

Veri Merkezleri Üzerine Bir İnceleme

Serkan GÜNAL

Anadolu Üniversitesi
serkangunal@anadolu.edu.tr

Cihan KALELİ

Anadolu Üniversitesi
ckaleli@anadolu.edu.tr

Alper BİLGE

Anadolu Üniversitesi
abilge@anadolu.edu.tr

Yaşar HOŞCAN

Anadolu Üniversitesi
hoscan@anadolu.edu.tr

ÖZET

Sistem odası veya sunucu odası gibi görece daha basit yapılanmalarla kıyaslandığında, kritik bilgi işlem kaynaklarının kontrollü ortamlarda ve merkezi yönetim altında barındırılmasını sağlayan veri merkezleri, verilerin saklanması, işlenmesi, iletilmesi ve tüm bu operasyonların sürekliliğinin ve güvenilirliğinin sağlanabilmesi açısından büyük öneme sahiptir. Veri merkezleri konusundaki farkındalığı arttırmayı hedefleyen bu çalışmada, veri merkezi tasarım bileşenleri, veri merkezi çeşitleri, veri merkezlerinin konumlandırılmasında dikkat edilmesi gereken hususlar ve veri merkezlerinin sertifikasyon sistemi konularında detaylı inceleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Veri merkezi; Uptime Institute; Tier; Beyaz alan.

ABSTRACT

Data centers, which allow critical computing resources to be hosted in controlled environments and centralized management when compared to relatively simple configurations such as a system room or a server room, have great importance in terms of data storage, processing, transmission and ensuring the continuity and reliability of all these operations. In this work, which aims to raise awareness on data centers, data center design components, types of data centers, the issues to be considered while positioning data centers and the certification system of data centers are thoroughly examined.

Keywords

Data center; Uptime Institute; Tier; White space.

GİRİŞ

Veri merkezleri, web ve uygulama sunucuları, dosya sunucuları, mesajlaşma sunucuları, depolama ve yedekleme üniteleri, bilgi güvenliği elemanları ve ağ altyapısı gibi kritik bilgi işlem kaynaklarını kontrollü ortamlarda ve merkezi yönetim altında barındırır. Dolayısıyla, bir veri merkezi tasarlamak ve işletmek,

sunucular ve uygulamalarla ilgili temel bilgiler de dâhil olmak üzere, yönlendirmeden anahtarlamaya, yük dengelemeden güvenliğe kadar pek çok farklı konuda bilgi ve beceriler gerektirir [1].

Veri merkezi mimarileri ve gereksinimleri, işletmenin ihtiyaçları doğrultusunda bazı farklılıklar içerse de genel olarak her veri merkezinde yedekli güç kaynakları, yedekli veri iletişim bağlantıları, iklimlendirme sistemleri, yangın söndürme sistemleri ve çeşitli güvenlik ekipmanları bulunmaktadır. Veri merkezleri, sahip oldukları bu özellikler sayesinde, bilişim teknolojileri (BT) operasyonlarının 7x24 kesintisiz ve güvenli şekilde yürütülmesine olanak tanır [2].

Veri merkezleri kullanıcı profili açısından, özel veri merkezi ve internet veri merkezi (IDC: Internet Data Center) olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Özel veri merkezi, ait olduğu kuruluşun kendi BT operasyonları için kullanılırken, internet veri merkezi ise belirli bir ücretlendirme politikası kapsamında üçüncü şahıslara hizmet verir.

Literatür incelendiğinde, veri merkezleri hakkında tasarımdan güvenliğe kadar pek çok konuda çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Li ve ark., esnek veri merkezi ağlarındaki performans problemini çözmek için bir yaklaşım önermişlerdir [3]. Vemula ve ark., çeşitli veri merkezi altyapı bileşenlerini ölçmeye yönelik metrikler konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir [4]. Gupta ve ark., yeşil veri merkezi tasarımı ve analizi için bir simülatör önermiştir [5]. Chong ve ark., veri merkezlerinde enerji verimliliğini arttırmak için çözümlenmesi gereken temel temaları belirlemiştir [6]. Chen ve ark., çok kiracılı bir veri merkezinde kullanılan ortak bir ağ güvenliği prototip sisteminin uygulamasına yönelik bir çalışma yapmıştır [7]. Bari ve ark., veri merkezi ağ sanallaştırılması konusunda en başarılı yaklaşımların incelemesini yapmıştır [8].

Öte yandan, veri merkezleri üzerine kapsamlı bir Türkçe kaynağa rastlanamamıştır. Bu sebeple, kritik verilerin saklanması, işlenmesi, iletilmesi ve tüm bu operasyonların sürekliliğinin ve güvenilirliğinin

sağlanabilmesi için büyük öneme sahip veri merkezleri konusunda farkındalığı arttırmanın faydalı olacağı değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, çalışmamızda veri merkezi tasarım bileşenleri, veri merkezi çeşitleri, veri merkezlerinin konumlandırılmasında dikkat edilmesi gereken hususlar ve veri merkezlerinin uluslararası standartlara uygunluğunu belgelemeye yönelik sertifikasyon sistemi konularına değinilmiştir.

VERİ MERKEZİ TASARIM BİLEŞENLERİ

BT operasyonlarının sürekliliğinin sağlanması ve olası kesintilerin en aza indirgenmesi açısından veri merkezlerinin tasarımında ve inşasında güvenilir bir altyapı oluşturulması gereklidir. Veri merkezleri temel olarak büyüklükleri bir oda, bir katın tümü ya da bir binanın bütünü büyüklüğünde olabilen ve BT bileşenlerinin (sunucular, depolama aygıtları, güvenlik cihazları vb.) koridorlar halinde raf dolaplarına yerleştirilerek uygun çalışma ortamlarının (nem, sıcaklık vb.) sağlandığı, güvenli olarak barındırdığı cihazlara kolay müdahale imkânı sağlayan yapılardır. Bu bölümde veri merkezi inşasında göz önünde bulundurulması gereken başlıca tasarımsal unsurlar açıklanmaktadır. Bunlar tesisin mimari yapılanmasının yanı sıra tesisin mekân planlaması, elektrik ve mekanik mühendislik altyapısı, teknolojik altyapı tasarımı ve güvenlik bileşenlerini içerir [1, 2].

Tasarım Öncesi Süreçler

Veri merkezinin geleceğe dönük güç, soğutma ve alan ihtiyaçlarının modellenmesi ve verimliliği yüksek işletme senaryolarının oluşturulması açısından bahsi geçen tasarım unsurları çerçevesinde fiziki büyüklük, topoloji, konum, soğutma teknolojisi vb. tasarım ölçütleri belirlenir. Belirlenen ölçütler, inşa edilecek tesis için kararlaştırılan güç kullanımı verimliliği seviyesinde kritik güç kapasitelerinin ve kabin başına sağlanacak güç miktarının saptandığı, soğutma kapasitesinin belirlendiği, yükseltilmiş taban miktarının ve tesisin esneklik seviyesinin kararlaştırıldığı tasarımsal öngörülerin oluşturulmasına yardımcı olur. Tasarım aşamasına geçildiğinde yararlanılacak modelleme ölçütlerinin oluşturulması ve tasarım öngörülerinin belirlenmesi işlemleri genel olarak veri merkezi genel tasarım programının belirlenmesinden sonraki ilk ve öncül adımları olarak değerlendirilebilir.

Tasarım ölçütlerinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden biri veri merkezi tesisinin kullanılabilirlik gereksinimlerinin ortaya konmasıdır. Kullanılabilirlik ne kadar yüksek olursa, ilgili yapıyı oluşturmak ve yönetmek için gereken operasyon maliyetleri de o kadar çok olacaktır. Burada önemli olan iş gereksinimlerinin kritiklik seviyesine uygun kullanılabilirlik seviyelerinin belirlenmesidir. Bir başka deyişle belirli bir süre zarfında veri merkezinin hizmet dışı kalma süresinin maliyeti, kesintiyi önleyici işletim

giderlerini aştığı müddetçe daha yüksek kullanılabilirlik seviyesinde bir tesis inşasına ihtiyaç duyulur. Öte yandan bu hizmet dışı kalmayı önleme maliyeti, kesinti maliyetinin kendisini aşarsa, tasarıma daha düşük bir kullanılabilirlik seviyesi ile devam edilmelidir.

Kavramsal Tasarım

Tasarım sürecinin sonraki adımlarında belirlenen modelleme ölçütleri ve tasarım öngörülerini çerçevesinde öncelikle kavramsal tasarım gerçekleştirilir. Kavramsal tasarım, genel veri merkezi tasarım planının kurulum gereksinimlerine ve standartlar çerçevesinde düzenlemelere uygun olarak somutlaştırıldığı adımdır. Kavramsal tasarım, veri merkezi tesisinin üstleneceği BT operasyonları kapsamında gereksinimleri karşılayabilecek ve aynı zamanda kötü durum senaryolarına karşı tesisin sağlamlığını ve güvenliğini garanti altına alacak tüm önlemlerin dikkate alınarak ayrıntılandırıldığı bir süreçtir. Bu kapsamda BT performans gereksinimleri, enerji ve maliyet verimliliği ile kullanılabilirlik değerlerine uygun kavramsal yerleşim planları geliştirilir. Bunlarla birlikte genişleme öngörüsüne dayalı modüler genişleme opsiyonları üzerinde durulur.

Ayrıntılı Tasarım

Kavramsal tasarımın tamamlanmasından sonra fikrî olarak ortaya konan veri merkezi tesisinin mimari, yapısal, elektrik ve mekanik mühendislik altyapılarının detaylandırıldığı, tesisin tüm altyapısına ait özelliklerin net olarak belirlendiği detaylı tasarım tanımlamaları geliştirilir. Bu tanımlamalar tesisin imar ve yapı şartnameleri, teknoloji altyapısı (düşük gerilim kablolu, fiber kablo altyapısı vb.) şemaları ve performans göstergeleri gibi dokümantasyonun hazırlanmasını sağlar.

Mekanik Mühendislik Altyapısı

Mekanik mühendislik altyapısının geliştirilmesi, veri merkezi tesisinin uygun ortam koşullarının sağlanabilmesi için gerekliliklerin yerine getirilmesini sağlar ve sürdürülebilirliği garanti altına alır. Veri merkezi iç ortamlarında (BT alanı, enerji alanı, ağ operasyonları alanı vb.) uygun sıcaklık, nem ve basınç değerlerinin korunması için ihtiyaç duyulacak iklimlendirme, havalandırma, nemlendirme/nem alma, basınç düzenleyici ekipmanların özelliklerinin belirlenmesini hedefler. Bu aşamada göz önünde bulundurulmuş ölçütler, kurulum ve işletim maliyetlerinin en tasarruflu biçimde gerçekleştirilmesinin yanı sıra tasarım öncesi süreçlerde kararlaştırılan enerji kullanım verimliliği değerlerine uygun bir altyapının oluşturulmasıdır. Başarılı bir mekanik mühendislik altyapısı, proje enerji verimliliği gereksinimlerini yerine getirirken aynı zamanda ölçeklenebilir BT yapılarını destekleyebilecek modüler yapılar içerir.

Elektrik Mühendisliği Altyapısı

Elektrik mühendisliği altyapısı veri merkezi tesisinin büyüklüğü doğrultusunda enerji ihtiyacının belirlenerek, güvenilirlik gereksinimleriyle birlikte BT operasyonlarının sürekliliğini sağlayacak özelliklerde elektrik kurulumlarının (alçak ve orta gerilim, doğru akım) ortaya konmasını amaçlar. Bu kapsamda veri merkezi bünyesindeki BT cihazlarının güç ihtiyaçlarına cevap verebilecek şebeke elektriğinin sağlanması, kesintiyi engellemek üzere konumlandırılacak kesintisiz güç kaynağı ihtiyacının belirlenmesi ve enerji kesintisi durumlarında destekleyici jeneratör altyapısının oluşturulması gerekmektedir. Belirtilen bileşenler oluşturulurken enerji standartlarına uygunluk ve iş hedeflerinin sağlanması başlıca gereksinimlerdir. Aynı zamanda veri merkezi operasyon personelinin kabiliyetleriyle uyumlu ve ölçeklenebilir bir elektrik altyapısı kurulması esastır.

Teknolojik Altyapı

Teknolojik altyapı, veri merkezi içinde veri dolaşımını sağlayacak telekomünikasyon ağının belirlenen gereksinimler ve veri iletim standartları çerçevesinde oluşturulmasını amaçlar. Teknolojik altyapı tasarımı çerçevesinde bakır ve fiber kablolama hatlarının gerçekleştirilmesi, anahtarlama ekipmanlarının konumlandırılması, BT cihazlarının ihtiyaçları doğrultusunda geniş alan, yerel alan ve depolama alanı ağlarının oluşturulması ile tesis içi mekanik mühendislik altyapısı uyarı sinyallerinin (yangın, arıza vb.) işlenebilmesini sağlayacak bağlantılar kurulur.

Yangın Koruma ve Önleme

BT cihazları yüksek miktarda ısı üreten ve sürekli soğutmaya ihtiyaç duyan ekipmanlardır. Bu cihazlarla donanan veri merkezleri, yangın koruma ve uyarı sistemleriyle birlikte yangın önleyici tasarım unsurları da barındırırlar. Yangın başlangıcında erken uyarı sağlayan duman detektörleri başlıca öncül yangın koruma ekipmanlarıdır. Bu detektörler yangın başlangıcında elektrik enerjisinin kesilmesini sağlayarak ve yangın söndürücü donanımları tetikleyerek olası büyük yangınların çıkmasını önlemede oldukça etkilidir. Manuel yangın söndürücü tüpler, veri merkezi personeli tesisin içinde bulunurken kullanılacak en basit yangın söndürücü ekipmanlardandır. Bunların yanı sıra, insan müdahalesi olmaksızın yangını algılayan ve söndüren otomatik yangın önleme ve koruma sistemleri bulunmaktadır. Daha büyük yangınlar oluşması ihtimali karşısında BT cihazlarının zarar görmesini engellemek amacıyla kullanılan otomatik yangın önleme sistemleri arasında yangın fiske sistemi, gazlı yangın söndürme ve yoğunlaştırılmış aerosol yangın bastırma bulunmaktadır.

Güvenlik

Veri merkezleri organizasyonların kritik verilerinin barındırıldığı alanlar olduklarından, yalnızca yetkili

personelin girişine izin verilen özel alanlardır. Dolayısıyla veri merkezi sahasına fiziksel erişim konusu veri merkezi tasarımında önemli bir yer tutar. Genellikle katmanlı bir erişim yapısı göze çarpar. Burada sahaya dışarıdan erişimi kısıtlayıcı çitlerle başlayan ve tesis içine girişi farklı seviyelerde kısıtlayan geçiş kontrol sistemlerine varan yapılar görmek mümkündür. Geçiş kontrol sistemleri arasında yaygın olarak kartlı ve biyometrik veriye dayalı (parmak izi, yüz tanıma, avuç içi damar okuma vb.) geçiş sistemleri görülür. Veri merkezi içerisine erişim kısıtlandığı gibi tesis içinde özel alanlara girişler de kısıtlanabilir. Çoğu veri merkezinde elektrik altyapısının bulunduğu enerji odasına ve BT altyapısının bulunduğu beyaz alana girişler de personel yetkilendirme politikası bazında kısıtlanmaktadır. Erişim kısıtlamanın yanı sıra video kamera gözetimi ve daimi güvenlik görevlisi bulundurma uygulamaları da sıklıkla rastlanan güvenlik önlemlerindedir.

VERİ MERKEZİ ÇEŞİTLERİ

Veri merkezlerinin çeşitlenmesi temel olarak bu tesislerde ihtiyaç duyulan modülerlik ve esneklik gereksinimlerine dayanmaktadır [1, 2]. Bu gereksinimler bir veri merkezi tesisinin zaman içinde ölçeklenerek büyümesine duyulacak ihtiyaç çerçevesinde şekillenir. Büyüme öngörüsü yüksek olmayan veri merkezleri genel olarak bina içinde inşa edilen odalardan oluşurken, ölçeklenme gereksinimi yüksek veri merkezleri modüller halinde, kolay yapılandırılabilen ve gerektiğinde taşınabilen standartlaştırılmış yapılar şeklinde gözlenir.

Modüler veri merkezleri genel olarak nakliye konteynerleri veya benzeri taşınabilen konteyner ekipmanlarından oluşur. Bu konteynerler prefabrikte ve standartlaştırılmış olduklarından, değişen ve gelişen ihtiyaçlar doğrultusunda hızlı biçimde inşa edilebilir, birbirine eklenerek büyüyebilir ve işlerliği bozulmaksızın başka yerlere kolaylıkla taşınabilirler.

VERİ MERKEZİ KONUMLANDIRMA

Bir veri merkezinin nereye konumlandırılacağına ilişkin karar verirken değerlendirilmesi gereken çeşitli faktörler bulunmaktadır. Veri merkezinin inşa edilmesinde konumu gereği taşıdığı riskler ile konum kaynaklı finansal maliyetler de değerlendirilmelidir [1, 2, 9]. Finansal kaynaklı değerlendirmeler enerji giderleri ve vergi muafiyeti ile teşvikler çerçevesinde yapılmalıdır. Enerji verimliliği ve elektrik oranı, özellikle karbon vergisinin getirildiği yerlerde kârlılık ve nakit akışı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Vergi tercihi veya diğer teşvikler bazen yatırım ve iş karşılığında verilir. Yer seçimi sürecinde yerel yönetimler veya ekonomik kalkınma ajanslarıyla görüşmeler başlatmak faydalıdır. Veri merkezi konumlandırılacak alanın taşıyabileceği riskler ise coğrafi, yerel ve bina riskleri olmak üzere üç kategori altında toplanabilir.

Coğrafi Riskler

Bu tür riskler, doğal felaketlerin yanı sıra insan kaynaklı tehlikeleri de içeren, gerçekleşme ihtimali en büyük olan tehditlerdir. Coğrafi ve bölgesel riskleri göz önüne alan bir veri merkezi tasarımı ile bu tür tehditler gerçekleştiği zaman oluşabilecek aksaklıklar önlenmiş olacaktır. Göz önüne alınması gereken en yaygın coğrafi ve bölgesel riskler, deprem ile beraber kasırga, sel, kar fırtınası ve yıldırım gibi belirgin hava olaylarıdır. Bu riskleri önlemek amacıyla acil duruma hazır olmak için aşağıda listelenen işlemler yapılmalıdır:

- Acil durum iletişim planları oluşturulmalıdır.
- Uzun süreli bir kesinti durumunda enerji kaynağı olacak bir jeneratör bulundurulmalı ve birkaç gün yetecek yakıt temin edilmelidir.
- Gücün düşme ihtimalini azaltmak için gereksinimden daha fazla sayıda taşıyıcı hatlar eklenmelidir. Özellikle kullanılabilirlik hedefe yüksek tesisler için bu tarz hatlar zorunlu olmalıdır.
- Veri merkezi olarak tasarlanacak bina mevcut yönetmeliklere/standartlara uygun olmalıdır.
- Az sayıda personelin ihtiyacını en az bir hafta karşılayacak kadar yiyecek ve içecek bulunmalıdır.
- Veri yedeklerinin erişilebilir olması sağlanmalıdır.

Yerel Riskler

Yerel ve konum tabanlı karakteristikler veri merkezi lokasyonu seçilirken değerlendirilmelidir. Bu tip karakteristikler veri merkezi işletiminin devamlılığını etkileyecek olan potansiyel insan ve toplum kaynaklı riskleri ortaya koyacaktır. Bu kapsamda değerlendirilmesi gereken faktörler aşağıda listelenmiştir.

Elektrik Dağıtım Altyapısı, Su ve Yedek Yakıt

Elektrik dağıtım altyapısı (kapasite ve kalite) bir konumdan diğerine önemli ölçüde değişebilir. Yardımcı güç servisi (kapasite ve kalite) bir konumdan diğerine önemli ölçüde değişebilir. Bir alanı değerlendirirken, bölgedeki şebeke besleyicilerinin yalnızca mevcut ihtiyaçlar için değil, gelecekteki büyümede de yeterli kapasite sağlayabildiğinden emin olunmalıdır. Aynı zamanda, potansiyel risk olduğu için güç kalitesi de göz önüne alınmalıdır. Su kaynağı, bir veri merkezinde güç kadar kritiktir. Öncelikle, yerel su temin sisteminin kapasitesi belirlenmelidir. Birçok veri merkezi, soğutma mimarisine bağlı olarak önemli miktarda su tüketmektedir. Su soğutmalı soğutucuların ve soğutma kulelerinin kullanımı, büyük ölçekli veri merkezlerinde sermaye ve işletme maliyeti avantajlarına sahip olmakla birlikte, günde binlerce ton su buharlaştırmaktadır. Su arzı kapasitesi, tasarımların yeniden işleyişi ve bütçeyi aşan maliyetlerden kaynaklanabilecek ısı reddi yaklaşımlarının seçilmesinde kilit faktördür. Yangın söndürme sistemlerinin yanı sıra su soğutma sistemlerinin de 7x24 aktif olması için su temini kadar su

sürekliliği de gerekmektedir. Sürekli soğutma ve yangın sistemlerini desteklemek için yerinde su depolanması olan yüksek kullanılabilirlik özelliği için sistemler düşünülmelidir. Elektrik kesintisi meydana geldiğinde, jeneratör sistemleri BT yükleri, soğutma, aydınlatma vb. dâhil olmak üzere tüm yükleri destekleme sorumluluğunu alır. Jeneratör motorun, benzin veya doğalgaz gibi yakıtları gerektirir. Bir veri merkezi birkaç saatten birkaç güne yetecek kadar yakıt deposu içerir. Uzun süreli kesintilerde, yakıt deposunu tekrar doldurmak gerekebilir. Bu nedenle, bir veri merkezi yakıt sağlayıcılarına uygun mesafede olmalıdır.

Yerel Altyapı, Komşular ve Çevre

Veri merkezi hem personel hem de donanımlar için kolay erişilebilir bir yere konumlandırılmalıdır. Ayrıca seçilen konum, bir doğal afet halinde kullanılacak alternatif güzergâhlara sahip olmalıdır. Veri merkezi itfaiye, polis merkezi, tren istasyonu ve havaalanı gibi hizmet binalarına yakın olursa, inşaat ve acil durum planlamalarında fayda sağlayacaktır. Seçilen konuma komşu olanları anlamak, insan kaynaklı riskleri hesaplamaya yardımcı olacaktır. Yüksek riskli komşulara örnek olarak havaalanı, hapisane, askeri birimler, elektrik iletim ve dağıtım hatları verilebilir. Veri merkezleri, yüksek riskli komşulardan kaynaklı kesintileri önlemek için yeterli boşluk bırakılmalıdır. Hava kalitesi şehirlerde ve banliyö sanayi bölgelerinde kırsal alanlardan daha kötüdür. Trafik, fabrikalar, enerji santralleri ve atık yönetim tesisleri bir veri merkezinin çevresel hava kalitesini düşürebilir. Hava kirliliği, veri merkezinde bulaşma sorunlarına ve arındırma için ekstra masrafa neden olabilir. Bu durum, özellikle temiz hava soğutması kullananlar için bir endişe kaynağıdır. Örneğin, havadaki sülfidler ve klorür BT ekipmanlarındaki PCB'lere zarar verebilir. Havadaki bazı partiküller, soğutma sistemlerinin bobinlerinde tabaka oluşturursa veya elektronik ekipmanlarda kısa devre ve donanım arızalarına neden olursa, ısı değişim verimliliğini düşürebilir. Bu nedenle, enerji santrallerine, atık yönetim tesislerine ve diğer hava kirliliği kaynağına yakın veri merkezi kurmaktan kaçınılmalıdır. Bir veri merkezi projesi için yerel yönetim veya diğer idari kurumların onayına ihtiyaç duyulan düzenlemeler bulunabilir. Elektrik, yerel bina, yangın ve güç ile su tüketimi, enerji verimliliği, hava ve gürültü dağılımı, karbon emisyonu, ilgili çevre düzenlemeleri gibi hususlara ilişkin yönetmelikler bu kapsamdadır.

Bina Riskleri

Veri merkezi bünyesinde yürütülecek BT işlerinin devamlılığında, içinde bulunduğu binanın da büyük bir etkisi vardır. Bu etki, elektrik mevzuatı ve standartları, binanın yaşı, aktif yük türleri ve tesisin türü ile kalitesi gibi faktörleri içerir. Yönetmeliklere uygun inşa edilmiş bir bina, kullanıcıların hayat güvenliğini sağlar. Yapısal

sağlamlık, veri merkezinin karşılaşılabileceği riskleri önleyici bir faktör olacaktır. Örneğin, binalarda kullanılan elektrik kabloları BT cihazları gibi hassas elektrik yüklerini dikkate alan IEEE performans standartlarına uygun olmalıdır. Bu nedenle yeni bir tesis inşa edilirken en azından IEEE standartlarına uygunluk sağlandığından emin olunmalıdır. Veri merkezi binası içerisinde ağır ekipmanlar bulundurmamak, bina içi sarkmalara ve yüksek güç çekişine sebep olacağından risk oluşturabilirler. Ağır ekipman büyük bir motora sahip elektrikli cihazlar olarak tanımlanabilir. Bina içindeki bir veri merkezinin yeri de önemlidir. Örneğin, veri merkezinin bir mutfağın altında veya bir bodrum katında olması tavsiye edilmez. Veri merkezi ortak bir tesiste bulunuyorsa, binanın içindeki diğer tüm uygulamaların değerlendirilmesi önemlidir. Çok kiracının bulunduğu binalarda yer alan şirketler de komşularının oluşturduğu tehditleri değerlendirmelidir. Bir komşunun yangın veya güvenlik problemi, veri merkezinin sorunu haline dönüşebilir. Eğer bina bir hizmet düzeyi anlaşması yapıyorsa, anlaşmanın işin hedefleri ve talep ettiği altyapı hata toleransı ile uyumlu olduğundan emin olunmalıdır.

VERİ MERKEZİ SERTİFİKASYONU

Veri merkezlerinin tasarımı, kurulumu ve işletilmesine yönelik sertifikasyon hizmetleri konusunda dünya çapında kabul görmüş otorite, Uptime Institute isimli Amerika menşeli bir danışma kuruluşudur [10]. Bu kuruluş, Tasarım Belgeleri (Design Documents), İnşa Edilmiş Tesis (Constructed Facility) ve Operasyonel Sürdürülebilirlik (Operational Sustainability) olmak üzere 3 ana başlık altında veri merkezi sertifikasyon hizmeti sunmaktadır.

Tasarım Belgeleri sertifikasyonu kapsamında, tesis performansı, kapasite ve mühendislik gereklilikleri değerlendirilir. Değerlendirmede, mekanik ve elektrik sistemlerinin yanı sıra mimari ve saha konuları da incelenir. Tasarım belgeleri, satıcıdan ve yükleniciden bağımsız üçüncü taraf incelemesine tabi tutulur.

İnşa Edilmiş Tesis sertifikasyonu kapsamında, tesisin Tier-Sertifikalı tasarım belgeleri çerçevesinde inşa edildiğine yönelik üçüncü taraf doğrulaması yapılır. Tesis performansının onaylanması için gerçek hayat şartlarında kilit sistemlerin canlı doğrulamaları yapılır. Tesisteki operasyonun başlatılması öncesinde, inşaya yönelik konularının belirlenmesine ve adreslenmesine odaklanılır.

Operasyonel Sürdürülebilirlik sertifikasyonu kapsamında, Tier- Sertifikalı tesis yönetimi ve operasyon uygulamalarının kapsamlı değerlendirmesi yapılır. Güvenilirliği ve performansı tehlikeye atabilecek yönetsel ve operasyonel konular belirlenir. Kurulmuş altyapının tüm potansiyelinden faydalanabilmek için

operasyonel en iyi uygulamaların elde edilmesi üzerinde durulur.

Uptime Institute tarafından belirlenmiş olan ve toplam 4 seviyeden oluşan Tier standartları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Uptime Institute Tier Standartları

Seviye	Gereksinimler
Tier I	<ul style="list-style-type: none"> Kritik yüklere hizmet eden tek yedeksiz dağıtım yolu Yedeksiz kritik kapasite bileşenleri
Tier II	<p>Tier I gereksinimlerine ilave olarak;</p> <ul style="list-style-type: none"> Yedekli kritik kapasite bileşenleri Kritik kapasite bileşenleri, kritik yüklere N kapasite sağlarken izole edilebilmeli ve hizmetten çıkarılabilmelidir. <p>Tier II gereksinimlerine ilave olarak;</p> <ul style="list-style-type: none"> BT ekipmanı kritik yüklerine hizmet eden çoklu bağımsız, ayrı dağıtım yolları Tüm BT ekipmanları, iki yedekli, ayrı UPS besleyici ile birlikte çift güç kaynağına sahip olmalıdır. Tek kablolu BT aygıtları, aygıtın iki UPS besleyiciden güç almasını ve bu iki besleyici arasında seçim yapmasını sağlamak için Kullanım Noktası Aktarma Anahtarı kullanılmalıdır.
Tier III	<ul style="list-style-type: none"> Her kritik kapasite bileşeni, dağıtım yolu ve herhangi bir kritik sistemin bileşeni, planlı olaylar (yedekleme, bakım veya yükseltme) için izole edilmiş bir sitenin mimarisinin topolojisi ile tamamen uyumlu olmalı ve kritik yüklere N kapasite sağlamalıdır. Yerinde enerji üretim sistemlerinin saha koşullarında ve tasarım yükünde çalışma süresi sınırlamaları olmamalıdır. <p>Tier III gereksinimlerine ilave olarak;</p>
Tier IV	<ul style="list-style-type: none"> Kritik yüklere hizmet eden çoklu bağımsız, ayrı ve aktif dağıtım yolları Kritik kapasite bileşenlerinin ve dağıtım yollarının bölümlere ayrılması Kritik sistemler, herhangi bir arıza veya bozukluk sonrasında kritik yüklere N kapasiteyi otonom olarak sağlayabilmelidir. BT ve UPS sistemleri için sürekli soğutma

Uptime Institute, yukarıda ifade edilen sertifikasyon hizmetlerinin yanında, yakın zamanda prefabrik ve modüler veri merkezleri için Tier-Hazır (Tier-Ready) programını da başlatmıştır. Bu program, üreticilerin önceden hazırlanmış çözümlerinin spesifik tasarımlarını doğrulamak için Uptime Institute ile çalışmasına olanak sağlamaktadır.

Bu araştırmanın yapıldığı tarih itibarıyla, ülkemizde bulunan Uptime Institute Tier-Sertifikalı veri merkezleri [10] Tablo 2'de listelenmiştir.

Tablo 2. Ükemizdeki Tier-Sertifikalı veri merkezleri

Sertifika	Veri Merkezi	Seviye
İnşa Edilmiş Tesis	Türkiye İş Bankası A.Ş.	Tier IV
	Turkcell	Tier III
	T.C. Ziraat Bankası	Tier III
	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	Tier III
	Halkbank	Tier III
	Intertech A.Ş.	Tier III
Tasarım Belgeleri	Türkiye Finans Katılım Bankası	Tier III
	Türkiye İş Bankası A.Ş.	Tier IV
	Türkiye Garanti Bankası	Tier IV
	IGA Havalimanı İşletmesi A.Ş.	Tier III
	T.C. Ziraat Bankası	Tier III
	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	Tier III
	Akbank T.A.Ş.	Tier III
	Star of Bosphorus	Tier III
	Bursa Büyükşehir Belediyesi	Tier III
	Halkbank	Tier III
	Vodafone Telekomünikasyon A.Ş.	Tier III
	Turkcell	Tier III
	Intertech A.Ş.	Tier III
	T.C. Başbakanlık AFAD	Tier III
	Türkiye Finans Katılım Bankası	Tier III
	Turksat	Tier III
T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı	Tier III	
Türk Telekom	Tier III	

SONUÇ

BT kaynaklarının kontrollü ortamlarda ve merkezi yönetim altında barındırılmasını sağlayan veri merkezleri, verilerin saklanması, işlenmesi, iletilmesi gibi operasyonlarda süreklilik ve güvenilirlik sağlar. Bu açıdan, bir veri merkezinde kullanılan bileşenlerin kalitesi ve yedekliliği gibi hususlar büyük önem taşımaktadır. İşletmeler, yapacakları ihtiyaç ve kaynak analizi doğrultusunda sabit, modüler veya prefabrik bir veri merkezi kullanmaya karar verebilirler. Veri merkezi için konum belirlerken veya mevcut veri merkezini değerlendirme sürecinde, ilgili konuma ait tüm potansiyel riskler ile getiriler araştırılmalı ve riskleri azaltıcı önlemler alınmalıdır. Bir veri merkezinin uluslararası standartlara uygunluğunu garanti etmek için tasarım, inşaat ve operasyonel sürdürülebilirlik açısından sertifikasyon süreci değerlendirmeye alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Arregoces, M., & Portolani, M. (2003). Data Center Fundamentals. Cisco Press.
- [2] Geng, H. (2014). Data Center Handbook. John Wiley & Sons.
- [3] Li, D., Shen, Y., & Li, K. (2017). Length Shuffle: Achieving high performance and flexibility for data center networks design. Computer Communications, 111, 142-152.
- [4] Vemula, D., Setz, B., Rao, G. S. V., Gangadharan, G. R., & Aiello, M. (2017). Metrics for Sustainable Data Centers. IEEE Trans. on Sustainable Computing.
- [5] Gupta, S. K., Banerjee, A., Abbasi, Z., Varsamopoulos, G., Jonas, M., Ferguson, J., Gilbert, R. R., & Mukherjee, T. (2014). Gdcsim: A simulator

for green data center design and analysis. ACM Trans. on Modeling and Comp Simulation, 24(1), 3.

- [6] Chong, F. T., Heck, M. J., Ranganathan, P., Saleh, A. A., & Wassel, H. M. (2014). Data center energy efficiency: Improving energy efficiency in data centers beyond technology scaling. IEEE Design & Test, 31(1), 93-104.
- [7] Chen, Z., Dong, W., Li, H., Zhang, P., Chen, X., & Cao, J. (2014). Collaborative network security in multi-tenant data center for cloud computing. Tsinghua Science and Technology, 19(1), 82-94.
- [8] Bari, M. F., Boutaba, R., Esteves, R., Granville, L. Z., Podlesny, M., Rabbani, M. G., ... & Zhani, M. F. (2013). Data center network virtualization: A survey. IEEE Comm Surveys & Tut, 15(2), 909-928.
- [9] Torell, W. (2012), Site selection for mission critical facilities. White Paper, APC by Schneider Electric.
- [10] Uptime Institute, uptimeinstitute.com (Kasım 2017)

ÖZGEÇMİŞLER**Serkan GÜNAL**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği lisans, yüksek lisans ve doktora programlarından sırasıyla 1999, 2003 ve 2008 yıllarında mezun oldu. Halen, Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

**Cihan KALELİ**

Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği lisans, yüksek lisans ve doktora programlarından sırasıyla 2005, 2008 ve 2012 yıllarında mezun oldu. Halen, Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

**Alper BİLGE**

Anadolu Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği lisans programından 2005 yılında, Bilgisayar Mühendisliği yüksek lisans ve doktora programlarından 2008 ve 2013 yıllarında mezun oldu. Halen, Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

**Yaşar HOŞCAN**

Anadolu Üniversitesi İşletme lisans programından 1980, Sayısal Yöntemler doktora programından 1987 yılında mezun oldu. Halen, Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

