

SICAK İKLİM KOŞULLARI İÇİN TASARIMLANAN BİLGİSAYAR MERKEZLERİ

Yrd. Doç. Dr. Bahri Ercan
Hacettepe Üniversitesi
Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümü

Çok sıcak iklim koşullarında, güvenilir bir bilgisayar merkezinin kurulması için yapılan tasarımlarda elektrik mühendislerine önemli görevler düşmektedir. Özellikle, yılın büyük bir kısmında veya bütün yıl boyunca sıcak ve nemli olan iklim koşullarında kurulacak merkezlere verilen elektrik enerjisi, sık kesilmelere ve/veya gerilim ve frekans değişmelerine de maruz kalıyorsa problemin önemi kendiliğinden ortaya çıkar. Ayrıca, değişik bilgisayar üretici firmalarının ürünleri için belirttikleri çevre koşulu toleransları birinden diğerine değişmektedir. Örneğin, bazı merkezi işlem üniteleri 16-32 C sıcaklık ve % 20-80 görelî nem durumunda rahatça çalıştıkları halde, bazıları kesin bir değere (ör. 21±1 C sıcaklık ve %50±5 görelî nem kontrolü) bağlı kalmaktadırlar. Çok kesin değerde çevre koşulları, işlemcilerle ilgili güvenilirlik problemini çözecek tasarımın henüz tam olarak gerçekleşmemiş olduğunun bir göstergesidir (1). Geçici durumlar (transient) gözönüne alındığında, elektriksel kaynak toleranslarını saptama şekilleri bazen aynı üreticinin bir modelinden diğerine bile değişmektedir. Tipik tolerans değerleri Tablo 1' de verilmiştir. Ancak, bir bilgisayar sisteminin seçimi, çevre toleranslarına bağlı olmayan faktörler tarafından koşullandırılabilir: Örneğin, bilgisayar sistemi bir bağış olabilir, servisi o ülkede mevcut olan bir sistem alınması zorunlu olabilir, veya tamamen mali koşullar sınırlayıcı faktör olabilir. Son olarak da, donanım

olanakları ve derleyici farklılıkları, orijinal yazılım paketleri dışındaki büyük yazılım paketlerinin bilgisayar sistemlerine yüklenmesine engel teşkil edebilir (2).

ISIL ANALİZ

Çok sıcak iklim koşullarında çalışacak bir bilgisayar merkezinin tasarımında ilk yapılması gereken, merkezin yerleşeceği binaya ait ilerisi için düşünülen değişiklikleri de içeren bir ısı analizidir (3). Aygıtların kablo bağlantısı ve koşullandırılmış havanın dolaşımı için ikinci bir taban döşemesi yapılmalıdır. Toz yayıcı duvarlar, böcek ve zararlı hayvanların girebileceği açıklıklar ve pahalı şekilde soğutulan havanın kaçabileceği açıklıklar bulunmamalıdır. Duvarlar ve tavanda yapılabilecek izolasyonlar ile pencere boyutlarının küçültülmesi, genellikle hava koşullandırma ünitesinin gücünün azaltılabilmesine ve çalışma maliyetinin düşürülmesine yardımcı olacaktır.

İlk adım olarak, aşağıdaki bileşenlerin toplamı olan iç kaynaklardan gelen ısı yük hesaplanabilir:

- Bilgisayar sistemi, terminalleri, onarım aygıtları, masa üstü aygıtlar ve diğer aygıtlar tarafından kullanılan güç nedeniyle yayılan enerji.

- Koşullandırılmış hava ortamına aydınlatma sisteminden gelen enerji: Bu, dekore edilmiş izolasyonlu tavana asıl-

Tablo 1: Bilgisayar elektriksel kaynağı tipik tolerans değerleri

Gerilim	:	Kalıcı durum (steady-state) gerilim toleransı nominal değer : + (6-8)'i. Geçici durum (transient) gerilimleri nominal değer % + (15-18)'ini aşmamalı ve 0.5 sn. içinde kalıcı durum toleransı içine dönmelidir.
Dengesizlik	:	Aygıtın faz-faz arası gerilimlerinden herhangi biri üç faz gerilimi ortalama değerinden % 2.5'dan fazla sapmamalıdır.
Frekans	:	Nominal değerden maksimum sapma ± 0.5 Hz.
Harmonikler	:	Bilgisayarın bağlı olduğu fiberdeki maksimum toplam harmonik varlığı % 5.

mış florasan ampullerinden gelen enerji olup, toplam aydınlatma enerjisinin sadece % 25'ini oluşturur.

- Çalışanların oluşturduğu ısı yük: İnsanlar hareket oranlarına ve çevre koşullarına bağlı olarak ihmal edilemeyecek miktarda ısı yayarlar. Havası koşullandırılmış bir merkezde hafif büro işleriyle uğraşan insanlarda kişi başına toplam yük 140W olarak alınabilir.

- Bilgisayar merkezinin altındaki odalardan tavan-döşeme kısmındaki hava aracılığıyla iletilen ısı: Tipik beton döşemeler için iletim katsayısı 1.5-2.5 W/m² alınabilir.

- Bilgisayar merkezinin bitişiğinde veya üzerinde bulunan koşullandırılmamış havalı odaların tavanı ve ara bölme duvarlarından giren ısı.

Bunlara ek olarak harici kaynaklardan dolayı olan ısı yükde hesaplanabilir:

- Bilgisayar merkezinin pencereleri varsa, bunlar iki şekilde ısının girmesine neden olurlar: Sıcak dış havadan serin iç havaya iletim yoluyla ve doğrudan güneş ışığı şeklinde giren ısı yayılması yoluyla. Tık mekanizma çift-cam uygulaması (3.7 W/ m²°C iletim katsayısı) ile önemli ölçüde azaltılabilir. İkinci mekanizma ise özel olarak kaplanmış veya yansıtıcı camlar kullanarak veya h-vcı pancur kullanarak önemli ölçüde azaltılabilir. Perde şeklinde iç pancur bu etkiyi azaltmaz ve biraz da artmasına neden olur. Güneş ısısı kazanç faktörü, güneş ışığının geldiği yöne ve günün saatlerine göre değişir ve çok sıcak iklimlerde 500-700 W/ m² düzeyine ulaşabilir. Ancak, normal bir çift camlı pencere için gölgeleme faktörü % 65 civarındadır.

- Camlardan giren güneş ışığı ve güneşe açık çatı ve duvarlardan giren güneş ısısının hesaplanmasında, güneşin mevsimlere göre konumu ve gelen ışığın eğimi gözönünde bulundurulmalıdır.

- Bilgisayar merkezinin bulunduğu yerin üzerinde başka kat yoksa, dış etkilerin en önemlisi öğleden sonraları çatıdan alınacak güneş ısıdır.

- Güneş ısısının etkisi açısından en kötü durum, günün saatleri ve mevsim olarak saptandıktan sonra bu süreçte doğrudan güneş görmeyen duvarlardan giren ısı yükü de buna eklenmelidir. Son olarak, kullanılacak harici havanın soğutulması ve neminin kontrol edilmesi sırasında ortaya çıkacak ısı yük hesaplanabilir:

- Çok sıcak iklimlerde bu konu hava koşullandırma sistemi üzerindeki en önemli yükü oluşturur. Bu sistemin kapasitesinin büyük tutulması maliyeti olumsuz etkileyeceğinden optimum bir çalışma durumu seçilebilir. Merkez, ortalama kötü koşullarda tam kapasite ile çalışırsa da, en kötü koşullarda çalışması sınırlandırılabilir veya tamamen durdurulabilir.

İş sağlığı ve güvenliği açısından kişi başına minimum 0.45 m³/dak.'lık bir havalandırma önerilmektedir (4). Bu

da; uzmanlar, programcılar, bilgi giriş elemanları, operatörler ve diğer sorumlulardan oluşan çalışanlarıyla ortalama büyüklükteki bir bilgisayar merkezinin havasının saatte bir veya iki kez tamamen değiştirilmesi gerektiğini gösterir. Bunun bir kısmı kapıların açılıp kapanması veya kaçaklar nedeniyle karşılanırsa da, kullanılmış hava ile harici havanın uygun şekilde karışması için hava koşullandırıcının giriş filtresine de bağlı uygun bir hava girişi yeri gereklidir.

- Havası koşullandırılmış ortamdan geçen harici hava borusu çok iyi izole edilmelidir, aksi halde önemli miktarda su buharı yoğunlaşması ve su birikmesine neden olacaktır. Boru paslanmaz maddeden yapılmış olmalı ve suyunu binanın dışına verebilecek şekilde eğilimlendirilmelidir. Eğer iyi bir yerleşim planı gerçekleştirilirse, bu su, bilgisayar merkezinin elektriksel topraklama levhasının bulunduğu yere yönlendirilebilir ve kumlu toprakla da buranın ayrıca sulanması işleminden kurtulmuş olur.

İç ve dış hava nem oranları elde edildikten sonra, havalandırma nedeniyle olan ısı yük hesaplanabilir.

Böylece, bilgisayar merkezi hava koşullandırma sisteminin üzerindeki toplam ısı yük, tüm iç ve dış kaynakların katkılarının toplamı olarak bulunabilir. Bu değer, bilgisayarın kullandığı gücün beş katına kadar çıkabilir.

HAVA KOŞULLANDIRMA

Çok sıcak iklim koşullarında çalıştırılan hassas aygıtlarda korozyon olayının, % 100 atmosferik göreceli nemliliği (RH)'nin çok altında bile aktif olduğunun unutulmaması gerekir (5). Korozyonsuz metal yüzeyleri için ilk kritik RH değeri, bütün metallerde % 60 civarındadır. % 75-80 RH'nin üzerinde korozyonda hızlı bir artış vardır ve özellikle toz parçacıkları veya mikroskobik çatlakların olması durumunda, o bölgelerde doymuş su buhar basıncının azalmasına neden olurlar. Metalin demir veya çelik olması durumunda, % 90 RH değerinde ek bir kritik nemlilik mevcuttur. Bütün bunlara bir de rüzgarla gelen deniz tuzu eklenince, birkaç sıcak ve yağışlı mevsim sonunda bilgi işlem aleti üzerinde önemli arıza, hatta tümünden çıkma etkileri olabilir.

Günümüzde bilgisayar odaları için kullanılan ve ayrı birimler halinde büyük kapasiteli hava koşullandırıcıların çok çeşitleri mevcuttur. Bazı modern aygıt karakteristikleri Tablo 2'de verilmiştir. Hava koşullandırma kabinleri, bilgisayar merkezi odasının altında, üstünde veya bitişiğindeki bir odaya monte edilebilir ve ince borularla çatı arasındaki ısı dönüştürücü ve nem yoğunlaştırıcılarına bağlanır.

Koşullandırılmış hava suni döşeme içinden geçerek döşemeye yerleştirilmiş ızgaralar aracılığı ile bilgisayar

Tablo 2: Bilgisayar merkezi hava koşullandırma aygıtları için karakteristik değerler.

Soğurma Kapasitesi kcal / saat	Kompresör Gücü kW	Hava Dolaşımı m ³ / saat	Ağırlık kg	Maksimum Elektriksel Yük kVA
9800	2.4	5500	340	19
27300	7.5	11000	660	28
68300	16.5	30000	1410	66

kabinlerinin tam altına verilebilir ve tavana asılmış hava yayıcılar yardımıyla karmaşık borulandırma işlemine gerek kalmadan dışarı atılabilir. Daha büyük sistemler modüller halinde imal edilir ve bağımsız soğutma devrelerinde iki veya üç ayrı kompresör bulunur. Böylece, monte edilen sistem kapasitesinin termik analiz sonucu çıkan minimum değerden fazla çıkması durumunda gereksiz kapasite kullanımı önlenmiş olur.

ELEKTRİKSEL YÜKLER VE ÖNCELİKLERİ

Hava koşullandırma sistemi seçilip elektriksel gücü saptandıktan sonra, sıra bilgisayar merkezi elektrik donanımının düzenlenmesine gelmiştir.

Birkaç hava koşullandırma sisteminin kurulması ile ortaya çıkan ortalama elektriksel yük maksimum yükün çok altındadır. Bunun nedeni, taban yükü oluşturan hava dolaşımı vantilatörleri ve kontrol devreleri gücünün, değişken yükü oluşturan ve termostat veya hümostat kontroluyla devreye düzensiz olarak girip çıkan kompresörler, ısıtıcılar, ısı dönüştürücüler veya kondansatör vantilatörleri gücünden çok küçük olmasıdır. Ancak kaynak ve koruma aygıtlarının gücü hesaplanırken, sistem güvenliğini yitirmemek ve düzensiz olarak değişken zamanlarda sistemin devre dışı kalmasını önlemek için mümkün olan maksimum yükün gözönüne alınması gerekmektedir.

Ancak, yedek aygıtların gücünü dolayısıyla maliyeti düşük tutmak için, yükler kaynağın sürekliliği ve kalitesinin önemine göre üç sınıfa ayrılabilir:

a) Kesintisiz yüksek kaliteli kaynak (UPS):

- Bilgisayar sistemi, bağlı aygıtları, iletişim gereçleri ve operatör terminaleri.
- özellikle yedek jeneratör arızası sırasında kullanılma amacına yönelik, gerekli aydınlatma.
- Yangın alarmları, güvenlik devreleri

b) Düzenlenmiş ana kaynak ve destek jeneratör:

- UPS hava koşullandırması da dahil tüm hava koşullandırma sistemi
- Yardımcı aydınlatma
- Bilgisayara doğrudan bağlı olmayan aygıtları.

c) Doğrudan ana kaynak:

- Bilgisayar merkezinin çalışması ve güvenliği için çok önem taşımayan ve kritik olmayan yüklerin tamamı.

Bileşik statik UPS'larm geliştirilmesi, bilgisayar merkezlerinin elektrik enerjisi ile ilgili sorunlarına yepyeni yaklaşımlar getirmiştir (6). "On-line" şeklinde çalışmada UPS'lar, genel elektrik dağıtım sisteminden gelecek herhangi bir durum ile bilgisayarın en hassas talepleri arasında kesin bir izolasyon oluştururlar. Hızlı bir statik ters transfer geçiş anahtarı, arıza giderilmesi için düşük empedanslı bir kaynak sağlar. Manuel bir geçiş anahtarı ise, UPS onarımında iken doğrudan kaynağa bağlantıyı sağlar.

Ana elektrik kaynağının kesilmesi ile UPS aküleri tam yükte kendi evirgeçlerini birkaç dakika besleyebilirler ve bu süre de en yavaş destek jeneratörünün devreye girmesi için yeterlidir. Üç-fazlı UPS sistemleri 10 kVA ile 3500 kVA arasındaki değerlerde mevcuttur. Eğer UPS'larda kapalı aküler kullanılmış ve kendileri de koşullan-

dırılmış hava ortamına iyi yerleştirilmişlerse çok güvenilir olarak çalışırlar.

Tipik bir bilgisayar merkezi elektrik besleme şeması Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada UPS, gerilim regülatörü, destek jeneratörü ve ilgili devre kesiciler, kullanılan kısımlardan 50-100 m uzaklıkta yardımcı bir binaya yerleştirilmişlerdir. Dizel jeneratörün uzağa yerleştirilmesi mümkün olamıyorsa, 7 m'de 67 dBA'lık azalmaya sahip bir ses yalıtımı yapılmalıdır. Ana hava koşullandırıcılarının UPS'dan beslenmesi biraz lüks olabilir. Bunlar, $\% \pm 20$ 'lik kaynak gerilimi değişmesini çıkışta 20 ms/V'luk hızda ve $\% \pm 1$ 'lik hassasiyette dengeleyebilen servokontrollü elektromekanik gerilim regülatörü aracılığı ile ana veya destek kaynaktan beslenirler.

Ana kaynağın, destek jeneratörün ve otomatik anahtarın gücü bulunurken, UPS'daki yaklaşık $\% 17$ ve regülatördeki yaklaşık $\% 3$ 'lük kayıplar gözönüne alınmalıdır. Çok sıcak iklim koşullarında tipik bir sistemde 15 kVA'lık bir bilgisayar ünitesi yükü 100 kVA'lık bir kaynak gücü gereksinmesini ortaya çıkaracaktır.

Yardımcı binada da bir iç yerleşim tasarımı yapmak gerekir. En azından iki veya üç ayrı oda veya bölme ihtiyacı vardır ve bunlardan birisi iyice havalandırılabilen, diğeri kapalı ve havası iyice koşullandırılabilen bir yer olmalıdır. Havalandırılabilen odaya destek jeneratörü ve UPS aküleri, havası koşullandırılan odaya da gerilim regülatörü ve UPS kabinleri konulmalıdır. Bu gibi sistemler prefabrik ünitelere yerleştirilebilir. Prefabrik üniteler, normal yapılardan daha az ömürlü olmalarına rağmen kolayca kullanıma hazırlanabilirler ve ihtiyaçlara göre kolayca kaldırılabilirler. Yakıt deposunun büyüklüğü saptanırken, idari mekanizmalardan doğacak gecikmeler bile gözönüne alınmalı ve ayrıca güvenliği de sağlanmış olmalıdır.

ÇALIŞTIRMA YÖNTEMLERİ

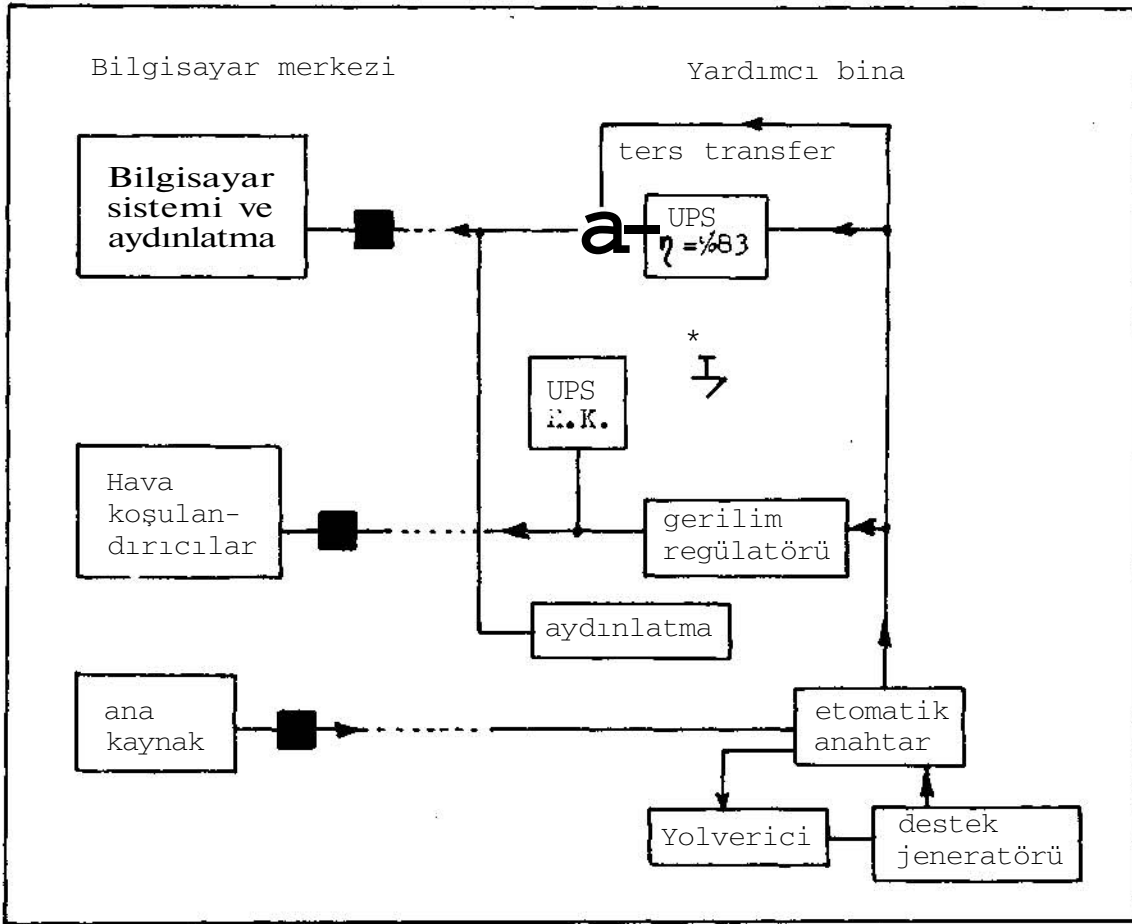
Büyük bilgisayarlarda bile günlerce sürebilecek uzunlukta bilgi işleme işlerinde destek jeneratörünün uzun süre kullanılması çok pahalı olabilir. Bu nedenle, böyle uzun işlerde işi durdurup yeniden başlatma kolaylıkları kullanılarak veri kütükleri değişik noktalarında istenildiği zaman kesilip sonra tekrar başlatılabilmesi ve böylece tüm çalışmanın yeni baştan yapılması önlenmelidir. Bir elektrik kesilmesi anında, sistem ilk çıkış noktasına kadar destek jeneratöründen çalıştırılıp bu noktaya ulaşıldığında, düzenli bir şekilde ana elektrik beslemesi yeniden gelinceye kadar sistem kapatılmalıdır.

Kontrollü bir kapatmada, önce harici havalandırma sonra da soğutma kapatılarak bilgisayar aletlerinin büyük metal kısımlarında nemlenme oluşması önlenir. Daha sonra, üst çalışma ısısına ulaşıncaya kadar bilgisayar çalıştırılır ve bu noktada kapatılır. Son olarak da hava dolaşım vantilatörleri kapatılır.

Eğer bölgesel elektrik besleme sistemindeki düzensizlikler önceden biliniyorsa, bilgisayar çalışma programı buna göre düzenlenebilir.

GÜNEŞ ENERJİSİ İLE SOĞUTMA SEÇENEĞİ

Bütün gün boyunca güneş ışığı altında kalan bir bilgisayar merkezinin dış yüzeyleri ısınır ve bu ısınma çok sıcak iklimlerde onlarca kW civarında olabilir. Klasik yöntemlerle yapılan ısı ve nem kontrolü ise yaklaşık olarak bunun yarısına yakın bir değerinde bir elektrik gücü kullanımı gerektirebilir.



ŞEKİL 1. Tipik bir bilgisayar merkezi elektrik besleme şeması

Eğer kolektörlerin verimi artırılabilir ve kolektör dizileri ile diğer güneş enerjisi sistemi parçalarının maliyetleri düşürülebilirce, doğrudan güneş enerjisi kullanarak hava koşullandırma işlemi gerçekleştirilebilir (7). öncü çalışmalarda, binalar için "lithiumbromide/su" ve "ammonia/su" emici soğutma üniteleri başarıyla denenmiş olup, araştırmalar devam etmekte ve ilk ticari sistemlerin 1990'lardan önce piyasaya sunulması beklenmektedir (8). Son olarak bir noktayı belirtmek gerekir: Güneş enerjisinin en bol olduğu yerlerde soğutma sistemlerine talep en fazla olduğundan, bu yeni teknoloji, çok sıcak iklim koşullarında çalışmak zorunda olan geleceğin bilgisayar merkezleri için büyük ümitler vermektedir.

KAYNAKLAR

1. LONGBOTTOM, R: 'Computer system reliability', Wiley. 1980.
2. 'Computer software programs for demographic analysis: aspect of technical co-operation', United Nations Publication ST/ESA/SER. E/32, 1983.

3. 'IBM General Information Manual. Installation-Manual-Physical Planning', IBM Publication No. GC22-7072-0, 1984.

4. 'Encyclopaedia of occupational health and safety', International Labour Office, 1972.

5. SHREIR, L.L. (Ed.): 'Corrosion', Newnes-Butterworths, 1976.

6. GRIFFITH, D.C. and WALLACE, B.P.: 'Development trends in medium and large UPS's', Electronics and Power, No. 32, 1986.

7. WARREN, M.L. and WAHLIG, M.: 'Cost and performance goals for commercial active solar absorption cooling systems', Lawrence Berkeley Laboratory Report 13050, December 1981.

8. HAUSE, R.: 'High performance solar collector for small cooling facilities', Commission of the European Communities Report EUR 9519 EN, 1984.

9. TAYLOR, B.G.: 'Computer centre power engineering for the tropics', Power Engineering Journal, Jan. 1987.