeri için belirlenmelidir.

7. Kaynaklar

1. A. Güngör, S. Güngör, 2005. Havalı İklimlendirme Sistemlerinde Ekonomizer Çevrimi, İklim 2005-Ulusal İklimlendirme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 55-66.
2. A. Arısoy, G. Çilek 2006. Doğal Havalandırma Yapılabilir Örnek Bir Ofis Binasında Klima Sistem Tasarımı, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 96, 5-10.
3. B. Cansevdi, Ö. Akdemir, A. Güngör 2006. Yıl Boyunca Soğutma Suyu Kullanan Tesisler için Enerji Ekonomisi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 96, 73-80.
4. M.A. Aktacir 2007. Türkiye'nin Farklı İklim Bölgelerinde Tam Havalı İklimlendirme Sistemlerinin Serbest Soğutma Potansiyelleri, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 99, 66-74.
5. M.A. Aktacir, H. Bulut 2007. Kayseri İlinin Serbest Soğutma Potansiyelinin İncelenmesi, ULIBTK'07-16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Kayseri.
6. O. Fanger, "How to Make Indoor Air Quality One Hundred Times Better While Saving Energy" VI. International HVAC+R Technology Symposium, İstanbul, 3-5 May, 2004
7. C. Ghiaus, F. Allard, 2006. Potential For Free-Cooling By Ventilation, Solar Energy, 80(4), 402-413.

8. L.O. Erik, C. Qinyan 2003. "Energy Consumption and Comfort Analysis for Different Low-Energy Cooling Systems in a Mild Climate" Energy and Buildings 35, 561-571
9. M. KOLOKOTRONI, A. ARONIS 1999. "Cooling-Energy Reduction in Air-conditioned Offices by Using Night Ventilation", Applied Energy 63, 241-253.
10. C.A. Balaras 1996. The Role of Thermal Mass on the Cooling Load of Buildings: An Overview of Computational Methods, Energy and Buildings, 24, 1-10.
11. I.M. Budaiwi 2001. Energy Performance of The Economizer Cycle Under Three Climatic Conditions in Saudi Arabia, International Journal of Ambient Energy, 22(2), 83-94.
12. M.A. Aktacir, H. Bulut, "Tam Havalı İklimlendirme Sistemlerinde Dış Hava Sıcaklık Kontrollü Serbest Soğutma ve Enerji Analizi", İklim 2007- I. Ulusal İklimlendirme Kongresi Bildiriler Kitabı, 151-161, Antalya, 2007.
13. M.A. Aktacir, H. Bulut, "İzmir İli İçin Serbest Soğutma Potansiyelinin Araştırılması", Teskon 2007 VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, 685-697, İzmir, 2007.
14. J.F. Kreider, A. Rabl 1994. "Heating And Cooling Of Buildings", McGraw-Hill Inc., New York.
15. Isısan, 2005. "Enerji Ekonomisi", Isısan Çalışmaları No:351, İstanbul.
16. H. Bulut, O. Büyükalaca, T. Yılmaz 2001. Bin Weather Data For Turkey, Applied Energy, 70, 135

www.iskteknik.com.tr



ISK teknik servisleri
bu dergiyi okuyor

dsyg

DOGAYAYIN YAYIN GRUBU

T: (0216) 327 80 10 F: (0216) 327 79 25
reklam@dogayayin.com • www.dogayayin.com
www.dsygkitabevi.com