T.C

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu

BULUT BİLİŞİMİN TEKNİK VE İŞLETİMSEL AÇIDAN İNCELENMESİ: KAMU BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE KULLANIMI

UZMANLIK TEZİ

Mehmet Erdem YENER

ANKARA

HAZİRAN / 2021

T.C

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu

BULUT BİLİŞİMİN TEKNİK VE İŞLETİMSEL AÇIDAN İNCELENMESİ: KAMU BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE KULLANIMI

UZMANLIK TEZİ

Mehmet Erdem YENER

DANIŞMAN

ÜST KURUL UZMANI Orhan GÜMÜŞSOY

ANKARA

HAZİRAN / 2021

RADYO VE TELEVİZYON ÜST KURULU BAŞKANLIĞINA

Bu çalışma, Tez Değerlendirme Komisyonu tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
Başkan	:	
Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	

ONAY
... / ... / 2021

Ebubekir ŞAHİN
Üst Kurul Başkanı

TEZ TESLİM TUTANAĞI VE DOĞRULUK BEYANI

Radyo ve Televizyon Üst Kurulunda görev yapan Üst Kurul Uzman Yardımcısı olarak, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Tez Hazırlama Yönergesi'ne uygun şekilde hazırlamış olduğum uzmanlık tezi ilişikte sunulmuştur.

Bu uzmanlık tezindeki bütün bilgileri akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplayıp sunduğumu; ayrıca, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

… / … / 2021
Mehmet Erdem YENER
Üst Kurul Uzman Yardımcısı

Uzmanlık Tezinin Adı: Bulut Bilişimin Teknik ve İşletimsel Açıdan İncelenmesi: Kamu Bilişim Sistemlerinde Kullanımı

EK:

1- Tez (6 Adet)
2- CD (1 Adet)

Tezi Teslim Alan
Daire Başkanı

... / … / 2021

TEŞEKKÜR

"Bulut Bilişimin Teknik ve İşletimsel Açıdan İncelenmesi: Kamu Bilişim Sistemlerinde Kullanımı" isimli bu tezin hazırlanması sürecinde öncelikle Üst Kurul Başkanı Sayın Ebubekir Şahin'e, Üst Kurul üyelerine ve tez değerlendirme komisyonu üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarında desteğini esirgemeyerek, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan tez danışmanım Üst Kurul Uzmanı Sayın Orhan GÜMÜŞSOY'a, verdikleri destekler sayesinde tez süresince çalışma şartlarımı kolaylaştıran Bilgi Teknolojileri Dairesi Başkanı Sayın Olcay ÇİÇEKLİTAŞ ile Daire Başkan Yardımcısı Sayın İbrahim ESER'e ve başta Üst Kurul Uzmanı Şahin COŞKUN olmak üzere değerli mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bugüne kadar attığım her adımda desteğini hep arkamda hissettiğim anneme, tez süresince tüm çalışmalarımda desteğini benden hiç esirgemeyen sevgili eşime ve gözlerine her baktığımda gülücükleriyle bizleri neşelendiren canım oğluma sonsuz ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ..... **I**
KISALTMALAR ..... **VII**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **XI**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **XII**
GİRİŞ **13**
Tezin Amacı 5
Tezin Önemi 5
Tezin Yöntemi 6
Veri Toplama ve Analiz Teknikleri 6
Tezin Kapsamı ve Sınırlılıkları 7
BİRİNCİ BÖLÜM **8**
BULUT BİLİŞİM VE TEMEL ÖZELLİKLERİ **8**
1.1. BULUT BİLİŞİMİN TANIMI **8**
1.2. BULUT BİLİŞİMİN TEMEL ÖZELLİKLERİ **10**
1.2.1. Talep Üzerine Self Servis 10
1.2.2. Yaygın Ağ Erişimi 11
1.2.3. Kaynak Havuzu 11
1.2.4. Esneklik 12
1.2.5. Ölçülebilirlik 12
1.3. BULUT BİLİŞİMİN TARİHÇESİ **13**
1.4. BULUT BİLİŞİMİN GELİŞİMİNDE ROL OYNAYAN TEKNOLOJİLER **17**
1.4.1. Sanallaştırma Teknolojileri 17
1.4.2. İstemci Sunucu Modeli 19
1.4.3. Çoklu Kiracılık Modeli 20
1.4.4. Uygulama Programlama Arayüzü (API) 21
1.4.5. Web 2.0 22
1.4.6. Dağıtımlı Hesaplama (Grid) Modeli 23
1.5. BULUT BİLİŞİMİN PAYDAŞLARI **24**
1.5.1. Kullanıcı 26
1.5.2. Hizmet (Servis) Sağlayıcı 27
1.5.3. Bulut Denetçisi 27

1.5.4. Bulut Komisyoncusu 28
1.5.5. Bulut Taşıyıcısı 28
1.6. BULUT BİLİŞİM DAĞITIM MODELLERİ 28
1.6.1. Özel Bulut Dağıtım Modeli 29
1.6.2. Açık Bulut Dağıtım Modeli 30
1.6.3. Karma Bulut Dağıtım Modeli 30
1.6.4. Topluluk Bulutu Dağıtım Modeli 31
1.7. BULUT BİLİŞİM SERVİS MODELLERİ 32
1.7.1. Servis Olarak Yazılım (SaaS) 33
1.7.2. Servis Olarak Platform (PaaS) 34
1.7.3. Servis Olarak Altyapı (IaaS) 36
1.7.4. Diğer Bulut Bilişim Servis Modelleri 38
İKİNCİ BÖLÜM 39
BULUT BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN AVANTAJLARI VE RİSKLERİ .. 39
2.1. BULUT BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR 39
2.1.1. Maliyet 40
2.1.2. Erişilebilirlik 41
2.1.3. Esneklik 42
2.1.4. Uygulama Testlerinin Kolaylığı 43
2.1.5. Sistem İzleme, Ölçme ve Raporlama 44
2.1.6. Hizmet Kalitesi 45
2.1.7. Yedekleme ve Kapasite Gücü 45
2.1.8. Güvenlik ve Uyum Kolaylığı 46
2.1.9. Yazılım Yükleme ve Sürüm Güncelleme 47
2.1.10. Çevreci Yaklaşım 47
2.2. BULUT BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN SAHİP OLDUĞU RİSKLER 49
2.2.1. İnternet Bağlantısı ve Bant Genişliği Yetersizliği 49
2.2.2. Mevcut Uygulamaların Bulut Altyapısına Taşınmasındaki Zorluklar 50
2.2.3. Planlı ve Plansız Kesintiler 51
2.2.4. Firma Güvenilirliği ve Veri Yönetimi 52
2.2.5. Birlikte Çalışabilirlik ve Ortak Standartlar 53
2.2.6. Sistem Güvenliği ve Veri Koruma 54

2.2.7. Yazılım Lisanslama 56
2.2.8. Veri Mahremiyeti ve Veri Güvenliği 57
2.2.9. Yasal Uyumsuzluklar 58
2.2.10. Yapılan Sözleşmelerdeki Uygunsuzluklar 59
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 61
KAMU BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE BULUT BİLİŞİMİN İDARİ VE TEKNİK AÇIDAN YÖNETİLMESİ 61
3.1. BULUT BİLİŞİME GEÇİŞ İÇİN FAALİYET PLANLARININ OLUŞTURULMASI 61
3.2. İHTİYAÇ ANALİZİ YAPILMASI 63
3.3. BULUT BİLİŞİME UYGUN VERİ MERKEZİ KURULMASI 65
3.4. BÜTÇE PLANLARININ YAPILMASI 67
3.5. BULUT HİZMETİ SATIN ALINMASI 68
3.6. GEREKLİ KONTRAT VE SÖZLEŞMELERİN YAPILMASI 69
3.7. BULUT BİLİŞİM HİZMETLERİNİN UYGULANMASI VE YÜRÜTÜLMESİ 71
3.8. HİZMETLERİN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ 72
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 73
KAMU BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE BULUT BİLİŞİM UYGULAMALARI . 73
4.1. DÜNYADA ÖRNEKLER 73
4.1.1. Amerika Birleşik Devletleri 73
4.1.1.1. Önce Bulut Politikası 74
4.1.1.2. Federal Bulut Bilişim Stratejisi 75
4.1.1.3. Federal Bulut Bilişim İnisiyatifi 77
4.1.1.4. Diğer Kamu Kurumlarının Bulut Bilişim Çalışmalarına Geçiş Çalışmaları 78
4.1.1.5. Günümüzde Gelinen Son Durum 79
4.1.2. Avrupa Birliği 80
4.1.3. İngiltere 83
4.1.4. Japonya 86
4.1.5. Güney Kore 88
4.1.6. Singapur 90
4.1.7. Hindistan 91
4.2. ÜLKEMİZDEKİ KAMU BULUT BİLİŞİM ÖRNEKLERİ 92
4.2.1. Kamu Bulut Bilişimine Geçiş Çalışmaları 93

4.2.2. Ülkemizde Bulut Bilişime Geçen Kamu Kurum ve Kuruluşları 98
4.2.2.1. Adalet Bakanlığı Ulusal Yargı Ağı Projesi (UYAP) 98
4.2.2.2. TÜBİTAK ULAKBİM Ulusal Grid Oluşumu Projesi 100
4.2.2.3. TÜBİTAK BİLGEM B3LAB Projesi 101
4.2.2.4. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Sosyal Yardım Bilgi Sistemi 102
4.2.2.5. İçişleri Bakanlığı e-Belediye Projesi 103
4.2.2.6. Sosyal Güvenlik Kurumu Bulut Bilişim Merkezi 104
4.2.2.7. TÜRKSAT 105
4.2.2.8. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Özel Kamu Bulutu Projesi 106
4.2.2.9. HAVELSAN Bulut Bilişim Platformu 107
4.2.2.10. Telekomünikasyon Şirketleri Bulut Hizmetleri 109
4.3. DÜNYA ÇAPINDA HİZMET VEREN BULUT BİLİŞİM HİZMET SAĞLAYICILARI 110
4.3.1. Amazon Web Services (AWS) 111
4.3.2. Microsoft Azure 113
4.3.3. Google Cloud 114
4.3.4. Alibaba Cloud 115
BEŞİNCİ BÖLÜM 116
BULUT BİLİŞİMDE SİBER TEHDİTLER VE SİBER GÜVENLİK ÖNLEMLERİ 116
5.1. BULUT BİLİŞİMDEKİ SİBER TEHDİTLER 116
5.1.1. Kimlik Doğrulama Saldırıları 117
5.1.2. Ara Bellek Aşımı Saldırıları 117
5.1.3. Kötücül Yazılım Saldırıları 118
5.1.4. Dağıtık Hizmet Engelleme Saldırıları 119
5.1.5. API Üzerinden Gelen Saldırılar 120
5.1.6. SQL Injection (SQL Enjeksiyonu) Saldırıları 120
5.1.7. İçeriden Gelen Saldırılar 121
5.2. BULUT BİLİŞİM KAPSAMINDA ALINABİLECEK SİBER GÜVENLİK ÖNLEMLERİ 121
5.2.1. Saldırı Tespit Sistemleri 122
5.2.1.1. Sunucu Tabanlı Saldırı Tespit Sistemleri 122
5.2.1.2. Ağ Tabanlı Saldırı Tespit Sistemleri 123
5.2.2. Saldırı Önleme Sistemleri 124

5.2.3. Veri Şifreleme Yöntemleri 125
5.2.3.1. Simetrik Şifreleme Algoritması 126
5.2.3.2. Asimetrik Şifreleme Algoritması 127
5.2.3.3. Homomorfik Şifreleme 128
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 130
Öneriler 134
Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Kapsamında Öneriler 137
KAYNAKÇA 141
ÖZET 155
ABSTRACT 157
ÖZGEÇMİŞ 158

KISALTMALAR

a.g.e.	Adı Geçen Eser
a.g.k.	Adı Geçen Kaynak
a.g.m.	Adı Geçen Makale
a.g.t.	Adı Geçen Tez
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
API	Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface)
ARPANET	Gelişmiş Araştırma Projeleri Dairesi Ağı (Advanced Research Projects Agency Network)
ASPİLSAN	Askeri Pil Sanayi
AWS	Amazon Web Servisleri (Amazon Web Services)
BİLGEM	Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi
BT	Bilişim Teknolojileri
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CCESC	Bulut Bilişim İdari Yönlendirme Komitesi (Cloud Computing Executive Steering Committee)
CCIE	Cisco Sertifikalı Network Uzmanı (Cisco Certified Internetwork Expert)
CCNP	Cisco Sertifikalı Network Çalışanı (Cisco Certified Network Professional)
CEH	Sertifikalı Etik Hacker (Certified Ethical Hacker)
CERN	Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire)

CISA	Sertifikalı Bilgi Sistemleri Denetçisi (Certified Information System Auditor)
COBIT	Bilgi ve İlgili Teknolojiler İçin Kontrol Hedefleri (Control Objectives for Information and Related Technology)
CSA	Bulut Güvenlik Birliği (Cloud Security Alliance)
DDoS	Dağıtık Hizmet Engelleme (Distrubuted Denial of Service)
DMO	Devlet Malzeme Ofisi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EMBL	Avrupa Moleküler Biyoloji Laboratuvarı (European Molecular Biology Laboratory)
ENISA	Avrupa Birliği Siber Güvenlik Ajansı (European Union Agency for Cybersecurity)
ESA	Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency)
FKM	Felaket Kurtarma Merkezi
GDPR	Genel Veri Koruma Yönetmeliği (General Data Protection Regulation)
GİB	Gelir İdaresi Başkanlığı
GPU	Grafik İşleme Ünitesi (Graphics Process Unit)
HAVELSAN	Hava Elektronik Sanayii
HTTP	Hiper Metin Transfer Protokolü (Hyper Text Transfer Protocol)
IP	İnternet Protokol Adresi (Internet Protocol Address)
IPSec	İnternet Protokolü Güvenliği (Internet Protocol Security)
ISO	Uluslararası Standartlar Örgütü (International Organization for Standardisation)

ITIL Bilgi Teknolojisi Altyapı Kütüphanesi (Information Technologies Infrastructure Library)

KDEP Kısa Dönem Eylem Planı

KOSGEB Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı

KVKK Kişisel Verilerin Korunması Kanunu

MacOS Macintosh İşletim Sistemi (Macintosh Operation System)

NASA Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)

NCSA Süper Bilgisayar Uygulamaları Ulusal Merkezi (National Center for Supercomputer Applications)

NIST Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology)

NPIP Ulusal Cezaevi Bilgi Portalı (National Prisons Information Portal)

OECD Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)

OHSAS İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi (Occupational Health and Safety Management Systems)

ÖSYM Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi

PCI-DSS Kartlı Ödeme Endüstrisi Veri Güvenlik Standardı (Payment Card Industry – Data Security Standard)

PIPA Kişisel Bilgilerin Korunması Yasası (Personal Information Protection Act)

POLNET Polis Bilişim Ağı

RAD	Güvenilir Uyarlanabilir Dağıtılmış Sistemler (Reliable Adaptive Distributed)
SAN	Depolama Alan Ağı (Storage Area Network)
SEGBİS	Ses ve Görüntü Bilişim Sistemi
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
SGTS	Singapur Hükümeti Teknoloji Yığını (Singapore Government Tech Stack)
SLA	Hizmet Seviyesi Anlaşması (Service Level Agreement)
SOYBİS	Sosyal Yardım Bilgi Sistemi
SQL	Yapılandırılmış Sorgu Dili (Structured Query Language)
SYDV	Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıfları
TAKBİS	Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TRUBA	Türk Ulusal Bilim e-Altyapısı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UEKAE	Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü
ULAKBİM	Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi
UGO	Ulusal Grid Oluşumu
UYAP	Ulusal Yargı Ağı Projesi
VOIP	IP Üzerinden Ses (Voice Over IP)
VPN	Sanal Özel Ağ (Virtual Private Network)
WWW	Dünya Çağında Ağ (World Wide Web)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Bulut Bilişim Teknolojilerinin Temel Özellikleri 10
Şekil 1.2 Bulut Bilişim Teknolojilerinin Tarihçesi..... 16
Şekil 1.3 Geleneksel Mimariden Sanallaştırma Mimarisine Geçiş 18
Şekil 1.4 Çoklu Kiracılık Modeli..... 21
Şekil 1.5 Bulut Bilişim Paydaşları ve Temel Mimari Yapısı 25
Şekil 1.6 Örnek Kullanım Senaryosu – 1 25
Şekil 1.7 Örnek Kullanım Senaryosu – 2 26
Şekil 1.8 Örnek Kullanım Senaryosu – 3 26
Şekil 1.9 Bulut Bilişim Dağıtım Modelleri..... 29
Şekil 1.10 Bulut Bilişim Hizmet Modelleri Karşılaştırması..... 33
Şekil 2.1 Bulut Bilişim Avantajları Üzerine Yapılan Bir Anket Sonucu 48
Şekil 3.1 Örnek Bulut Bilişim Veri Merkezi Yapılandırması..... 66
Şekil 3.2 SLA Yaşam Döngüsü 69
Şekil 4.1 2018 Yılı İçin İngiltere ve AB Ülkeleri Arasında Bulut Bilişim Kullanım Oranları 82
Şekil 4.2 2012-2019 Arası G-Cloud Teşvik Miktarları 85
Şekil 4.3 Kasumigaseki Bulutu..... 87
Şekil 4.4 TR-Grid Projesinde Yer Alan Üniversiteler Arası Ağ Erişim Hızları..... 101
Şekil 4.5 Bulut Bilişim Hizmet Sağlayıcılarının Pazar Payı Karşılaştırması 111
Şekil 5.1 Saldırı Tespit ve Önleme Sistemi Arasındaki Fark 125
Şekil 5.2 Simetrik Şifreleme Algoritması Diyagramı..... 126
Şekil 5.3 Asimetrik Şifreleme Algoritması Diyagramı..... 127
Şekil 5.4 Homomorfik Şifreleme Süreci..... 129

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Sanallaştırma ve Bulut Bilişim Arasındaki Farklar……... 19
Tablo 4.1 2006-2010 Eylem Planında Yer Alan Bulut Bilişime Dair Eylemler……94
Tablo 4.2 SOYBİS Projesi Sanallaştırma Öncesi ve Sonrası Karşılaştırma……103

GİRİŞ

Bilgisayarlar her geçen gün artan bir hızla yaygınlaşmakta ve gündelik hayatımızın her alanında kullanılmaktadır. İş hayatına ve tüm sektörlere olan asıl etkisi ise geniş bant internet ağının yaygınlaşması ve ekonomik olmasıyla kendini göstermiştir. Özellikle 1990'lı yılların başından itibaren internetin çeşitli özel ve kamu kurumlarına dağıtılmasıyla beraber hızlı bir teknolojik gelişim çağına girilmiştir. Bu teknolojik değişimler yeni internet servislerini ve bu servisler de yeni iş sahalarını beraberinde getirmiştir. Artık bir kurumda oluşturulan idari bir sürecin bile içine teknoloji faktörü girmiştir. Bankacılık, eğitim, hukuk, sosyal, sağlık vb. alanlardaki tüm iş ve işlemler bilgisayar ve onunla ilgili teknolojik uygulamalar ile yapılır hâle gelmiştir. Dolayısıyla tüm süreçler teknoloji ve bilişim kavramlarının etrafında, onlara uygun bir şekilde tasarlanarak yeniden düzenlenmiştir.

Geleneksel olarak kurumlar, iş ve işlem süreçlerindeki bilgileri kendi içerisinde barındırırlar. Bu barındırma işlemleri, veri merkezleri adı verilen yapılarda gerçekleştirilmektedir. Kurumun ölçeğine göre çeşitli boyut ve büyüklükteki sunucular, işlemciler, depolama alanları, bellekler, enerji ekipmanları, soğutma cihazları ve hatta kablo yapıları veri merkezini oluşturan ana unsurlardır. Tüm kurumun hem kendi içerisindeki hem de dışarıya doğru olan ağ iletişimleri bu veri merkezleri sayesinde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca kurumların siber saldırılara karşı aldıkları savunma tedbirleri de güvenlik ekipmanları adı altında bu veri merkezi içerisindedir. Zaman içerisinde sistemlerde meydana gelen kesintilerin önemli iş süreçlerini etkilediği görülmüştür. Saatler hatta günler süren kesintiler kurumları hem maddi yönden etkilemekte hem de kamu itibarını ve prestijini sarsmaktadır. Bu yüzden bilgi teknolojileri profesyonelleri bu soruna çözüm bulmak amacıyla yedekli çalışma sistemini benimsemişlerdir. Bunu sağlamak için kurumların veri merkezlerinin bire bir aynısı başka bir lokasyonda yedeklenmektedir. Felaket Kurtarma Merkezleri (FKM)

adı verilen bu yedek veri merkezleri için yeni altyapı, donanım, yazılım ve nitelikli personel ihtiyacı doğmuştur. Bütün bunlar kurum ve kuruluşlar için yeni maliyet kalemleri anlamına gelmekteydi. Fiziksel altyapıyı ve ona bağlı olan çeşitli dezavantajları ortadan kaldırmaya çalışan bilişim teknolojileri profesyonelleri tam da bu dönemde "Bulut Bilişim" denilen yeni bir teknolojiyi ortaya çıkarmışlardır.

Özellikle kamu kurumlarında ve büyük ölçekli özel sektör firmalarında artan cihaz sayısı ile altyapı, bakım ve onarım maliyetleri bulut bilişim teknolojilerini ortaya çıkarmıştır. Her yerden erişim, ölçeklenebilirlik ve paylaşımlı kaynakların kullanımı gibi özellikleriyle cazip hâle gelen bulut bilişim, geleneksel modeldeki altyapılara göre operasyonel maliyette de tasarruf sağlamaktadır. Temeli sanallaştırma teknolojisine dayanan bu model öncelikle özel sektörün ilgisini çekmiştir. Ardından 2000'li yılların başından itibaren kamu sektöründe de kendine yer edinmeye başlamıştır. Bu yıllarda teknoloji konusunda çeşitli alanlarda lider konumunda bulunan ve yeniliklere öncülük eden ülkeler, kamu bulut teknolojilerini oluşturmaya başlamıştır.

Bulut bilişim teknolojileri bir anda kendiliğinden var olmamıştır. 1950'li yıllardan beri geliştirilen ve kullanılan yan teknolojiler bulut bilişimin temelini oluşturmaktadır. Sanallaştırma teknolojileri başta olmak üzere istemci sunucu modeli, çoklu kiracılık modeli, web teknolojileri, uygulama programlama arayüzü ve dağıtımlı hesaplama modeli gibi diğer teknolojik gelişmeler bulut bilişimi ortaya çıkarmıştır. Bulut bilişim teknolojileri doğduktan sonra bünyesine yeni kavramlar ekleyerek gelişmeye ve büyümeye devam etmiştir. Bulut bilişim servis modelleri ve dağıtım modelleri adı altında iki farklı modele ayrılmıştır. Kurumların ihtiyaçları ölçüsünde özel, açık, topluluk ve karma dağıtım modeli ortaya çıkmıştır. Mimari olarak kurgulanan bu bulut bilişim dağıtım modellerinin yanı sıra temelde üçe ayrılmış bulut bilişim servis modeli bulunmaktadır. Yazılım olarak servis, altyapı olarak servis ve platform olarak servis olarak alt dallara ayrılan servis modelleri yıllar içerisinde bünyesine başka servis modelleri de eklemiştir.

Her teknolojik iş sürecinde olduğu gibi bulut bilişimde de paydaşlar bulunmaktadır. Bulut bilişimin en büyük paydaşı tabii ki kullanıcı yani müşteridir. Bir diğer ana paydaş ise kullanıcılara bulut bilişimi sağlayan ve kendilerine bulut bilişim hizmet sağlayıcısı denilen firmalardır. Bu firmalar özel sektörden olabileceği gibi ülkelerin kamu sektörüne hizmet etmesi amacıyla kurdukları çeşitli kamu kurumları da olabilmektedir. Bulut taşıyıcısı, bulut denetçisi ve bulut komisyoncusu da diğer paydaşlardandır.

Geleneksel modelin kendine has avantaj ve riskleri olduğu gibi bulut bilişimde de bu durum kendini göstermektedir. Bulut bilişimdeki en büyük avantajın maliyet kalemi olduğu tüm teknoloji çevrelerince kabul görmüş bir durumdur. Zaten bulut bilişimin dünya kamu sektöründe kendine yer edinmesi ve benimsenmesi bu tasarruf avantajı sebebiyledir. Her yerden erişilebilirlik, esneklik, ölçeklenebilirlik, platform bağımsız olması, uygulama testlerinin kolaylığı, ölçülebilir hizmet kalitesi, yedekleme gücü, sürüm güncelleme kolaylığı ve çevreci yaklaşım gibi diğer avantajları da bulunmaktadır. Geniş bant internet yetersizliği, eski uygulamaların bulut ortama olan uyumsuzluğu, firma ve sistem güvenilirliğine dair şüpheler, ortak standartların olmayışı, veri mahremiyetinin ihlali, sözleşme uygunsuzlukları ve henüz hukuki alt yapının tam olarak kurgulanmaması gibi çeşitli durumlar ise bulut bilişimin riskleri kapsamında sayılabilmektedir.

Bulut bilişimin tüm yönleriyle incelenerek aktarıldığı bu tez çalışmasının birinci bölümünde, bulut bilişimin çeşitli teknoloji otoritelerince yapılmış tanımları aktarılarak özelden genele doğru bir tanım yapılmıştır. Yine otoritelerce kabul görmüş bulut bilişimin beş temel özelliği de bu bölümde aktarılmıştır. Bulut bilişimin tarihçesi, 1950'li yıllardan günümüze kadar dönemsel bir şekilde incelenmiştir. Bulut bilişimin gelişiminde rol oynayan diğer teknolojiler ve bulut bilişimin paydaşları yine aynı bölümde ele alınmıştır. Bölümde son olarak incelenen konular ise bulut bilişim dağıtım modelleri ve bulut bilişim servis modelleri olmuştur.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde bulut bilişim avantajları ve sahip olduğu riskler teknik, hukuki ve işletimsel açıdan incelenerek sunulmuştur. Yine aynı bölüm kapsamında bulut bilişimin risklerine karşı teknik ve hukuki olarak ne gibi önlemler alınabileceği aktarılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde, kamu bilişim sistemlerine bulut bilişim teknolojilerinin idari ve teknik açıdan kurulması ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bir nevi kamu kurumları için bulut bilişim teknolojileri hakkında iş akış süreçlerini içererek yol haritası sunan bu bölümde, bulut bilişim teknolojilerinin kurulmasının yanı sıra yürütülmesi ve denetlenmesi gibi konularda da bilgi verilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde, dünyada teknoloji konusunda öncü girişimlerde bulunan ve kamu bulutlarını oluşturan ülkelerden birkaçı hakkında çeşitli bilgiler sunulmuştur. Aynı bölüm içerisinde Türkiye'nin kamu bulutu için bugüne kadar hangi çalışmalarda bulunduğu ve şu an hangi aşamada olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kendi kamu özel bulutunu oluşturan ülkemiz kamu kurum ve kuruluşlarına da yer verilmiştir. Bölümün sonunda ise dünyaca ünlü çeşitli bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının tarihçeleri ve teknolojik detayları aktarılmıştır.

Tezin beşinci bölümünde, bulut bilişim sistemlerinde yaşanabilecek siber tehditler ile bu siber tehditlere karşı geliştirilen siber güvenlik mekanizmalarından bahsedilmiştir. Özellikle bulut bilişim kullanıcılarının sahip oldukları verileri bulut bilişim hizmet sağlayıcılarda depolamaları, çeşitli siber güvenlik ihlallerine sebep olabilmektedir. Bu ihlallerin önüne geçebilmek amacıyla bulut bilişim mimarisinde kullanılan veri şifreleme yöntemleri de bu bölümde detayları ile açıklanmıştır.

Sonuç ve değerlendirme bölümünde, kamu sektörü açısından bulut bilişim teknolojilerinin önemi, avantaj ve riskleriyle beraber açıklanmıştır. Geleneksel bilişim mimarisi ile bulut bilişim mimarilerinin arasındaki farklara dair çıkarımlarda bulunularak, kamu sektöründe bulut bilişim teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının temel amaçları; bulut bilişimin çeşitli otoritelerce belirlenmiş tanımlarının aktarılarak bulut bilişim teknolojilerinin kapsamlı bir şekilde incelenmesi, bulut bilişimin çeşitli yönlerden avantajları ve risklerinin değerlendirilmesi ve bulut bilişim teknolojilerinin ülkemiz kamu bilişim sistemlerinde verimli ve etkin kullanımına dair önerilerin sunulmasıdır. Bu temel amaçlara ulaşılırken hedeflenen diğer amaçlar ise şunlardır;

- Bulut bilişimin temel özelliklerini ve kronolojik olarak gelişim aşamalarını incelemek,
- Bulut bilişimi meydana getiren diğer teknolojileri incelemek ve bu teknolojilerin bulut bilişime olan katkılarını ele almak,
- Bulut bilişim dağıtım modelleri ve bulut bilişim servis modelleri hakkında detaylı bilgi vermek,
- Bulut bilişimin sahip olduğu risklerin çözümlerine dair önerilerde bulunmak,
- Kamu bilişim sistemlerinde bulut bilişimin idari ve teknik açıdan ne şekilde kurulup uygulanabileceğine dair bir yol haritası çizmek,
- Çeşitli ülkelerde kullanılan kamu bulutları hakkında bilgi vermek,
- Bulut bilişim mimarisinde bulunan siber güvenlik riskleri ve bu risklere karşı geliştirilen siber güvenlik çözüm yöntemleri ile veri şifreleme metotları hakkında bilgi vermek,
- Ülkemizde başarıyla uygulanan kamu özel bulutları hakkında çeşitli incelemelerde bulunmaktır.

Tezin Önemi

Günümüzün yükselen teknolojik kavramlarından biri olan bulut bilişimin ülkemiz kamu sektöründeki kullanımı henüz istenilen seviyeye ulaşamamıştır. Bu durum maliyet ve iş gücü kaybı olarak kamu kurum ve kuruluşlarına yansıyabilmektedir. Bu tez çalışmasında; bulut bilişim mimarilerinin avantajları,

risklerine dair çözüm önerileri, başka ülkelerin kendi kamu bulutlarını oluşturma sürecinde yürüttükleri çalışmalar ve ülkemizde kamu sektörü ile bulut bilişim mimarisini buluşturma sürecinde neler yapılabileceğine dair tavsiyeler üzerinde durulmuştur. Bahsi geçen bu konular, ülkemizde bulut bilişime olan farkındalığı artıracak şekilde aktarılmıştır. Ülkemizin de kendi kamu bulutunu oluşturma aşamasında olduğu bu dönemde, bu tez çalışması kurumumuz, diğer kamu kurum ve kuruluşları, bu kuruluşların yöneticileri ve bilişim teknolojileri personelleri tarafından önem arz etmektedir.

Tezin Yöntemi

Bu tez çalışmasında, bir konuyu ölçmekten ziyade bir konuyu tanımlamaya çalışan bilgileri toplamayı, verilerin toplanarak analizlerinin yapıldığı ve derinlemesine incelendiği nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, ulusal ve uluslararası kabul görmüş standartlar, makaleler, eserler, uzmanlık tezleri, bilimsel dergiler ve kılavuzlardan elde edilen veriler bir araya getirilerek bulut bilişim teknolojilerine dair ayrıntılı bilgiler aktarılmış ve ülkemizde kamu bulutu oluşturulmasına dair önerilerde bulunulmuştur.

Veri Toplama ve Analiz Teknikleri

Bu tez çalışmasında veri toplama tekniği olarak kaynak tarama yönteminden yararlanılmıştır. Kaynakları ön tarama aşamasında; tez çalışmasının çerçevesini ve ana başlıklarını belirlemesi amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde yazılmış tez çalışmaları incelenmiştir. Kaynakları detaylı tarama aşamasında; akademik bilimsel veri tabanları, çevrim içi kütüphaneler, yayımlanmış tezler ve makaleler, bilimsel araştırmalar ve internet sitelerinden güncel veriler elde edilmiştir. İlgili veriler tezin amacı doğrultusunda bilimsel ve etik kurallara uygun olarak aktarılmıştır.

Tezin Kapsamı ve Sınırlılıkları

Bu tezin konusu bulut bilişimin teknik ve işletimsel açıdan değerlendirilmesi ve kamu sektöründeki kullanım alanları ile sınırlıdır. Tez kapsamında özel sektördeki bulut bilişim teknolojilerinden detaylı bir şekilde bahsedilmemekle beraber gerekli görülen yerlerde değinilmiştir. Dünyada kamu bulutunu uygulayan ülkeler açıklanırken bu konuda yalnızca belli bir büyüklüğü yakalamış ülkeler hakkında bilgi verilmiştir. Bulut bilişim hizmet sağlayıcıları hakkında bilgilerin aktarıldığı bölümde ilgili araştırmada yer alan ilk dört sağlayıcıdan bahsedilerek diğer sağlayıcılar kapsam dışında bırakılmıştır. Tez çalışmasında bulut bilişimin kamu sektöründeki hukuki boyutları esas ele alınan konu olmamakla beraber, yer yer çeşitli standartlar, mevzuatlar ve kanunlar yoluyla hukuki boyutlarına da değinilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

BULUT BİLİŞİM VE TEMEL ÖZELLİKLERİ

Son yılların popüler teknolojilerinden biri olan bulut bilişim, hem özel sektör hem de kamu sektöründe gün geçtikçe etkisini artırmaktadır. Kullanım alanları genişleyerek daha büyük kitlelere hitap eden bulut bilişim teknolojileri, geleneksel modeldeki teknolojilerden birçok yönüyle ayrışmaktadır. Bu bölümde bulut bilişimin tanımına, temel özelliklerine, tarihçesine, paydaşlarına, bulut bilişimin temelinde yatan diğer teknolojiler ile bulut bilişim dağıtım ve servis modellerine yer verilecektir.

1.1. BULUT BİLİŞİMİN TANIMI

İngilizce "Cloud Computing" olarak çevirisi yapılan bulut bilişim terimine ait literatürde birbirinden farklı tanımlar yer almaktadır. Bulut bilişimin farklı tanımlara sahip olmasındaki en büyük etken, kullanıcı ihtiyaçlarının değişmesinden kaynaklanan teknolojik gelişmeler olarak gösterilebilir. Bir diğer etkenin ise bulut bilişim teknolojilerinin belirli bir teknolojiyi içermesinden ziyade kendi içerisinde birden fazla teknolojik alt bileşeni kapsaması olduğu söylenebilir. Ayrıca bulut bilişim hizmeti sunan kurumların kendi hedefleri doğrultularında bulut bilişim teknolojisini farklı amaçlara hizmet etmek üzere kullanmalarından dolayı bahsi geçen teknolojiye ait zaman içerisinde farklı tanımlar ortaya konmuştur. Bu sebeplerden ötürü bu bölümde, bazı kuruluşların birbirlerinden farklı ve özel tanımları verilerek daha genel bir tanıma doğru gidilecektir.

Çoğu kaynakta bulut bilişim tanımlaması yapılırken ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından yapılan tanım öne çıkmaktadır. Bu tanıma göre bulut bilişim, düşük yönetim çabası veya servis sağlayıcı etkileşimi ile hızlı alınıp gönderilebilen, ayarlanabilir bilişim kaynaklarının (ağlar, sunucular, depolama alanı, uygulamalar ve servisler gibi) paylaşıma açık havuza, istendiğinde ve uygun bir şekilde ağ erişimini sağlayan bir modeldir.[1]

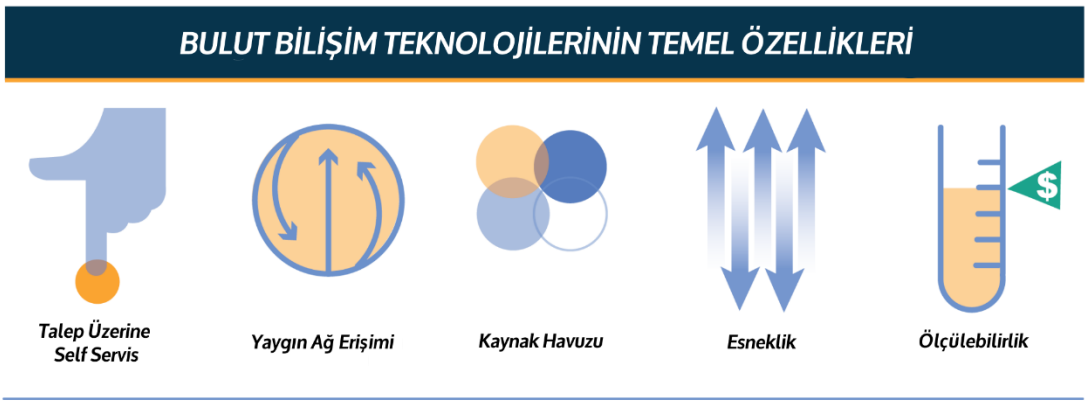
Dünyaca kabul görmüş teknolojik araştırma ve danışmanlık firması olan Gartner'a göre bulut bilişim, ölçeklenebilir ve esnek bilgi teknolojileri özelliklerinin internet teknolojileri kullanılarak bir hizmet olarak sunulduğu bir bilişim tarzıdır.[2] Oxford Üniversitesi ise bulut bilişimi, "*bir veya daha fazla bulut bilişim hizmet sağlayıcısı tarafından talep üzerine sağlanan ağa bağlı bilişim teknolojileri altyapısı, platformları veya yazılımı"* olarak tanımlamaktadır.[3] Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından bulut bilişim, esnek ve düşük yönetim çabası ile erişilebilen bir dizi bilgi işlem kaynağını temel alan bilgi işlem hizmetleri modeli olarak tanımlanmıştır.[4]

Bu tanımlardan hareketle daha genel bir tanım ortaya konulacak olursa, bulut bilişim; bilişim kaynaklarının istenilen zamanda, istenilen kaynak kapasitesi kadar kullanılmasına imkân veren, istenilen veriye istenilen yerden erişimin mümkün olduğu, erişim izinlerinin güvenli kontrol politikaları ile birlikte sağlandığı, esnek bir şekilde kaynak kapasitenin arttırılıp azaltılabildiği ve kaynak kullanımlarının kolaylıkla raporlanabildiği bir bilişim türüdür.

[1] Peter Mell, Timothy Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing", *U.S. Department of Commerce Special Publication,* Sayı: 800-145, 2011, s. 2.
[2] https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/cloud-computing (14.08.2020)
[3] https://help.it.ox.ac.uk/cloud/cloud-computing (14.08.2020)
[4] OECD, "Cloud Computing: The Concept, Impacts and the Role of Government Policy", *OECD Digital Economy Papers,* Sayı: 240, 2014, s. 8.

1.2. BULUT BİLİŞİMİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Bulut bilişim terimine ait teknoloji otoriteleri tarafından kabul görmüş en net tanımlardan birini ortaya koyan ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST), aynı zamanda bulut bilişimin temel özelliklerini de belirlemiştir. Şekil 1.1'de görüleceği üzere NIST, bu teknolojinin mutlaka içermesi gereken temel özelliklerini; talep üzerine self servis, yaygın ağ erişimi, kaynak havuzu, esneklik ve ölçülebilirlik olmak üzere beş ana başlık altında toplamıştır.[5]



Şekil 1.1 Bulut Bilişim Teknolojilerinin Temel Özellikleri

1.2.1. Talep Üzerine Self Servis

Bu temel özellik kullanıcının istediği bilişim kaynaklarını kendi ihtiyaçları ölçeğinde otomatik olarak temin edebilmesine dayanmaktadır. Kullanıcılar, istedikleri zamanda ve istedikleri kaynaklara merkezi bir onay mekanizması olmadan erişebilmeli ve sınırsız bir şekilde kullanabilmelidir. Bu sınırsız işlem yapabilme hissi, başta uygulama geliştiriciler ve diğer profesyonel bilişim personelleri için geleneksel yöntemlere göre daha rahat çalışma ortamına zemin sağlamaktadır. Berkeley Üniversitesi bünyesinde bulunan RAD (Reliable Adaptive Distributed Systems) laboratuvarı tarafından yapılan araştırmada, sınırsız kaynakların kullanıcılara sunulmasının insanlar üzerinde "sınırsız kaynak illüzyonu" yarattığı ve bu durumun insanları bilişim kaynaklarının eskiden olduğu gibi maliyetli ve ulaşılamaz olarak

[5] P. Mell, T. Grance, 2011, s. 2.

yaratılan geleneksel algıdan uzaklaştırdığı görülmüştür.[6] Bu da kullanıcıların iş üretim süreçlerinde kendilerini daha rahat hissetmelerini sağlayarak verimliliği artırmaktadır.

1.2.2. Yaygın Ağ Erişimi

Bulut bilişim teknolojileri, ağlar üzerinden yaygın ve kolay bir şekilde erişilebilir ve kullanılabilir olmalıdır. Ancak buradaki en önemli nokta; ağ üzerinden erişilebilir olma durumunun yalnızca belirli bir platformdan değil tüm platformlar üzerinden gerçekleştirilebilir olmasıdır. Kullanıcıların; cep telefonları, dizüstü bilgisayarları, masaüstü bilgisayarları, tabletleri veya büyük ölçekli iş istasyonları gibi çeşitli istemci platformları üzerinden diledikleri zamanda bulut bilişim teknolojisine dâhil olabilmeleri gerekmektedir. Bulut bilişimde, geleneksel yöntemlerden farklı olarak ek lisans ücretleri verilmeksizin veya cihazları sınırlandırmak için özel protokollere sahip olunmadan kullanılabilmeye imkân verilmelidir. Bu da genel kabul görmüş HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) gibi çeşitli protokoller veya API (Application Programming Interface) gibi uygulama programlama arayüzleri sayesinde kullanıcılara rahat bir biçimde sunulmalıdır.

1.2.3. Kaynak Havuzu

Bulut bilişim hizmet sağlayıcısı, tüm kullanıcıların hizmetine sunulan bir kaynak havuzuna sahip olmak zorundadır. Bu kaynak havuzunda fiziksel ve sanal kaynakların birden çok müşteriye sunulması, bu kaynakların kullanıcıların hizmetine kiracılık modeli ile sunulması, kullanıcılardan geri alınabilmesi veya tekrar kullanıcıların hizmetine sunulabilmesi gerekmektedir. Hizmet sağlayıcısı tarafında kaynak havuzu oluşturulurken birden fazla lokasyonda (veri merkezi, şehir veya ülke) kullanıcıların verileri tutulabilmekte ve bu durum geleneksel mimarilere göre verimi artırmaktadır.

[6] Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing", *UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory*, 2009, s. 4.

Geleneksel mimarilerde her bir iş için, kullanıcıya çeşitli hesaplamalar sonucunda kaynaklar atanır ve işin sonuna kadar atanan kaynaklar kullanıcı üzerinde tahsisli bir şekilde bekletilir. Kullanıcılar iş süresi boyunca hep aynı kaynakları harcamamalarına rağmen, üzerlerinde maksimum yük kadar sunucu ve kaynak bulundururlar. Ancak bulut bilişim mimarilerinde anlık olarak kullanıcıların tükettiği kaynak kadar sunucu tahsisi yapılır ve boşta kalan kaynaklar diğer kullanıcıların erişimine sunulur. Böylece yılın diğer dönemlerinde yük miktarı maksimum değeri aşan diğer kullanıcıların da kesintisiz bir şekilde hizmet alabilmesi sağlanmış olur.

1.2.4. Esneklik

Kaynak havuzunda belirtildiği üzere; kaynak kapasiteleri, bulut bilişim hizmet sağlayıcısı tarafından bir havuz içerisinde esnek bir şekilde kullanıcılara dağıtılabilmelidir. Kapasitelerin kullanıcıların anlık ihtiyaçlarına göre saniyeler bazında genişletilebilmesi veya daraltılabilmesi sağlanmalıdır. Bu sayede özellikle büyük ölçekli kuruluşlar kaynak miktarlarını anlık olarak ayarlayarak iş verimliliklerini artırabilmektedirler.

Bulut bilişim kullanıcılarının kendine ayrılan kaynaklarını ihtiyaç durumlarına göre artırıp azaltabilmesi aslında bir takım kullanım risklerini de beraberinde getirmektedir. Çünkü kaynak havuzundaki bu esneklik seçeneği, kullanıcılara sınırsızlık illüzyonu yaratıyor olsa da aslında kaynaklar sınırsız değildir. Bulut bilişim hizmet sağlayıcının ölçeğine göre sahip olduğu kaynaklar da doğal olarak sınırlı bir yapıya sahiptir. Bu sebeple, hizmet sağlayıcıların müşterilerini zarara uğratmamak adına onların anlık performans ölçümlerini çok iyi analiz ederek, dönemsel kaynak kullanım miktarı dağıtımlarını başarılı bir şekilde yapabilmeleri gerekmektedir.

1.2.5. Ölçülebilirlik

Kaynak kullanım miktarlarının hem bulut bilişim hizmet sağlayıcı hem de kullanıcılar tarafından izlenebilir ve kontrol edilebilir olması gerekmektedir. Bu

durum kullanıcıların kendi dönemsel bant genişliği ve kaynak kullanımlarını da takip edebilmelerine olanak sağlamaktadır. Bu sayede kullanıcılar, bulut mimarilerindeki kaynaklarını optimize ederek verimliliklerini arttırabilmektedirler.

Bulut bilişim teknolojilerinde ücretlendirme konusu ve şartları, sağlayıcı ve müşteri arasında yapılan SLA (hizmet seviye anlaşması) ile açıkça belirtilmektedir. Genellikle ücret tarifeleri, kullanıcıların tükettiği kaynak miktarlarına göre yapılmaktadır. Kullanıcılar kendilerine tahsis edilen kaynakları ne kadar az kullanırlarsa, o kullanım oranında da ücretlendirme politikası ile karşılaşırlar. Eğer kullanıcılar ihtiyacından fazla kaynağa sahip olduğu dönemleri ölçebilirse ve o dönemlerde de kendi üzerlerindeki kaynakları boşa çıkarırlarsa maliyetleri de bir o kadar düşebilmektedir.

1.3. BULUT BİLİŞİMİN TARİHÇESİ

Bulut bilişim denildiğinde herkesin aklına 21.yüzyılda başlayan teknolojik gelişmeler gelmektedir. Ancak bulut kavramı günümüzden çok eskilere dayanmaktadır. 1950'li yıllarda bilgisayar kavramı insanların hayatına girdiğinde çok pahalı ve devasa makineler olarak görülmekteydi. Bireysel kullanım düzeyine inemeyen bilgisayarlar, yalnızca kurumsal yerlerde bulunmakta ve her personelin bu makinelere erişim imkânı bulunmamaktaydı. Bu yüzden birden çok kullanıcının bağlı olduğu istasyonlar aracılığıyla kurumlarda bulunan ve bir elin parmaklarını geçmeyecek sayıdaki ana bilgisayarlara "zaman paylaşımı" programları ile erişilirdi.[7] İşte bu paylaşımlı kullanım tekniği, bulut bilişimin temelini oluşturmaktadır.

1960'lı yıllara gelindiğinde bilgisayar bilimcisi John McCarty'nin söylediği *"Bilişim, günün birinde kamu hizmeti şeklinde sunulabilir."* sözü ve bilgisayar bilimcisi J.C.R Licklider'in birbirine bağlı küresel bir bilgisayar ağı fikri, internet

[7] Fernando J. Corbato, Marjorie Merwin Daggett, Robert C. Daley, "An Experimental Time-sharing System", *Spring Joint Computer Conference*, 1962, s. 335-344.

kavramının ilk izleri olarak görülmektedir. 1969 yılında bu fikirler öncülüğünde internetin ilkel bir versiyonu olarak bilinen ARPANET (Gelişmiş Araştırma Projeleri Dairesi Ağı) projesi geliştirildi. ARPANET, ABD Savunma Bakanlığı içerisinde kullanılmaya başlanan ve dijital kaynakların aynı fiziksel konumda olmayan bilgisayarlar arasında paylaşılmasına izin veren ilk ağ olarak bilinmektedir.[8] Bu proje hayata geçirilirken sahip olunan ana hedef, herkesin bilgisayarlar aracılığıyla birbirine bağlı olabilmesi ve herkesin her yerden bilgiye erişebilmesiydi.

1970'li yılların sonlarında artık istemci-sunucu mimarilerinin kullanılmaya başlanmasıyla bulut bilişimin temelleri atılmaya başlandı. 1973 yılında Madnick ve Donovan'ın ortaya attığı bir kavram olan sanal bilgisayarlar ile bilişimin bir bütün olarak soyutlanmasından ve sanal bilgisayarların da donanımlardan soyutlanmasından bahsedilmiştir.[9]

1980'li yıllar ile beraber kişisel bilgisayarların ortaya çıkması ve bilgisayar yazılımlarının pazar büyüklüklerinin artması ile artık internetin başlangıç adımları görülmektedir. 1990'lı yıllarda internetin tam olarak ortaya çıkışı ve giderek hızlı bir şekilde geniş bant ağ altyapılarının gelişmesiyle birlikte bulut bilişim kavramı artık sıklıkla gündeme gelmeye başlamıştır.

1993 yılında NCSA (National Center for Supercomputer Applications) tarafından piyasa sürülen Mosaic, 1994 yılında geliştirilen Mozilla ve 1995 yılında Microsoft tarafından geliştirilen Internet Explorer internet tarayıcıları, internetin bireysel kullanımını ve dünya çapında popülerliğini artırmıştır. Bu gelişmeler bulut bilişim teknolojilerinin önünü iyice açmıştır.

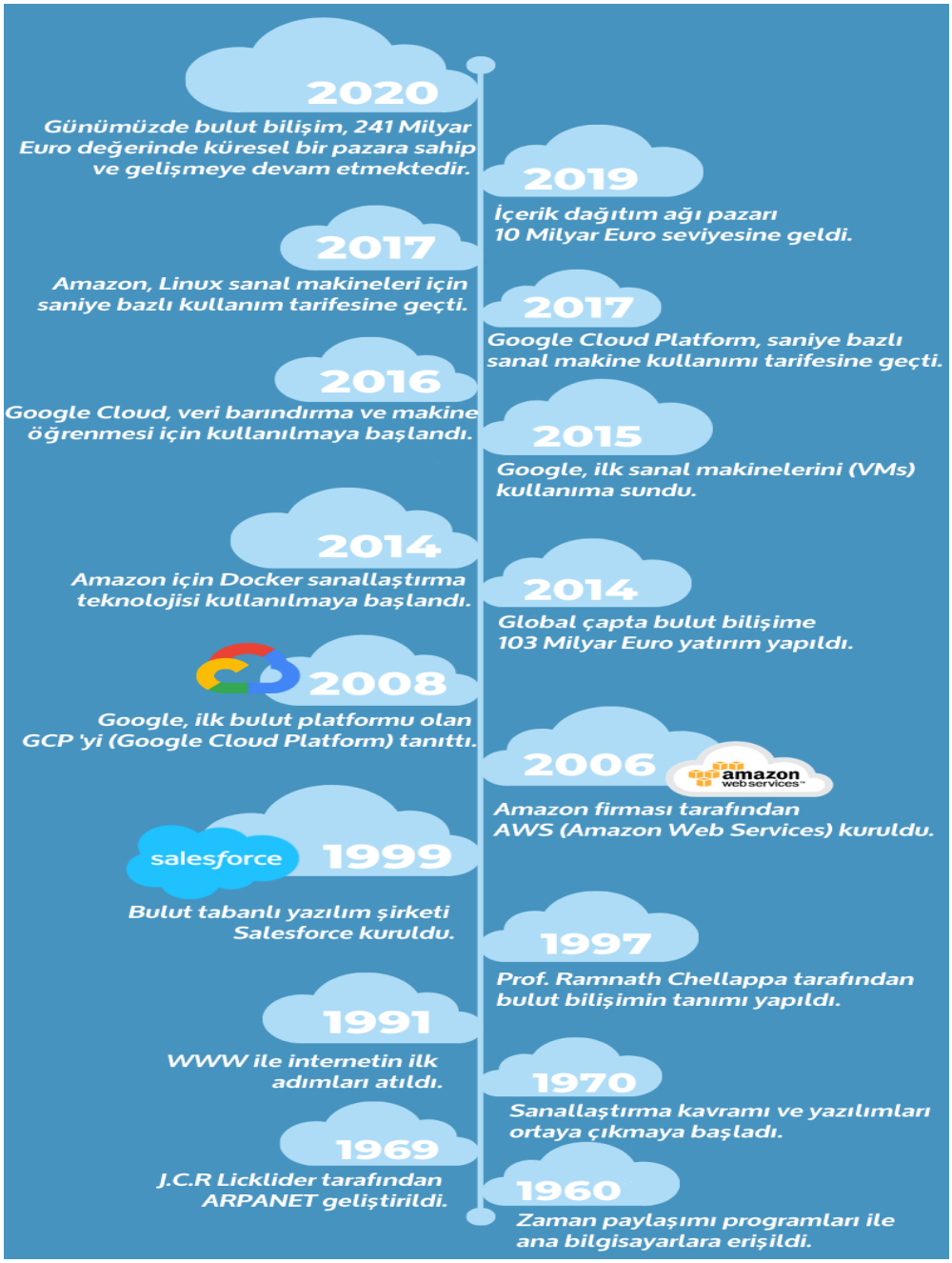
1990'lı yıllarda kullanıcıların sadece içerikleri okuyup herhangi bir katkıda bulunamadığı klasik internet kavramından sonra 2000'li yıllarda kullanıcıların

[8] https://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/internet'in-tarihçesi (15.08.2020)
[9] Stuart E. Madnick, John J. Donovan, "Application and Analysis of the Virtual Machine Approach to Information System Security and Isolation", *Proceedings of the Workshop on Virtual Computer Systems*, 1973, s. 210-224.

birbirleriyle daha etkileşimli olduğu Web 2.0 kavramı[10] ile tanışılması, bulut bilişim mantığına aşinalığı da beraberinde getirmiştir. Bu yıllarda Google'ın ilk tarayıcısı olan Chrome'un yayınlanması, sosyal medya sitelerinin insanların hayatlarına girmesi, yüksek kapasiteli ağların her yerden erişilebilir olması, bilgisayar ve depolama aygıtlarının eskiye oranla maliyetlerinin düşmesi ve yeni gelişen sanallaştırma teknolojileri bulut bilişim adına çok büyük gelişmelere sebep olmuştur.

Günümüzde kullanılan bulut bilişim teknolojilerine en yakın teknolojinin kullanımı, 2002 yılında Amazon firması tarafından ortaya çıkmıştır. Şirket içerisindeki bilgisayar ağlarının yalnızca yüzde 10'luk kısmı kullanılmakta ve geriye kalan tüm kapasite atıl durumda beklemekteydi. Bu atıl kapasiteyi öncelikle şirket içerisinde bilgi işlem servisi olarak kullanan Amazon, verimlilik artışı raporlarının ardından bu hizmeti dış kullanıcılarına da açmak istemiştir. Bu hizmetlerin dışarı açılması ile birlikte ticari olarak ilk defa bulut bilişim kavramı Amazon Web Services (AWS) adı altında hizmete girmiştir.[11] 2006 yılında meydana gelen bu gelişmeden sonra Apple, Google ve IBM gibi diğer teknoloji devleri bulut bilişim teknolojisini benimseyerek geliştirdiği tüm ürün ve servislerinde bu teknolojiyi kullanmıştır.

[10] Web 2.0 kavramı hakkında ayrıntılı bilgi "*Bulut Bilişimin Gelişiminde Rol Oynayan Teknolojiler/Web 2.0*" bölümünde verilecektir.
[11] https://siliconangle.com/2016/03/14/ten-years-on-jeff-bezos-risky-bet-on-amazon-web-services-pays-off-big (15.08.2020)



Şekil 1.2 Bulut Bilişim Teknolojilerinin Tarihçesi[12]

Şekil 1.2'de de görüleceği üzere bulut bilişim teknolojileri, bugüne kadar çeşitli bilim insanları ve kuruluşların ortak çalışmaları ile günümüze gelen artırımlı bir teknolojidir. Bulut bilişim, sağlanan teknolojik gelişmeler ile günümüzde geleneksel

[12] https://www.pioneer-search.com/blog/2020/03/the-history-of-cloud-computing (16.08.2020)

yöntemlere göre kullanım oranlarını ve pazar payını artırarak hayatımızda daha çok kendisini göstermeye devam edeceğe benzemektedir.

1.4. BULUT BİLİŞİMİN GELİŞİMİNDE ROL OYNAYAN TEKNOLOJİLER

Bulut bilişim mimarileri, günümüzde kullanılan ve yaygınlaşan mevcut formlarını aldıkları süre zarfında, kabiliyetlerini artırmalarına yardımcı olan çeşitli teknolojilerden faydalanmıştır. Bu teknolojiler sayesinde bilişim dünyası tarafından bulut bilişimin getirdiği yenilikler daha iyi anlaşılabilmiştir. Bulut bilişim öncesinde var olan geleneksel bilgi teknolojileri mimarilerinin üzerine hâlihazırda var olan çeşitli alt bileşen teknolojileri de geliştirilerek günümüzdeki bulut bilişim teknolojisine ulaşılmıştır. Bu alt bileşenlere örnek olarak; sanallaştırma, istemci-sunucu modeli, çoklu kiracılık modeli, uygulama programlama arayüzü (API), Web 2.0 ve dağıtımlı hesaplama modeli verilebilir.

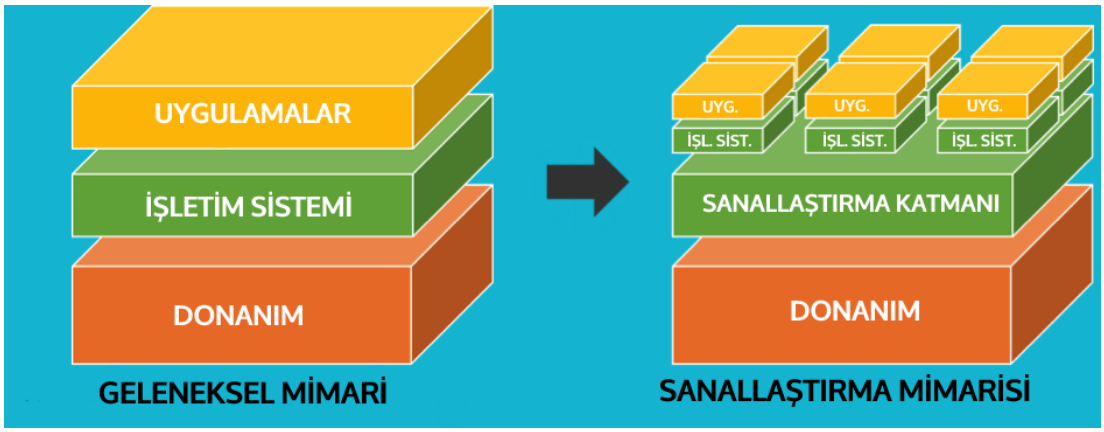
1.4.1. Sanallaştırma Teknolojileri

Sanallaştırma teknolojisi, bulut bilişimin temelini oluşturan bir teknoloji platformudur. Günümüzdeki veri merkezlerinin eskiye oranla çok daha gelişmiş ve modern imkânlara sahip olmasındaki en büyük etken, sanallaştırma teknolojileri olarak görülmektedir. İşlemci, bellek, depolama ve ağ gibi bilişim kaynaklarının uygulamalardan ve son kullanıcılardan soyutlanması manasına gelen sanallaştırma; havuzda bulunan tüm kaynakların yetkili kişilerce kullanılabilir ve erişilebilir olmasını sağlamaktadır.

Sanallaştırma teknolojileri, kullanıcılar için ölçeklenebilir ve paylaşılabilir bir havuz ortamı sağlayarak, birden fazla kiracılı bulut modellerine imkân sağlayabilmektedir. Kurum ve kuruluşlar açısından sanallaştırma teknolojileri

sayesinde veri merkezi konsolidasyonu sağlanarak, bilişim departmanlarının operasyonel verimliliği artırılabilmektedir.[13]

Sanallaştırma teknolojileri bilinen tüm bilişim altyapı katmanlarına uygulanabilir. Şekil 1.3'te görüleceği üzere; ağlar, sunucular, işletim sistemleri, uygulamalar ve depolama birimlerine uygulanabilen sanallaştırma, bu katmanları birbirinden ayırarak birbiriyle olan bağımlılıklarını asgari düzeye indirir. Her bir fiziksel makine üzerinde çalışan Windows, Linux, MacOS gibi sanal işletim sistemleri bağımsız olarak programlanabilir ve birbirlerinin yaptığı işlerden etkilenmezler. Bu durumun da başta büyük ölçekli kurum ve kuruluşlar olmak üzere getirdiği avantajları bulunmaktadır. Özellikle fiziksel sunucu sayısının azaltılmasından dolayı sunucu bakım ve enerji maliyetlerinde ciddi düşüşler sağlanabilir. Geleneksel yöntemlerde yer alan fiziksel sunucuların arıza problemlerinde veri kurtarılması işi ciddi bir operasyon olarak görülmekteydi. Ancak sanal sunucuların yedeklenmesi ve yedekten geriye dönüş işlemleri oldukça hızlı ve verimli bir şekilde yapılabilmektedir.



Şekil 1.3 Geleneksel Mimariden Sanallaştırma Mimarisine Geçiş[14]

Yapılan sanallaştırma tanımları ve açıklamalarından sonra, bulut bilişim teknolojisi ile sanallaştırma teknolojilerinin birbirleriyle oldukça sıkı bir şekilde ilişkili olduğu görülmektedir. Her iki platformda da donanım katmanları ile uygulama

[13] Tim Mather, Subra Kumaraswamy, Shahed Latif, *Cloud Security and Privacy: An Enterprise Perspective on Risks and Compliance*, O'Reilly Media Inc, USA, 2009, s. 14.
[14] https://resources.infosecinstitute.com/11-points-consider-virtualizing-security/#gref (17.08.2020)

katmanları birbirinden soyutlanmakta ve fiziksel kaynaklardan ihtiyaçlar oranında sanal kaynakların yaratıldığı görülmektedir. Ancak bulut bilişimin sanallaştırmaya göre ek olarak çok önemli bir temel özelliği daha bulunmaktadır. Bulut bilişimde, bilişim kaynaklarının bulut sağlayıcıya bağlı olmaksızın kullanıcılar tarafından artırılıp azaltılabilmesi sağlanabilmektedir. Bu dönemsel değişen kaynakların anlık olarak ölçülüp takip edilmesi, raporlanması ve aynı kaynaklar üzerinde birbirinden farklı müşterilerin kiracılık yapabilmesi bulut bilişimin sanallaştırmaya göre gelişmiş özellikleri arasında gösterilebilir. Sanallaştırma ile bulut bilişimin diğer yönlerden ayrılan özellikleri Tablo 1.1'de görülmektedir. Özet olarak; sanallaştırma bir tekniktir ancak bulut bilişim, sanallaştırma tekniklerini kullanan bir teknoloji kavramıdır.

Tablo 1.1 Sanallaştırma ve Bulut Bilişim Arasındaki Farklar[15]

	Sanallaştırma	Bulut Bilişim
Amaç	Bir fiziksel donanım sisteminden çoklu ortamlar oluşturulur.	İsteğe bağlı kullanım için sanal kaynakları bir araya toplayarak otomatikleştirir.
Kullanım	Belirlenmiş kaynakları belirli bir amaç için belirli kullanıcılara sunar.	Çeşitli kullanıcı gruplarına farklı amaçlar için değişen kaynaklar sağlar.
Kullanım Süresi	Uzun sürelidir.	İhtiyaca bağlı olarak kısa veya uzun süreli olabilir.
Maliyet	Sermaye giderleri yüksek iken; işletme giderleri düşüktür.	Sermaye giderleri düşük iken; işletme giderleri yüksektir.
Ölçeklenebilirlik	Sadece artırılabilir.	İhtiyaç doğrultusunda artırılıp azaltılabilir.
Kullanıcı	Tekli kullanıcı vardır.	Çoklu kullanıcı vardır.

1.4.2. İstemci Sunucu Modeli

Bu model, sunucu olarak adlandırılan kaynak sağlayıcılar ile istemci olarak adlandırılan hizmet talep edenler arasında yükleri paylaştıran bir uygulama yapısıdır.

[15] https://www.teknotel.com/blog/sanallastirma-ve-bulut-bilisimin-farklari/ (18.08.2020)

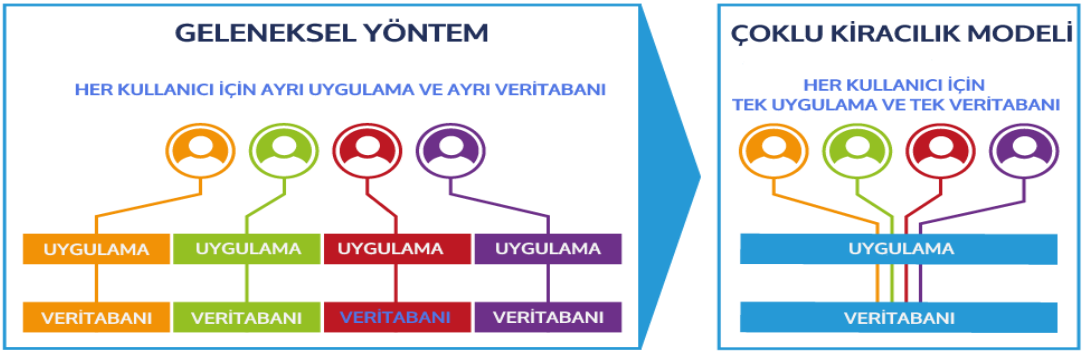
İstemci sunucu modeli, istemciden sunucuya doğru bir trafik bulunduran tek yönlü bir modeldir. Sunucular kendi kaynaklarını istemciler ile paylaşırken; istemciler sunucudaki içeriği veya hizmetleri talep etmektedirler.[16] Bu modele verilebilecek en güzel örnek günümüzdeki internettir. Kullanıcılar bir internet tarayıcı üzerinden istedikleri bir internet sitesine giderken, öncelikle istemci olarak sunucudan sayfaya ait veri ve uygulamaları istemektedir. Sunucu da kendisine gelen istekleri cevaplayarak internet sitesini istemcinin kullanımına sunmaktadır.

1.4.3. Çoklu Kiracılık Modeli

Çoklu kiracılık modeli, bir uygulama veya hizmeti birden fazla kullanıcı arasında paylaştırmak amacıyla, her bir kiracıya adanmış bir alan sağlayan ve diğer kiracılardan izole edilen bir yaklaşıma dayanmaktadır. Bu modelde bahsi geçen kiracı alanı kavramı ise müşterilere önceden tahsis edilen ve istedikleri uygulamaları çalıştırabildikleri kaynak alanlarını temsil etmektedir.[17]

Çoklu kiracılık modelinin faydaları arasında; kullanılabilecek yük kapasitesinin genişletilmesi, merkezi altyapı sayesinde maliyetlerin azaltılması, atıl kalan sistemlerin de devreye alınması ile verimliliğin artırılması ve izlenebilir performans rakamları gösterilebilir.

[16] Haroon Shakirat Oluwatosin, "Client-Server Model", *IOSR Journal of Computer Engineering*, Sayı: 16, No: 9, 2014, s. 68.
[17] Rouven Krebs, Christof Momm, Samuel Kounev, "Architectural Concerns in Multi-Tenant SaaS Applications", *Proceedings of the 2nd International Conference on Cloud Computing and Services Science*, 18-21 Nisan 2012, s. 2.



Şekil 1.4 Çoklu Kiracılık Modeli[18]

Bulut bilişim teknolojisi ile çoklu kiracılık platformunu birbirinden ayıran en temel özellik kaynak sayısıdır. Bulut bilişimde kaynaklar tek bir yerde toplanmayıp internet üzerinde bulunan havuzda toplanmakta ve farklı lokasyonlarda bulundurulabilmektedir. Ancak Şekil 1.4'te görüleceği üzere; çoklu kiracılık modelinde birden fazla müşteri yalnızca tek bir lokasyonda barındırılan veri depolama, donanım ve işletim sistemleri üzerinden çalışabilir. Her iki teknolojide de kullanıcılar sanal segmentler sayesinde birbirlerinin verilerini görememektedir. Ancak bulut bilişimdeki yer alan esneklik özelliği çoklu kiracılık modelinde yer almadığından, bulut bilişimin daha kapsamlı bir teknoloji olduğu öne çıkmaktadır.

1.4.4. Uygulama Programlama Arayüzü (API)

API (Application Programming Interface) adı verilen ve Türkçede uygulama programlama arayüzü olarak adlandırılan bu programlar, kullanıcılara geliştirecekleri uygulamalar için çeşitli araçları sunmaktadır. API'lerin kullanım alanlarına bakıldığında; işletim sistemleri, veri tabanları ve internet tabanlı programlar olarak sıralanabilir.[19] Zaman içerisinde bulut bilişim teknolojileri yaygınlaşıp geliştikçe API'ler de bulut bilişime hizmet vermeye başlayarak uygulamalarda bazı kolaylıklar sağlamaya başladılar. API sayesinde kullanıcılar kaynaklardan isteklerini kendi

[18] https://www.peoplefluent.com/blog/learning/single-tenant-lms-vs-multi-tenant-lms-security/ (20.08.2020)
[19] Qian Cao, Zhechen Gong, "API Design Considerations: An Empirical Assessment Approach", *University of Gothenburg Department of Computer Science and Engineering*, Göteburg, 2015, s. 5.

kendilerine temin edebilir hâle geldiler. Ayrıca bu isteklerin temininde yine API'ler sayesinde çeşitli arayüz ve programlar kullanılarak müşterilere teknolojik kolaylıklar sağlanmaktadır.

Her ne kadar API'lerin bulut bilişim modellerinin uygulanmasını kolaylaştıran bir faktör olmalarına rağmen, günümüzde API ile bulut bilişim ilişkisinde çeşitli sorunlar da meydana gelmektedir. Bunlardan en önemlisi, her bulut bilişim modelinin kendine özel bir biçimde geliştirdiği API'lerinin olmasıdır. Bu sorun da farklı bulut platformları arasında transferlerin imkânsız olmasını beraberinde getirmiştir. Her bulut platformunun üzerinde çalıştığı API'ler o hizmete özgü olduğu için, bulut bilişim müşterileri ve geliştiricileri birbirinden farklı API'lerin de kullanımını öğrenmek zorunda kalmaktadır. Günümüzde yaşanan bu problemden dolayı hem API geliştiricileri hem de bulut bilişim hizmet sağlayıcıları ortak bir platform sağlayacak API standartları konusunda çalışmalarını devam ettirmektedir.

1.4.5. Web 2.0

Web 2.0 kavramını açıklamadan önce bilinmesi gereken bir kavram olan Web, kısaca interneti ifade etmektedir. Daha uzun bir ifadeyle açıklamak gerekirse; Web, WWW[20] ifadesinin kısaltılmışı olarak kullanılmakta ve günümüz internet teknolojisinin kullanıcılara görünen platformu olarak görülmektedir.[21] Milyonlarca bilgisayarın küresel bir çapta birbirine bağlanabildiği devasa bir ağı temsil eden Web sayesinde, dünyanın bir ucundaki bilgisayar ile mesafe sınırı olmaksızın başka bilgisayarlara veya daha küçük ağlara yolculuk yapılabilmektedir.

1990'lı yıllarda evlere kadar giren internet kavramı, artık insanların yaşamını etkilemeye başlamıştır. Henüz emekleme dönemini yaşayan internetin 2000'li yıllara

[20] WWW (World Wide Web): Dünya Çapında Ağ.
[21] C. Xavier, *Web Technology and Design*, New Age International Publishers, New Delhi, 2003, s. 20.

kadar sürdürdüğü o çağa günümüzde Web 1.0 adı verilmektedir.[22] Kullanıcıların sadece internet sitelerini görüntüleyebildiği, henüz bir geri dönüşte bulunamadıkları ve içerik üretmenin günümüze göre oldukça zor olduğu bu dönem, aslında internetin bir nevi sanal ansiklopedi görevini gördüğü yıllar olarak görülebilir.

2004 yılında O'Reilly Media Web 2.0 konferansında ilk defa dile getirilerek yeni çağa ismini veren Web 2.0 kavramı, günümüz sosyal medya platformlarının temelini oluşturmaktadır.[23] İkinci nesil internet hizmetlerini tanımlayan Web 2.0 ile birlikte artık kullanıcılar ortaklaşa paylaşımlar yaparak dinamik internet sitelerini oluşturmaya başlamışlardır. İlk yapılan Web 2.0 konferansında Tim O'Reilly ve John Battelle, bu yeni kavramın sosyal ağ sitelerini, blogları, video paylaşım sitelerini ve kullanıcıların birbirleriyle etkileşime girebildiği yeni nesil ansiklopedileri karşıladığını belirtmiştir. Kullanıcıların önlerine gelen bilgiyi sadece okuyarak değil, bu bilgilerin üzerine kendi fikir ve bilgilerini de ekleyerek diğer kullanıcıların hizmetine sunmasına imkân tanıyan 2. nesil internet ile gelişmiş internet organizasyonları da kendini göstermeye başlamıştır.

Web 2.0'ın gelişmeye başlaması ile birlikte bulut bilişim mimarilerinde de çeşitli ilerlemeler görülmektedir. Kullanıcıların kullandıkları uygulamalara değer katmalarını teşvik eden Web 2.0, bulut bilişime katılımın sağlanması için bir platform görevini üstlenmektedir.

1.4.6. Dağıtımlı Hesaplama (Grid) Modeli

Dağıtımlı hesaplama; hafıza, işlemci, depolama ve veri gibi çeşitli bilgisayar kaynaklarının, kişi ve kurumlar tarafından internet üzerinden paylaşımı ve şeffaf erişimi olarak tanımlanmaktadır.[24] Bu model sayesinde kullanıcılar, kendi işlemci

[22] Nupur Choudhury, "World Wide Web and Its Journey from Web 1.0 to Web 4.0*", International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Sayı: 5, No: 6, 2014, s. 8096.
[23] https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html (23.08.2020)
[24] Bart Jacob, Michael Brown, Kentaro Fukui, Nihar Trivedi, *Introduction to Grid Computing*, IBM Red Books, USA, 2005, s. 3-4.

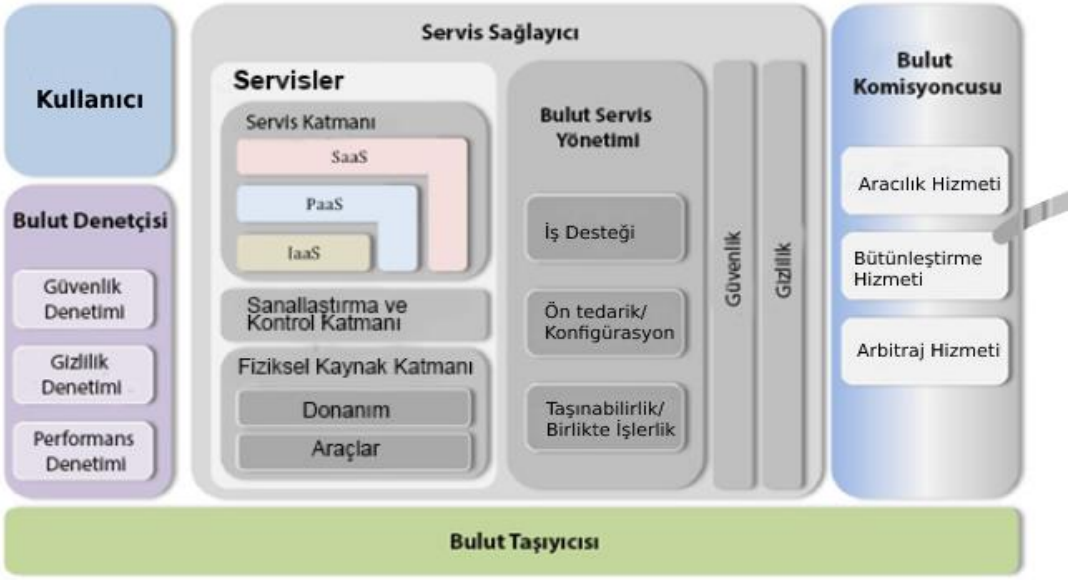
güçleri ve kaynaklarının büyük veri setleri üzerinde yaptığı çalışmalar sırasında yetersiz geldiği durumlarda merkezi bilgisayar üzerinden işlemlerine devam edebilmektedir. Böylece kısa zamanda ve düşük maliyetle kullanıcılar işlem sonuçlarına ulaşabilmektedir. Burada bahsedilen merkezi bilgisayarlar, bir süper bilgisayar olabildiği gibi; kişisel bilgisayarların birbirine bağlanması ile oluşan bir ağ mekanizması da olabilir.

Dağıtımlı hesaplama modelinin tanımlarına bakıldığında bulut bilişim ile oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bu yakınlık da her iki kavramın birbiriyle karıştırılması gibi bir durum doğurmaktadır. Günümüzde bulut bilişim modelleri dağıtımlı hesaplama servisleri tarafından desteklenmektedir ancak bulut bilişim dağıtımlı hesaplamanın çok daha gelişmiş bir modeli olarak görülmelidir.[25] Çünkü dağıtımlı hesaplama mimarilerinde sanallaştırma teknolojilerinden yeterince yararlanılamadığından, olası bir donanım arızasında hizmet kesintileri yaşanmaktadır. Ayrıca bulut bilişimde müşterilere sunulan sunucu kapasiteleri dağıtımlı hesaplama mimarilerine göre çok daha gelişmiş ve entegre olduğu için; dağıtımlı hesaplama modeli daha yüksek kapasiteli ve maliyetli bilişim kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır.

1.5. BULUT BİLİŞİMİN PAYDAŞLARI

Bulut bilişimin ilk tanımlarından birini ortaya koyan NIST, bu mimari için gereksinimleri, kullanımı, karakteristik özellikleri ve çeşitli standartları da belirtmiştir. Bunlardan biri de bu yüksek seviyeli mimari yapının paydaşlarıdır. NIST'e göre bu yapıda beş temel aktör bulunmaktadır. Şekil 1.5'te gösterildiği gibi bunlar; kullanıcı, servis sağlayıcı, bulut taşıyıcısı, bulut denetçisi ve bulut komisyoncusudur.

[25] John W. Rittinghouse, James F. Ransome, *Cloud Computing Implementation, Management and Security*, Taylor and Francis Group, New York, 2009, s.31.



Şekil 1.5 Bulut Bilişim Paydaşları ve Temel Mimari Yapısı[26]

Bu aktörler, her bulut bilişim modelinde yer almak zorunda değildir. Çeşitli kullanım senaryolarına göre bir veya birden fazla paydaş o mimaride bulunmayabilir. Örneğin Şekil 1.6'da yer alan kullanım senaryosuna göre kullanıcı (tüketici) isteğini servis sağlayıcısına doğrudan iletmek yerine bulut komisyoncusuna gönderir. Bulut komisyoncusu ise kullanıcının adına servis sağlayıcısı ile olan ilişkileri yönetir.



Şekil 1.6 Örnek Kullanım Senaryosu – 1[27]

Şekil 1.7'de bulunan bir diğer kullanım senaryosunda görüleceği üzere, tüketici doğrudan servis sağlayıcısına isteklerini iletebilir. Bu durumda servis sağlayıcılar biri kullanıcıları için bir diğeri de bulut taşıyıcısı için iki adet SLA[28] oluşturmak

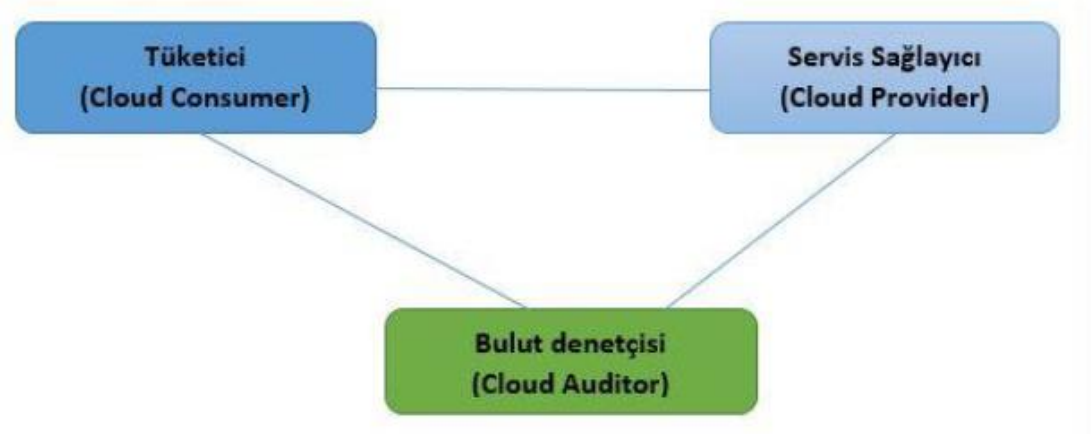
[26] Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao, Robert Bohn, John Messina, Mark Badger, Dawn Leaf, "NIST Cloud Computing Reference Architecture", *U.S. Department of Commerce, Special Publication,* Sayı: 500-292, 2011, s. 3.
[27] a.g.m., s. 4.
[28] SLA (Service Level Agreement): Hizmet Seviyesi Anlaşması olarak çevrilen bu taahhüt kapsamında hizmet sağlayıcı ile müşteri arasında bir sözleşme yapılır.

zorundadır. Bu sözleşmeler sayesinde servis sağlayıcı, bulut taşıyıcılar ile olan sözleşme yükümlülüklerine uygun olarak kullanıcılarına tutarlı bir hizmet sağlayabilir.



Şekil 1.7 Örnek Kullanım Senaryosu – 2[29]

Şekil 1.8'deki kullanım senaryosunda ise kullanıcılar servis sağlayıcıdan hizmet alırken, bulut denetçisi de bu sürece bağımsız bir şekilde dâhil olarak güvenlik ve işleyiş bakımından denetleme görevini yürütebilir.



Şekil 1.8 Örnek Kullanım Senaryosu – 3[30]

1.5.1. Kullanıcı

Bulut bilişim hizmet sağlayıcısı tarafından sunulan tüm hizmetleri alıp kullanan kişi ya da kurumlardır.[31] Kullanıcılar öncelikle hizmet sağlayıcı tarafından sunulan hizmetlerden kendisine uygun olanı seçer ve buna uygun bir talepte bulunurlar. Kullanıcı ile hizmet sağlayıcı arasında bir hizmet sözleşmesi

[29] a.g.m., s. 5.
[30] a.g.m., s. 5.
[31] a.g.m., s. 5.

imzalandıktan sonra, bu anlaşmaya göre bir ücret ortaya çıkarılır ve kullanıcıdan bunun ödenmesi beklenir.

Kullanıcı, kendi performans ölçütlerine ve gereksinimlerine göre hizmet sağlayıcı ile arasında hizmet seviyesi sözleşmesi (SLA) imzalar. Bu SLA'in içerisinde güvenlik, gizlilik, performans ve servis ile ilgili çeşitli bilgiler ve yaptırımlar yer alır. Ayrıca kullanıcının uyması gereken kurallar ve çeşitli kısıtlamalar da bu anlaşma kapsamında yer almaktadır.

1.5.2. Hizmet (Servis) Sağlayıcı

Bulut servisleri kullanıcıların hizmetine sunan kişi ya da kuruluşlardır.[32] Servis sağlayıcılar kullanıcılar için gerekli olan bulut hizmetlerini sağlayabilmek amacıyla bilişim altyapılarını bulut mimarilere göre düzenler ve yönetir. Servis sağlayıcılar kullanıcılarına altyapı hizmetini (IaaS), platform hizmetini (PaaS) ve yazılım hizmetini (SaaS) sunmakla yükümlüdür.[33]

1.5.3. Bulut Denetçisi

Bulut mimarilerindeki uygulamaların, hizmetlerin ve operasyon bilgilerinin performans ve güvenlik bakımından bağımsız bir şekilde değerlendirmesini yapan kişi veya kurumlardır.[34] Bu değerlendirme ve denetimler, verilen bulut hizmetlerinin standartlara uygunluğunun belirlenmesi amacıyla kanıtların objektif bir şekilde değerlendirmesi yoluyla gerçekleştirilir. Güvenlik kontrolleri, kullanıcıların bilgilerinin gizliliğini, bütünlüğünü ve erişilebilirliğini korumak için yapılmaktadır.

---

[32] a.g.m., s. 7.
[33] IaaS, PaaS ve SaaS kavramları hakkında ayrıntılı bilgi "*Bulut Bilişim Servis Modelleri*" bölümünde detaylı olarak verilecektir.
[34] a.g.m., s. 8.

1.5.4. Bulut Komisyoncusu

Bulut hizmetini doğrudan bulut bilişim hizmet sağlayıcısından almak bazı zamanlarda kullanıcılar için çok karmaşık ve zahmetli bir yol olmaktadır. Yeterli bilişim bilgisi bulunmayan kullanıcılar bulut servis hizmetlerini bulut komisyoncuları üzerinden alabilmektedir. Bu sayede gerekli entegrasyonlar, hizmet teslimatları ve anlaşma yönetimleri bulut komisyoncusu tarafından kullanıcı adına yüklenilerek; kullanıcının üzerindeki operasyonel yükler azaltılabilmektedir.

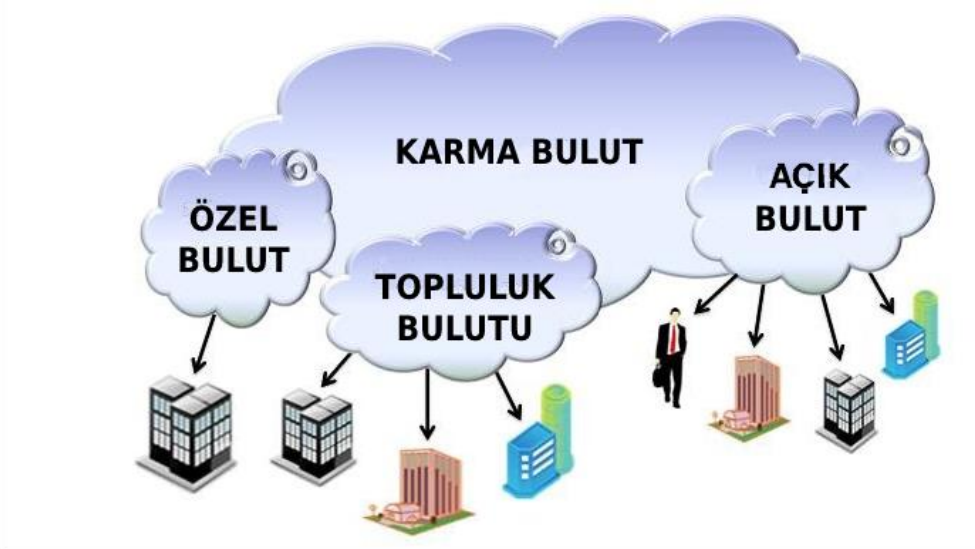
1.5.5. Bulut Taşıyıcısı

Servis sağlayıcı (varsa bulut komisyoncusu) ve tüketici arasındaki tüm bağlantı ve hizmet teslimatlarını gerçekleştirir. Bulut taşıyıcılar, kullanıcılara internet ve telekomünikasyon araçları ile ulaşmaktadır. Kullanıcı kendine ait bir buluta erişmek ve hizmet almak istediği zaman kendine ait mobil cihazıyla internet üzerinden ilgili alana yönlendiği durumda, o mobil cihaz ve internet artık bir bulut taşıyıcısı aktörüdür.[35]

1.6. BULUT BİLİŞİM DAĞITIM MODELLERİ

Bulut bilişim kullanıcıları, bulut bilişim hizmet sağlayıcılarından alacakları bulut hizmetlerini 4 farklı türde edinebilmektedir. Bunlar Şekil 1.9'da görüleceği üzere; özel bulut, açık bulut, karma bulut ve topluluk bulutu olarak adlandırılmaktadır.[36]

[35] a.g.m., s.9.
[36] P. Mell, T. Grance, 2011, s. 3.



Şekil 1.9 Bulut Bilişim Dağıtım Modelleri

1.6.1. Özel Bulut Dağıtım Modeli

Güvenli ve korunaklı bir ortamda bulunan ve sadece yetkili kişilerin erişimine imkân sağlanan bulut bilişim dağıtım modelidir.[37] Genellikle kurum ve kuruluşlarda konumlanan özel bulut dağıtım modeli, kurumun bilişim teknolojileri departmanı tarafından güvenlik duvarı ile korunmaktadır. Sadece yerel ağ içerisinde yetkili personellerin erişimine açılan özel bulutta, kurumun diğer dağıtım modellerine kıyasla çok daha fazla kontrol bulunmaktadır. Yerel bir ortamda güvenli bir şekilde erişime açık bulunan özel bulut, bu durumundan dolayı diğer dağıtım modellerinden çok daha hızlı bir trafiğe ve daha az ağ gecikmelerine sahiptir.

Kurum veya kuruluş, özel bulut dağıtım modelini kendi bünyesindeki veri merkezinde barındırabildiği gibi, üçüncü parti bir kuruluş tarafından da bu hizmetin alınmasını sağlayabilir. Kuruluşların kendi bünyesinde hizmet verdiği bu bulut dağıtım modeli, aslında bulut mimarilerinin sağladığı çoğu faydadan yararlanılamadığı anlamına gelebilir. Çünkü yerel kaynaklardaki sunucular bu bulut dağıtım modeline tahsis edildiğinde; kurum için personel, soğutma, bakım, onarım vb. giderlerin

[37] a.g.m., s. 3.

geleneksel sistemlerdeki gibi maliyet oluşturması olası bir durumdur.[38] Bu yüzden özel bulut dağıtım modelini kullanacak kuruluşların yapılacak hizmet seviyesi anlaşmaları ile üçüncü taraf başka bir kuruluştan bu hizmeti sağlamaları önerilmektedir.

1.6.2. Açık Bulut Dağıtım Modeli

Bulut bilişim dağıtım modellerinden en bilineni olan açık bulut dağıtım modeli, internet gibi geniş bir ağ üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır. Bu dağıtım modeli, bulut bilişimin getirdiği tüm yenilikçi avantajların ve gelişmelerin tamamına sahiptir. Açık bulut dağıtım modeline Google Drive gibi veri depolama, Office 365 gibi çevrim içi ofis programları ve bulut tabanlı yazılım geliştirme ortamları iyi birer örnek olarak gösterilebilir.

Açık bulut dağıtım modelindeki hizmetler, bulut bilişim hizmet sağlayıcı tarafından kurulur, yönetilir ve kullanıcıların erişime sunulur. Böyle bir durumda verilen tüm hizmetlerin sorumluluğu bulut bilişim hizmet sağlayıcısındadır. Bu tarz bulut dağıtım modelleri çok kiracılı ortamları desteklediği ve aynı anda milyonlarca kullanıcıya erişim imkânı verdiği için son derece verimli, güçlü ve sanallaştırılmış platformlar üzerine kurulmak zorundadır. Bulut sağlayıcıların yeni teknoloji ve araçları kullanmasını zorunlu kılan böyle durumlar olmasına rağmen, çeşitli güvenlik açıkları ve yasal prosedürlerdeki uyumsuzluklar bu dağıtım modelinin olumsuz yönleri arasında gösterilebilir.

1.6.3. Karma Bulut Dağıtım Modeli

Hibrit bulut dağıtım modeli de denilen bu modelde iki ya da daha çok mimari çeşidi aynı anda kullanılabilmektedir. Günümüz bilişim mimarilerinde birçok kuruluş hem açık hem de özel bulut dağıtım modelini bir arada kullanmaktadır. Kurumlar için

[38] Ted Alford, Gwen Morton, Ann Repczynski, "The Economics of Cloud Computing", *ISPA/SCEA Joint Annual Conference and Training Workshop*, 2010, s. 6.

hassas ve gizlilik düzeyleri yüksek olan bilgilerin özel bulutta, halka açık işlemlerin ise açık bulutta tutulduğu çeşitli mimariler bulunmaktadır. Bu sayede kurumlar özel işlemleri için herhangi bir hız ve güvenlik kaybı yaşamazken; halka açık işlemleri için de daha az maliyetli bir bulut uygulaması ile kendilerinden hizmet alan kullanıcılarına erişim imkânı sağlamaktadır.[39]

Karma bulut dağıtım modelinde, tek bir model gibi çalışan iki farklı modelin birbiriyle olan uyumu son derece önemlidir. Örneğin; özel bulutta çalışan bir işlemin sonucu olarak verilen çıktılar, açık buluttaki çeşitli uygulamaların girdileri olabilir. Böyle bir durumda da iki bulut arasındaki senkronizasyon problemleri büyük yönetimsel krizlere dönüşebilir.

1.6.4. Topluluk Bulutu Dağıtım Modeli

Bu mimari, aynı düşüncedeki insanlar ve toplulukların bilimsel amaçlı araştırmalar veya çalışmalar yapabilmesi amacıyla bir kamu bulutu oluşturabilmelerini sağlamaktadır. Bu mimarideki bulut ortamı açık bir mimari olmasına rağmen, açık bulut dağıtım modelindeki kadar herkese açık bir platform sunmamaktadır.[40]

Bu dağıtım modelindeki her kullanıcı bir topluluğun üyesidir ve bulutun sahibi topluluktur. Yani buluttaki her kullanıcının bulutu yönetebilmek gibi bir yönetici sorumluluğu bulunmaktadır. Bu tarz topluluk bulutları ortak hedeflerle bir araya gelmiş kullanıcılardan meydana geldiği için, kullanıcıların güvenlik gereksinimleri ve politikaları da birbirine benzemektedir. Ayrıca kullanıcılar aynı sektörden olduğu için kullanılacak uygulamalar, yazılımlar ve platformlar da ortak bir çatı altında buluşmaktadır.[41]

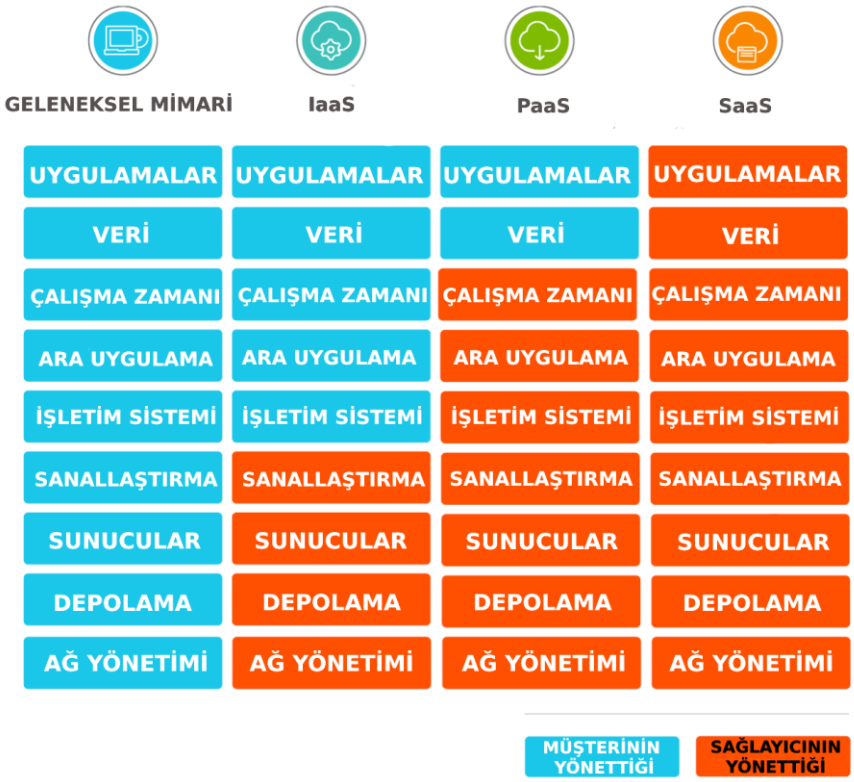
[39] Sumit Goyal, "Public vs Private vs Hybrid vs Community – Cloud Computing: A Critical Review", *I.J. Computer Network and Information Security*, Sayı: 3, 2014, s. 24-25.
[40] a.g.m., s. 25.
[41] P. Mell, T. Grance, 2011, s. 3.

1.7. BULUT BİLİŞİM SERVİS MODELLERİ

Bulut bilişimin faydalandığı temel teknolojilerden biri olan sanallaştırma sayesinde, buluttan hizmet almak isteyen müşteriler kendi ihtiyaçları çerçevesinde çeşitli bilişim kaynaklarını bulut bilişim hizmet sağlayıcılarından temin edebilmektedirler. Bu bilişim kaynakları arasında depolama, geliştirme platformu, işlem ve iletişim gibi çeşitli katmanlar yer almaktadır. Bazı durumlarda ise müşteri bulut bilişim hizmet sağlayıcıdan direkt olarak servis edilen bir uygulamayı kiralamak isteyebilir. İşte bulut bilişim hizmet sağlayıcının bu bilişim kaynaklarını müşterilerine sunuş şekil ve seviyelerine göre çeşitli bulut bilişim servis modelleri ortaya çıkmıştır.

Bulut bilişim hizmet sağlayıcıların müşterilerine kaynaklarını sunum şekilleri çok farklı biçimlerde olabilmesinden dolayı çok sayıda bulut bilişim servis modeli tanımlanabilir. Ancak bulut bilişimde, otoriteler tarafından genel manada kabul görmüş ve diğer modelleri de kendi çatısında toplayabilen temel olarak üç adet servis modelinden bahsedilebilir. Şekil 1.10'da görüleceği üzere bunlar; Servis Olarak Yazılım (Software as a Service - SaaS), Servis Olarak Platform (Platform as a Service – PaaS) ve Servis Olarak Altyapı (Infrastructure as a Service – IaaS)'dır.[42] Ayrıca bu üç modelden başka bu modeller kadar kabul görmemiş olsa da Servis Olarak Haberleşme (Communication as a Service – CaaS) ve Servis Olarak Ağ (Network as a Service – NaaS) modelleri farklı özellikleri ile ön plana çıkmaktadırlar.

[42] a.g.m., s. 2.



Şekil 1.10 Bulut Bilişim Hizmet Modelleri Karşılaştırması

1.7.1. Servis Olarak Yazılım (SaaS)

Bulut altyapısı üzerinde hizmet sağlayıcı tarafından sunulan uygulamaların kullanıcıya sunulmasıdır. Bu sunulan uygulamalara kullanıcılar, çeşitli cihazlar üzerinden web tarayıcılar gibi hafif arayüzler aracılığıyla erişebilir. Ancak kullanıcılar bu uygulamaların kaynağını kontrol edemez ve yönetemez. Altyapıda yer alan ağ, sunucu, işletim sistemleri, depolama üniteleri gibi çeşitli bileşenlerin kontrolü tamamen bulut bilişim hizmet sağlayıcısındadır.

Bu mimaride güvenlik, performans ve kullanılabilirlik gibi tüm özelliklerin sorumlulukları hizmet sağlayıcıda olduğu için kullanıcı herhangi bir sorumluluk üstlenmemektedir. Yalnızca abonelik sistemi ile buluttaki uygulamalarla etkileşime geçen kullanıcılar, hizmet sağlayıcının kendilerine tanımladığı hız ve limitler doğrultusunda buluttan faydalanabilmektedir. Bu servis modelindeki uygulamalardan genellikle tek bir kullanıcılı değil çok kullanıcılı işletmeler yararlanmaktadır. Tek bir

uygulamayı aynı anda kullanabilen birçok kullanıcı, birbirlerinin girdi ve çıktılarını görüntüleyemedikleri için uygulama güvenliği de sağlanmaktadır.

Daha çok muhasebe, faturalandırma, performans, planlama gibi iş kollarında aktif olarak kullanılan bu mimari aynı zamanda anlık iletişim uygulamalarını (Whatsapp, Skype, Messenger vb.) ve güncel sosyal medya paylaşım sitelerini de (Twitter, Facebook, Instagram, Youtube vb.) bünyesinde barındırmaktadır. Aynı şekilde doküman paylaşım programları (Google Drive, Adobe vb.), internet tabanlı e-posta hizmetleri (Gmail, Hotmail, Yahoo vb.), Microsoft Office 365 gibi ofis yazılımları ve Oracle gibi satış otomasyonu – müşteri yönetimi programları da SaaS servis modeli üzerinde inşa edilen bulut tabanlı hizmetlerdir.

SaaS mimarisinin başlıca avantajları;

- Altyapının tüm sorumluluğu bulut sağlayıcıda olduğu için kullanıcıya ek bir donanım, altyapı ve bakım maliyetinin çıkmaması,
- Abonelik yöntemi olduğundan kullanıcıların belirli bir süre için ihtiyaçları doğrultusunda programları kiralayabilmeleri ve istedikleri zaman aboneliklerini sonlandırabilmeleri,
- Güncelleştirmelerin ücretsiz olarak otomatik yapılabilmesi,
- Genellikle web tarayıcı üzerinden uygulamalara erişilebildiğinden platform bağımsız bir biçimde kullanıcıların hizmetlere erişebilmesi

olarak sıralanmaktadır.[43]

1.7.2. Servis Olarak Platform (PaaS)

Bu modelde bahsi geçen platform, yazılım geliştirme platformu olarak kabul görmektedir. Bulut bilişim hizmet sağlayıcı tarafından çeşitli programlama dilleri ve

[43] https://www.ibm.com/cloud/blog/top-5-advantages-of-software-as-a-service. (28.09.2020)

araçları kullanıcılara sunulmaktadır. Bu mimari sayesinde kullanıcılar da bulut altyapısı üzerinden yazılım geliştirme işlemlerini gerçekleştirmektedir. Servis olarak yazılım mimarisindeki gibi burada da müşteriler altyapıda yer alan sunuculara, ağa, depolama ünitelerine ve işletim sistemlerine herhangi bir müdahalede bulunamaz. Ancak buluta yerleştirilen uygulamalara ve uygulamaların barındığı ortam üzerindeki yapılandırmalar üzerinde kontrol hakları bulunmaktadır.[44]

Hizmet ve özellikler bakımından SaaS ve IaaS arasında konumlanan bu mimariye kullanıcılar kendi internet tarayıcıları üzerinden ulaşabilmektedir. Genellikle yazılım geliştirme amacı gütmeyen kullanıcılar SaaS mimarisini kullanırken, yazılım geliştiren profesyoneller PaaS mimarisinden hizmet almaktadır. PaaS, kullanıcılara gerekli yazılım araçları ve kod kütüphanelerini sağlayarak onlara kod çalıştırma ve gerekli uygulama servislerini barındırmak için kullanabilecekleri bir alan yaratmaktadır.

PaaS mimarisinde ölçeklendirme, hizmet sağlayıcı tarafından gerçekleştirildiği için kullanıcıların gelişen teknolojilere göre ihtiyaç ve geri bildirimleri doğrultusunda periyodik güncelleştirme ve sürüm yükseltme işlemlerinin uygun ve doğru zamanda yapılması çok önemlidir. Bulut bilişim hizmet sağlayıcılar günümüz ihtiyaçlarına göre kendi sunucularını, ağlarını, depolama ünitelerini ve işletim sistemlerini doğru bir şekilde konumlandıramazsa bu durum hizmetten faydalanan yazılımcının aboneliğini sonlandırmasına kadar varabilmektedir. Aynı şekilde PaaS sağlayıcılar, platformları üzerinde kod çalıştıran yazılımcılar için tasarım süreci geliştirme ortamı, test ortamı, web sitesi barındırma hizmeti gibi çeşitli ek hizmetler de sağlayarak onların yenilikçi fikirlerini geliştirmelerine yardımcı olabilmektedirler.

PaaS mimarisini kullanan sağlayıcılara örnek olarak Google App Engine, Heroku, Apache Stratos, Microsoft Azure ve Amazon Elastic Beanstalk verilebilir.[45]

[44] Kris Jamsa, *Cloud Computing*, Jones and Bartlett Learning, Burlington, 2013, s. 31.
[45] https://www.bmc.com/blogs/saas-vs-paas-vs-iaas-whats-the-difference-and-how-to-choose. (01.10.2020)

PaaS mimarisinin başlıca avantajları;

- Yazılım geliştirme ortamları ve altyapıları hakkında bilgi sahibi olmayan başlangıç seviyesindeki yazılımcılara çeşitli yardımcı araçlar ve kütüphaneler sunulması,
- Yazılımcıların yazılım projeleri boyunca servisi kiralayarak kullanabilmeleri ve proje sonunda aboneliklerini bitirebilmeleri,
- Kurum ve kuruluşları yazılım projelerindeki fiziksel altyapı maliyetinden proje süresince kurtarması,
- Platform bağımsız bir mimari olmasından dolayı, bir projedeki yazılım ekibinin aynı anda farklı lokasyon ve platformlarda takım hâlinde çalışabilmesi,
- Yazılım güvenliği, yedekleme ve yedekten geri dönüş işlemlerinin bulut bilişim hizmet sağlayıcı tarafından yerine getirilmesi ve bu sayede yazılımcıların sadece tasarım ve geliştirme süreçlerine odaklanabilmeleri

olarak sıralanmaktadır.[46]

1.7.3. Servis Olarak Altyapı (IaaS)

Bulut bilişim hizmet sağlayıcı tarafından kullanıcıya işletim sistemi, depolama birimleri, işlemci ve ağ gibi bileşenler üzerinde sınırlı denetim hakkının verildiği bulut bilişim servis modelidir. Bu mimaride tüketici kendisine sunulan bulutun altyapısını tüm yönleriyle kontrol edip yönetemese de uygulamalar üzerindeki kontrollere, ağ güvenliği üzerindeki güvenlik duvarı yönetimlerine ve işletim sistemleri üzerindeki yönetici haklarına sahiptir.[47]

IaaS mimarisinde hizmet sağlayıcısının fiziksel olarak sahip olduğu ve çok sayıdaki veri merkezine dağıtılmış hâlde bulunan sunucular ve ağ kapasiteleri

[46] https://liquid-state.com/advantages-paas-platform-as-a-service/ (01.10.2020)
[47] https://www.infoworld.com/article/3220669/what-is-iaas-your-data-center-in-the-cloud.html (01.10.2020)

kullanıcıya tahsis edilir. Kullanıcı ise ihtiyaç duyduğu ölçekteki sanal sunucu alanına, ağ bağlantılarına, yük dengeleyici çözümlerine ve bant genişliği gibi kaynaklara erişir ve bu kaynaklar üzerindeki işlem kapasitesini kullanır. Bu modeldeki en yaygın kullanılan ücretlendirme çeşidi "kullandığın kadar öde" modelidir. Genellikle sanal makine kapasitesine göre hizmet sağlayıcı tarafından kullanıcılara saatlik ücret politikaları uygulanır.

IaaS mimarisini güvenlik ve gizliliğe önem veren büyük ölçekteki kurum ve kuruluşlar her ne kadar maliyetleri düşürse de genel olarak kullanmaya yanaşmamaktadır. Kuruluşlar, verilerini kendi bünyesindeki fiziksel donanım ve varlıklar içerisinde tutarak gizlilik ihlallerine karşı bir önlem almaktadır. Ancak dış kullanıcılara servis edilecek olan web siteleri gibi uygulamaları IaaS mimarisinde bulundurarak ve aynı zamanda iç kullanıcılara hizmet eden altyapılarını kendi fiziksel bünyelerinde barındırarak hibrit bir modeli kabul eden kurum ve kuruluşlar da bulunmaktadır.

IaaS mimarisinin başlıca avantajları;

- Ölçeklenebilir yapı sayesinde, kullanıcıların kaynaklara olan ihtiyaçları arttığı zamanlarda kendi kendilerine hızlı bir şekilde kaynakları artırabilmeleri ve tam tersi durumlarda da düşürebilmeleri,
- Kullandığın kadar öde abonelik sistemi sayesinde kullanıcının kullanmadığı kaynaklara boş yere para ödemesinin önüne geçilmesi,
- Buluttaki sunucuların herhangi birinde arıza vermesi sonucu süre kaybetmeksizin başka bir veri merkezindeki sunucu üzerinden kullanıcının işlemlerine kesinti yaşamadan devam edebilmesi,
- Müşterilerin kullandıkları kaynak ve sunucuların bakım-onarım giderlerinin tamamen hizmet sağlayıcının sorumluluğunda olması ve müşterinin arıza ve bakım durumlarında herhangi bir ödeme yapmaması,
- Hizmet sağlayıcının sahip olduğu veri merkezlerinin siber güvenlik açısından küçük ve orta çaptaki müşterilerin kendi kuracakları veri merkezlerine göre daha güvenli olması

olarak sıralanmaktadır.[48]

1.7.4. Diğer Bulut Bilişim Servis Modelleri

Genel kabul görmüş üç temel bulut bilişim servis modelinin yanı sıra başka bulut bilişim servis modelleri de kullanılmaktadır. Bunlardan en çok bilinenleri Servis Olarak İletişim (Communication as a Service – CaaS) ve Servis Olarak Ağ (Network as a Service – NaaS) modelleridir.

Servis Olarak İletişim (Communication as a Service – CaaS): Bu modelde sabit ve mobil cihazlar kullanılarak iletişim ve video konferans hizmetleri bulut üzerinden kullanılmaktadır. VoIP (Voice Over IP – IP üzerinden ses), anlık mesajlaşma, yayıncılık ve video konferans gibi hizmetleri kullanıcılar, aynı SaaS modelinde olduğu gibi hizmet sağlayıcıdan tüm donanım ve yazılım çözümlerini sağlayarak kullanmaktadır. Kullandığın kadar öde yönteminin bu modelde de geçerli olduğu CaaS, kullanıcıları kendi video konferans ve sesli görüşme altyapı kurma maliyetlerinden kurtarmaktadır. Kullanıcılar ihtiyaçları oranında sunucuyu kiralamakta ve ihtiyaçları genişledikçe bulutta kullandıkları sistem ve altyapıyı esnetebilmektedir.[49]

Servis Olarak Ağ (Network as a Service – NaaS): Ağ bağlantısı taşıma hizmetlerini sağlayan bir bulut bilişim servis modelidir. Kullanıcılara, hizmet sağlayıcının sahip olduğu ağ kaynaklarını paylaştırmaya yönelik optimizasyon çözümleri sunulmaktadır. Ağ altyapısının sahipleri tarafından müşterilere sanal ağ hizmetleri sağlanmaktadır. Bu modelde müşterilere sanal özel ağ (Virtual Private Network – VPN), bant genişliği, yayın protokolleri, güvenlik duvarı, içerik izleme ve filtreleme hizmetleri, anti virüs çözümleri bulut bilişim hizmet sağlayıcı tarafından sunulmaktadır.[50]

---

[48] https://www.dataprise.com/resources/blog/iaas-benefits (03.10.2020)
[49] Grudatt Kulkarni, "Communication as Service Cloud", *Internation Journal of Computer Networking, Wireless and Mobile Communications*, Sayı:3, No:1, 2013, s. 151-152.
[50] https://www.sdxcentral.com/networking/virtualization/definitions/what-is-naas/ (07.10.2020)

İKİNCİ BÖLÜM

BULUT BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN AVANTAJLARI VE RİSKLERİ

İnsanların ve toplumların hayatlarına yeni giren ve gelişmekte olan her olgunun mutlaka avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu durum teknoloji dünyası açısından da aynı şekilde değerlendirilmektedir. Bulut bilişim teknolojilerinin de kendi içerisinde barındırdığı avantajları olduğu kadar riskleri de bulunmaktadır. Geleneksel mimari gibi birbirine sıkı sıkıya bağlı modelden daha dağıtık bir modele sahip olan bulut bilişim teknolojilerine geçiş aşamalarında olumlu ve olumsuz yönler mutlaka birlikte değerlendirilmelidir. Bu bölümde bulut bilişim teknolojilerinin sağladığı avantajlar ve bünyesinde barındırdığı riskler ayrıntılı bir şekilde ele alınmış olup, belirtilen riskler için çözüm yöntemleri de aktarılacaktır.

2.1. BULUT BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR

Teknolojinin her yönüyle insan hayatına dokunduğu günümüz dünyasında bulut bilişim, sahip olduğu avantajlar ve maliyetleri azaltma imkânı sağlaması ile kurum ve kuruluşların ilgisini çekmektedir. Dünya genelinde artan bir ilginin odağı olan bulut bilişim teknolojileri; esnekliği, tasarruflu oluşu, istenilen performansı gösterebilmesi, ölçeklenebilir olması gibi yönleriyle hayatımızın her alanında kendini göstermektedir. Aynı zamanda platform bağımsız bir biçimde erişim kolaylığı sağlaması, yönetiminin ve raporlanmasının kolay olması, yedekleme ve yedekten dönüş hızlarının geleneksel yöntemlere göre gelişmiş olması, kapasite imkânlarının fiziksel veri merkezlerine göre çok daha fazla olması ve hizmet kalitesinin değişkenlikler gösterse de diğer yöntemlere göre müşterilerini memnun etmesi gibi diğer avantajları da bulut bilişimin bünyesinde bulunmaktadır.

2.1.1. Maliyet

Bulut bilişimin en büyük avantajı denince akıllara ilk olarak gelen maliyet kavramı olacaktır. Geleneksel yöntemlerden farklı olarak bulut bilişimde yatırım ve güncelleme maliyetleri ortadan kalkmış durumdadır. Bir veri merkezi oluşturulurken projenin en başında maliyet kalemleri olarak donanımlar ve bu donanımların üzerinde çalışacağı yazılımlar yer almaktadır. Ancak bulut bilişim teknolojilerinde hazırda var olan ve dünyanın çeşitli yerlerinde dağıtık hâlde bulunan veri merkezlerinden sanal bir şekilde kiralama yapıldığından, yukarıda bahsedilen maliyet kalemleri kullanıcı açısından ortadan kalkmaktadır. Bulut bilişim hizmet sağlayıcısı bahsi geçen donanım, yazılım, barındırma, kurulum danışmanlığı gibi ilk etapta çıkacak olan tüm giderlerden tasarruf edilmesini sağlamaktadır.

Kurum ve kuruluşlar için bir başka maliyet kalemi ise yazılım lisanslarıdır. Kurumlardaki tüm personel bilgisayarlarına ait işletim sistemlerinin ve üzerlerinde çalıştıkları yazılımların lisanslı olması zorunludur. Bu uygulama lisanslarının her bilgisayara ayrı ayrı yüklenmesi, gerekli güncellemelerinin yapılması ve bunların yönetilmesi hem maliyet hem de iş gücü gerektiren bir durumdur. Kurumun kullandığı uygulamaların bulut platforma taşınması ile hem lisans masrafından hem de her kullanıcıya ayrı ayrı kurulumu ve bakımından kurtulmuş olunacaktır. Ayrıca kurumlar bulut bilişim sayesinde ihtiyaç duydukları yazılımların lisanslarını satın almak yerine kullanacakları süre boyunca kiralama yoluna da gidebilmektedirler.

Şirketlerin fiziksel veri merkezlerinde bilgilerini tutma, bilgilerin erişilebilirliğinin devamını sağlama, veri merkezi ile ilgilenecek sürekli personeli bulundurma ve eğitme, veri merkezinin bakım-onarım giderleri, veri merkezindeki donanımın harcayacağı enerji gibi konular maliyet konusunda ölçeği ne olursa olsun tüm şirketler için büyük bir yük olmaktadır. Bütün bunlar da bir arada düşünüldüğünde bulut teknolojinin getireceği maliyet avantajı ciddi bir önem arz etmektedir.

Şirketlerin çalıştırdığı yazılımların performans gerektirdiği durumlarda, personel bilgisayarları da o ölçekte güçlü ve performanslı cihazlar olmalıdır. Bu cihazlar da şirket yönetimi için bir başka maliyet kalemi olarak görülmektedir. Ancak bulutta çalışan uygulamalar tamamen bulut bilişim hizmet sağlayıcının işlemcisini, depolama birimlerini ve belleğini kullanacağından personel bilgisayarlarının geleneksel teknoloji yaklaşımındaki gibi güçlü cihazlar olmasına gerek kalmamaktadır.[51] Minimum donanımların bulunduğu personel bilgisayarları ile buluttaki uygulamaların herhangi bir performans kaybı olmaksızın çalışabilmesi bir başka maliyet avantajı olarak görülebilir.

Kullanıcı açısından maliyet avantajı bulunan bulut bilişim teknolojilerinin aynı zamanda hizmet sağlayıcılar açısından da tasarruf avantajları bulunmaktadır. Aynı fiziksel kaynaklar üzerinden çok sayıda müşteriye hizmet sunan sağlayıcılar kaynak miktarlarını optimize ederek, atıl kaynaklarını minimum düzeye çekebilmektedir. Hizmet sağlayıcılar, bulutun ölçeklendirilebilir ve esnek yapısı sayesinde bir veri merkezindeki trafik arttığı zaman müşterilerine bir başka veri merkezinden kesintisiz bir şekilde hizmet verebilir. Çok sayıda müşteriye sanallaştırma altyapıları sayesinde hizmet sunan hizmet sağlayıcıların müşterileri arttıkça gelirleri de o oranda artacak ancak bazı gider kalemleri sabit kalacaktır. Bu da küresel çapta düşünüldüğünde hizmet sağlayıcıların kar oranlarını artıracak ve teknolojiye yapılan yatırımların da önünü açmış olacaktır.

2.1.2. Erişilebilirlik

Bulut teknolojilerine internet ortamı üzerinden platform bağımsız bir şekilde ulaşılabilmesi sayesinde, bulutta yer alan uygulamalara ve sistem araçlarına her an erişim sağlanabilmektedir. Ayrıca çoğu hizmet sağlayıcının mobil platformlarda uygulamaları da bulunduğundan, müşteriler yer ve zaman fark etmeksizin işlemlerine kaldıkları yerden devam edebilmektedir. Hatta bu teknoloji sayesinde artık çoğu firma

[51] https://yukselis.wordpress.com/2012/01/27/bulut-bilisim-el-kitabi/ (08.10.2020)

ve kuruluş esnek çalışma modellerini de benimsemiş ve çalışanlarının üretkenliklerini düşürmeden kendilerine uygun iş saatleri oluşturmalarına yardımcı olmuştur.[52]

Erişilebilirlik kavramı bir uygulamaya aynı anda birden fazla kişinin ulaşabilmesi anlamına da geldiğinden, ekip çalışmaları için bulut teknolojinin önemi artmaktadır. Örneğin bulut üzerinde çalışan ofis uygulaması Office 365 üzerinden bir belge üzerinde bir ekip aynı anda çalışabilecek ve bu sayede ekip arasındaki koordinasyon bozulmamış olacaktır. Aynı şekilde kullanıcının yerel bilgisayarında yaptığı değişikliklere bir başka yerden erişimi geleneksel yaklaşımda imkânsız iken, bulut teknolojisinde kullanıcılar yaptıkları herhangi bir değişikliği internet bağlantısı olan bir başka cihazdan görebileceklerdir.

2.1.3. Esneklik

Geleneksel bilişim anlayışında kurumların altyapıları sabit olsa da kendilerine gelen talepler dönemsel olarak farklılıklar göstermektedir. Bu da kurumların bazı dönemlerde gelen talepleri yeterince hızlı karşılayamamasına hatta bazı zamanlarda cevap verememesine yol açmaktadır. Bu gibi durumlarda kurumlar hızlı bir şekilde donanım altyapılarını takviye ekipmanlar ile geliştirmeye ve talepleri karşılamaya başlarlar. Ancak bu durum kuruluşlar için para, zaman ve bazı durumlarda da prestij kaybına yol açmaktadır. Bulut teknolojisinin sahip olduğu esneklik özelliği ile kuruluşlar anlık olarak değişen bant genişliği taleplerini hizmet sağlayıcılara iletir ve kaynaklarını hızlı bir şekilde artırabilir. Kuruluşların hizmet sağlayıcılardan kiraladıkları kaynaklar isteğe göre artırılabildiği gibi yoğunluğun olmadığı zamanlarda da düşürülebilmektedir.

Bulut bilişimin esnekliğinden en verimli şekilde faydalanılabilmesi için, bulutta çalıştırılacak uygulamaların da bu esnekliğe göre genişleyip daralabilen bir mimaride geliştirilmesi gerekmektedir.[53] Geleneksel mimaride yazılan bir

[52] https://www.salesforce.com/uk/blog/2015/11/why-move-to-the-cloud-10-benefits-of-cloud-computing.html (09.10.2020)
[53] Jinesh Varia, "Architecting for the Cloud: Best Practices", *Amazon Web Services*, 2011, s. 8.

uygulamanın doğrudan bulut platformlarına taşınmasıyla, esneklik yönünden fazla bir verim beklenmemelidir. Ayrıca bulut bilişimin esnekliğinden anlık olarak faydalanmak isteyen müşterilerin yapacakları taleplere göre hizmet sağlayıcılara fazladan ödeme yapacakları da beklenen bir durumdur.

Bulut bilişimdeki esnekliğin firmalara getirdiği avantajlara örnek verilecek olursa Animoto adlı bir video uygulamasının kısa sürede büyümesiyle ortaya çıkan durum verilebilir. Dünyaca ünlü sosyal medya platformu Facebook'ta Animoto adlı video uygulaması kullanılmaya başladığı andan itibaren çok kısa süre içerisinde büyümüştür. En başından beri bulut platform üzerinde çalışan Animoto, ilk başta yalnızca 50 sunucu üzerinde geliştirilmişti. Ancak beklenenden hızlı popülerleşen sosyal medya platformu uygulaması için 3500 sunuculu bir altyapıya geçiş planlandı. Bu planlama kimilerine göre bir anda imkânsızken, bulut bilişimin esneklik özelliği sayesinde hizmet kesintisi yaşanmadan yalnızca üç gün içerisinde 50 sunucudan 3500 sunuculu bir sisteme geçiş işlemleri tamamlandı.[54] Bu örnekten de görüleceği üzere, belki Animoto bulut sistem üzerine kurulmasaydı bu geçişi geleneksel yöntemlerle başaramayacak ve büyük bir itibar kaybına uğrayarak yayın hayatına son verecekti.

2.1.4. Uygulama Testlerinin Kolaylığı

Uygulama ve yazılım testleri, geliştirilme aşamasından sonra yazılım hatalarının tespit edilmesi ve giderilmesi amacıyla yapılmaktadır. Bu testler mutlaka kullanıcıya sunulmadan önce profesyonel ekiplerce yapılmalıdır. Testler asıl sistemin birebir kopyası olacak şekilde gerçek yük ve kapasitelerle tamamlanmalıdır. Yazılıma ait kaynak kodlar, uygulamaların sayısı, sürümleri ve diğer tüm bileşenleri test edilirken asıl sistem ile test sistemi arasında hiçbir fark bulunmamalıdır.[55]

[54] Dave Cliff, "Remotely Hosted Services and Cloud Computing", *Becta Leading Next Generation Learning*, 2010, s. 9-10.
[55] J. Varia, 2011, s. 3.

Geleneksel mimarilerde asıl ortamın aynısı olacak şekilde test ortamının oluşturulması zor, zaman alıcı ve aynı zamanda maliyetli bir iştir. Test sürecinin sürekliliği açısından asıl ortamdaki tüm değişiklikler süreç içerisinde test ortamına da aktarılmalıdır. Bulut teknolojilerinde ise bu ortamların birebir aynı olarak oluşturulması geleneksel mimarilere göre çok kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca test işlemleri tamamlandığında eskiden atıl olarak kalan test ortamındaki bilişim kaynakları, bulut mimari sayesinde asıl ortama aktarılarak uygulamanın kullanıcılarla etkileşime geçeceği ortamın daha da güçlendirilebilmesine olanak sağlamaktadır.

2.1.5. Sistem İzleme, Ölçme ve Raporlama

Kurum ve kuruluşların barındırdığı kritik verilerin sürekli erişilebilir olması zorunluluğu sebebiyle altyapılarının daimi olarak izlenmesi gerekmektedir. Bu operasyonel işlem için çeşitli araç ve uygulamalar bulunmaktadır. Bu uygulamaların alım ve bakım maliyetleri kurumlar için mali kaynak harcamasına sebep olabilmektedir.

Bulut teknolojisinden faydalanan işletmeler, hizmet sağlayıcı tarafından kendilerine tahsis edilen altyapı ve sistem izleme programlarını da kullanabilmektedirler. Bu altyapı ve sistem takip işini hem kuruluşların kendi personelleri hem de yeterli ödeme ve abonelik işlemleri doğrultusunda hizmet sağlayıcı tarafındaki profesyonel kişiler gerçekleştirebilmektedir. Sağlayıcı tarafından izlenen altyapılarda herhangi bir sıkıntı görüldüğü zaman, anlık olarak pratik çözümler müşteriye sunularak gerekli aksiyonların alınması sağlanmaktadır. Bu sayede uzman ve iş odaklı tavsiyeler eşliğinde verimli müşteri altyapılarının oluşturulmasında danışmanlık görevi de üstlenilmektedir.

İzlenen ve ölçülen sistem altyapılarının aynı zamanda düzgün ve okunur bir şekilde raporlanması da önem arz etmektedir. Çoğu zaman üst düzey yöneticilerin masasına gelen bu raporların doğrudan doğruya bilgiye yönelik olması ve kafa

karıştırıcı olmaması gerekmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda yöneticiler buluttan kiralanacak depolama alanlarının genişletilip daraltılmasında gerekli kararları daha rahat alabileceklerdir. Ayrıca gelecekte uygulamalara yapılacak eklentilerin ve diğer benzer uygulamalar için gerekli kaynakların belirlenmesinde bu raporların finansal ve işletimsel yönden hayati bir önemi bulunmaktadır.

2.1.6. Hizmet Kalitesi

Veri merkezlerinde altyapının ayakta kalabilmesi ve doğan sorunlara karşı anlık çözümler geliştirilebilmesi için bu iş özelinde yetişmiş profesyonellerin çalıştırılması gerekmektedir. Özellikle geleneksel mimariyi tercih eden küçük çaplı şirketler, çoğu zaman bu personelin istihdam edilmesi için harcanacak maliyete olumlu bakmamaktadır.

Bulut bilişimi tercih eden kuruluşlarda, hizmetin alındığı sağlayıcı tarafında bu kontroller için istihdam edilmiş izleme personelleri bulunmaktadır.[56] Bu personeller aracılığıyla sunucu ve uygulamalar kontrol edilmekte ve verilere erişilebilirliğin aksaması durumlarında anlık aksiyonlar alınmaktadır. Hizmet aksama durumlarında sözleşme gereği müşterinin yaptırım haklarının bulunması, bulut teknolojilerinin hizmet kalitesi adına avantaj olarak görülmektedir.

2.1.7. Yedekleme ve Kapasite Gücü

Geleneksel bilişim mimarilerinde kullanıcılar parasını ödeyerek aldıkları donanımlar kadar depolama ve yedekleme kapasitesine sahiptirler. Bulut bilişim teknolojilerinde ise geleneksel mimarilerde ödenen ücretlerin daha azına kullanıcılar daha fazla depolama ve yedekleme kapasitelerine ulaşabilmektedirler. Bulut bilişimde çok az bir operasyonel işlemle tüm sunucuların, dosyaların ve sahip olunan cihazların

[56] Isaac Odun-Ayo, Olasupo Ajayi, Adesola Falade, "Cloud Computing and Quality Service: Issues and Developments", *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, No: 1, 2018, s. 1.

işletim sistemleri ve ayarları imaj dosyaları hâlinde yedeklenebilmekte ve aynı şekilde bütün sanallaştırma altyapıları yedekten dönülerek kurulabilmektedir. Geleneksel yaklaşımdaki metodlarda bu işlemler hem zaman hem de iş gücü anlamında kuruluşlar adına çok yorucu bir süreç hâline gelmektedir.

Bazı bulut sağlayıcıları yedekleme işlemlerini yaparken gelişmiş dosya sıkıştırma yöntemlerini kullanarak müşterilerinin verilerini daha az depolama kapasiteleri harcayarak sıfır veri kaybı ile muhafaza edebilmektedir. Ayrıca bu sıkıştırılarak depolanan veriler güvenli şifreleme metotları sayesinde gizlilik ihlallerine karşı korunabilmektedir.[57]

2.1.8. Güvenlik ve Uyum Kolaylığı

Bulut bilişimdeki tüm sunucular, sunucular üzerindeki veriler ve uygulamalar sanallaştırılmış ortamda yer alan veri merkezlerinde barındırıldığı için kişisel bazda meydana gelen güvenlik ihlalleri sunucuları etkilememektedir. Çünkü kişisel cihazlara gerçekleştirilen herhangi bir siber saldırı, veri merkezlerindeki sunuculara gelene kadar birden fazla katmandan oluşan güvenlik duvarlarından ve çözümlerinden geçmektedir. Yüksek güvenlik düzeyini sağlayan hizmet sağlayıcılar sayesinde kuruluşların sunucularına herhangi bir siber atak yapılamadan güvenlik ihlali sonlandırılmış olur.

Geleneksel modellerdeki uyum problemleri bulut bilişim sayesinde sonlandırılmıştır. Fiziksel bir ağ bağlantısının olduğu bir kuruluşta farklı işletim sistemi ve üreticilere ait makineler aynı uygulama üzerinde çalışamazken (Örneğin; Windows ve MacOS), bulut bilişim teknolojilerinde tüm işletim sistemleri ve cihazlar

[57] Shwetha Bindu, Yadaiah Balagoni, "Secure Data Storage in Cloud Computing", *International Journal of Research in Computer Science,* Sayı: 1, No: 1, 2011, s. 67.

herhangi bir yazılım dili ile programlanmış uygulamaları bulut üzerinde açabilmektedir.[58]

2.1.9. Yazılım Yükleme ve Sürüm Güncelleme

Bulutta çalışan programların, uygulamaların ve diğer tüm arayüz yazılımlarının yüklenmesi, çalışması ve güncellenmesi tamamen bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının sorumluluğundadır. Eğer kullanıcı isterse, yapılan sözleşmeler çerçevesinde bu yükümlülükleri üstüne alarak kendilerine sağlanan bir yönetim arayüzü üzerinden de bu işlemleri kendisi halledebilmektedir. Kullanıcılar kendi yönetim panelinden bu işlemleri yapsa bile geleneksel yöntemlerdeki gibi uzun zaman ve iş gücü harcamamaktadır.

Özellikle SaaS bulut bilişim servis modelini sunan hizmet sağlayıcılar, bünyelerindeki uygulamaların son sürüme yükseltilmesi ve düzenli aralıklarla güncellenmesi işlemlerini otomatik bir şekilde halletmektedirler. Bu da müşterileri yoğun iş temposunda program güncellenmesi gibi daha atıl duran bir operasyonel yükten kurtarmaktadır. Ayrıca büyük çaptaki güvenlik güncellemelerini müşterilerinden daha önce bünyesine katabilen hizmet sağlayıcılar, vakit kaybetmeden bu güncellemeleri yapabildiğinden kullanıcılarını güvenlik ihlallerine karşı daha büyük oranda koruyabilmektedir.[59]

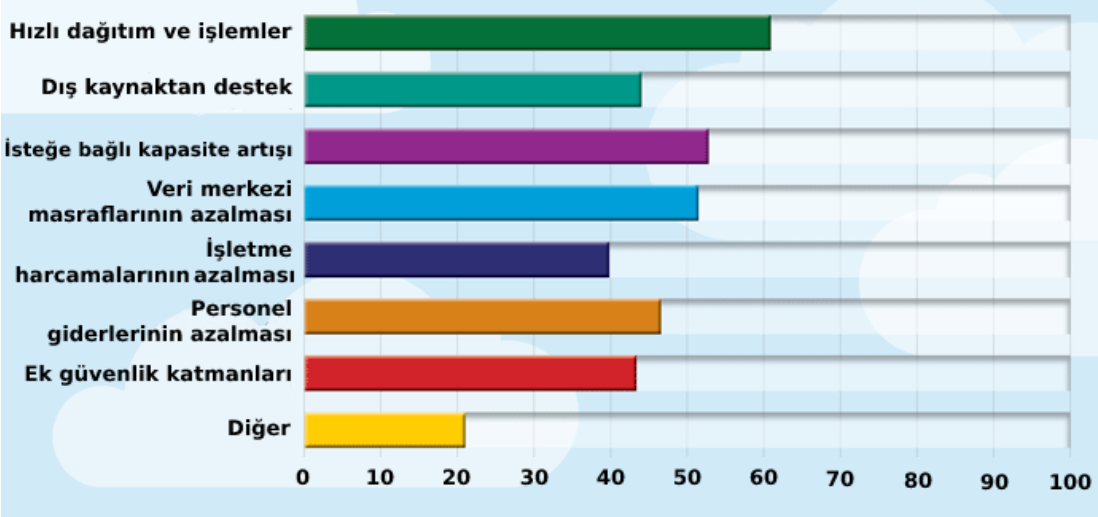
2.1.10. Çevreci Yaklaşım

Bulut bilişim mimarilerinin teknolojik avantajlarının yanı sıra bir de çevreye olan pozitif yaklaşımından bahsedilebilir. Tahmin edilebileceği üzere fiziksel cihazların, veri merkezinin ve ortamın bulunmadığı bir yaklaşımın çevrenin

[58] https://www.afr.com/technology/cloud-computing-finally-killed-the-mac-vs-pc-debate-after-30-years-20160519-goylua (10.10.2020)
[59] https://www.skyhighnetworks.com/cloud-security-blog/11-advantages-of-cloud-computing-and-how-your-business-can-benefit-from-them/ (10.10.2020)

kirletilmemesi adına olumlu etkileri bulunmaktadır. Kuruluşlardaki son kullanım tarihi geçmiş atıl depolama ünitelerinin, bozulan kabloların, son kullanıcılarda bulunan CD ve DVD gibi taşınabilir depolama ünitelerinin çevre kirliliğine verdiği etki göz önüne alındığında bulut bilişimin çevre dostu bir yaklaşım olduğu ortaya çıkmaktadır.[60]

Aynı zamanda fiziksel bilişim altyapılarının harcadığı elektrik ve salınan karbon oranları çevreyi kirleten bir başka unsurdur. Bu unsurların sanallaştırma teknolojilerini kullanan bulut bilişim yaklaşımında düşük oranlarda seyretmesi çevre açısından çok önemli bir durum arz etmektedir. Ayrıca bulut uygulamalar sayesinde nakliyat, ulaşım, lojistik ve araç maliyetleri düşmekte ve dolaylı olarak çevreye olan zararlı etkiler de azalmaktadır.



Şekil 2.1 Bulut Bilişim Avantajları Üzerine Yapılan Bir Anket Sonucu

Şekil 2.1'de ABD merkezli bilgisayar yazılımı şirketi Flexera'nın 2019 yılında 108 teknoloji profesyoneli ile yaptığı bir araştırmanın sonuçları yer almaktadır.[61] Bu araştırma kapsamında profesyonel kişilere bulut bilişimin hangi avantajı sayesinde kurumlarında bu teknolojiden faydalandıkları sorulmuştur. Gelen cevaplara bakıldığında en çok yüzdeye sahip olanın hızlı dağıtım ve işlemler olduğu

[60] Emre A. İsaoğlu, "Elektronik Haberleşme Sektöründe Yeşil Uygulamalar ve Türkiye İçin Öneriler", *Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi*, Ankara, 2014, s. 49.
[61] https://www.datamation.com/cloud-computing/survey-reveals-cloud-computing-benefits-and-challenges.html (11.10.2020)

görülmektedir. Ancak sonuçlara daha detaylı bakıldığında veri merkezi masraflarının azalması, personel giderlerinin azalması ve işletme harcamalarının azalması cevaplarının en popüler yedi cevaptan üçü olduğu görülmektedir. Bu çıkarımla, maliyet avantajının geleneksel sistemlerden bulut bilişim sistemlerine geçişteki en önemli kalem olduğu görülebilmektedir.

2.2. BULUT BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN SAHİP OLDUĞU RİSKLER

Bulut bilişim teknolojileri günümüzde birçok teknolojik ihtiyacı ve gereksinimi beraberinde getirdiği avantajlar sayesinde kolaylaştırırken, bazı yönlerden de çeşitli dezavantajlara sahiptir. Bu dezavantajlar aslında birer risk olarak görülmektedir. Bunun sebebi de dezavantaj kavramının çözülemez olumsuzluklar olması iken; risk kavramının çeşitli modeller ve önlemler sayesinde azalabilmesi ve hatta bazı zamanlarda ise tamamen sıfırlanmasından kaynaklıdır. Bulut bilişimin sahip olduğu teknik riskler; internet bağlantısı ve bant genişliği yetersizliği, mevcut uygulamaların bulut altyapısına taşınmasındaki zorluklar, planlı ve plansız kesintiler, güvenilirlik ve veri yönetimi zorluğu, birlikte çalışabilirlik ve ortak standartlar, sistem güvenliği ve yazılım lisanslama olarak sıralanabilir.

Bulut bilişimin teknik risklerinin yanında hukuki riskleri de bulunmaktadır. Bunun en büyük sebebi ise bulut bilişimin tamamen yeni bir bakış açısına sahip olmasından dolayı yürürlükteki mevzuatın buna uygun olmamasıdır. Bulut bilişimin sahip olduğu hukuki riskler; veri mahremiyeti ve veri güvenliği, mevzuat ve standartlar, hizmet sağlayıcıların lehine hizmet sözleşmeleri olarak sıralanabilir.

2.2.1. İnternet Bağlantısı ve Bant Genişliği Yetersizliği

Bulut bilişim teknolojileri uçtan uca bir biçimde internet bağlantısı üzerinde çalışmaktadır. İnternet bağlantısı olmadığında veya kesinti problemleri olduğunda bulut hizmetleri kullanılamaz hâle gelerek erişim durmaktadır. Günümüz teknolojik

gelişmeleri sayesinde internet altyapısı oldukça gelişmiş bir durumdadır. Bu altyapıda kullanılan fiber optik bağlantılar ve hücresel veri sayesinde günümüz internet altyapısı bulut bilişim için çoğunlukla yeterli olarak kabul görmektedir.[62]

Başka bir teknolojik yaklaşıma göre, bulut bilişimin ihtiyacı olan geniş bant trafiği her geçen gün artmakta ve bu da daha hızlı bir internet altyapısına ihtiyacı doğurmaktadır. Dolayısıyla bağlantı maliyetlerinin artmasından dolayı bazı teknoloji çevrelerince bulut bilişimin maliyetine dikkat çekilmektedir.[63] Örneğin; ortalama 5 ile 18 Mbps[64] arasında bir bant genişliğinin bulunduğu veri transferinde, 1 TB'lık[65] verinin bulut sisteme transfer edilmesinin 5 günden fazla süreceği tahmin edilmektedir.[66] Bu örnekte transfer zamanı düşürülmek istendiğinde bant genişliğinin artırılması gerekmekte ve dolayısıyla ciddi bir maliyet kalemi ortaya çıkmaktadır.

Bulut bilişim hizmet sağlayıcılarındaki anlık bir internet bağlantı kesintisi bile içeride sunucuları barınan kurum ve kuruluşların tamamının hizmet kesintisi ile karşılaşmalarına sebep olmaktadır. Bu da hem prestij hem de finansal kayıp manasına gelmektedir. Bunlara ek olarak adli bir süreç için kolluk kuvvetleri ve adli makamlar tarafından hizmet sağlayıcının veri barındırdığı sunuculara el konulması durumlarında, aynı hizmet sağlayıcıdan hizmet alan diğer müşteriler konu ile bir bağlantıları olmasa bile erişim kesintilerine uğrayabilmektedir.[67]

2.2.2. Mevcut Uygulamaların Bulut Altyapısına Taşınmasındaki Zorluklar

Geleneksel sistemlerin yıllardır kullanıldığı düşünüldüğünde, günümüze kadar geliştirilen yazılımlar bu altyapı hesabına göre tasarlanmıştır. Ancak bulut bilişim

[62] Kutay Batı, "Bulut Bilişim ve Etkileri", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 2015, s. 19.
[63] Ayşe Gül Mirzaoğlu, "Bulut Bilişimin Teknik, Uygulama ve Düzenleme Boyutuyla Değerlendirilmesi, Dünya Örnekleri ve Ülkemize İlişkin Öneriler", *Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Bilişim Uzmanlığı Tezi,* Ankara, 2011, s. 37.
[64] Mbps (Mega Bits Per Second): Saniyede aktarılan megabit cinsinden veri sayısı.
[65] TB (TeraByte): 1024 GigaByte
[66] Simson L. Garfinkel, "An Evaluation of Amazon's Grid Computing Services: EC2, S3, and SQS", *Harvard Computer Science Group Technical Report TR-08-07*, Harvard Library, 2007, s. 9.
[67] https://nexia.com/insights/global-insight/the-benefits-and-risks-of-cloud-computing/ (12.10.2020)

teknolojileri dağıtık mimariye göre tasarlandığı için bulut bilişim altyapısına aktarılan uygulamaların kodlarının büyük bir bölümünün yeniden yazılması gerektiği fikri ortaya çıkmıştır.[68] Geleneksel mimarilerde sistem bileşenleri (donanım, yazılım, ağ vb.) sıkı sıkıya birbirine bağlı olduğu için ve dağıtık mimaride bu sıkılık oranı oldukça düşük olduğundan bu fikrin yerinde bir görüş olduğu ortaya çıkmaktadır.

Dağıtık mimariyi kullanan bulut bilişim teknolojilerinde, sistem bileşenlerinin birbirinden bağımsız olması sayesinde bileşenlerden birinde meydana gelen bir arıza diğer bileşeni etkilemediği için bu durum büyük bir avantaj olarak görülmektedir. Ancak bu avantajın beraberinde getirdiği risk, birbirinden bağımsız olan sistemlerin bir araya gelerek anlamlı bir bütün oluşturabilmesi için çeşitli düzenleyici arabirimlerin olması gerektiğidir.[69]

Dağıtık mimari ile geleneksel mimarideki bir diğer fark kullanılan veri tabanı sistemleridir. Dağıtık mimarilerde yüksek performans sağlayan dağıtık veri tabanları kullanılmaktadır. Bu yapılarda eş zamanlı programlama modelleri tercih edilmektedir. Bu modelde bir bileşen diğer bileşenlerle doğrudan iletişim kurmak yerine iş kuyruğuna iş ekleyerek iletişime geçer. Bu sayede performans ve hız artırılmış olmaktadır. Dağıtık mimarilere ve dolayısıyla bulut bilişim teknolojisine uygun olan bu programlama modeli üzerinde geleneksel mimari için derlenen bir yazılım çalıştırılırsa performans ve hız avantajından yararlanılamamaktadır.[70]

2.2.3. Planlı ve Plansız Kesintiler

Bilişim teknolojilerinde bakım, altyapı yenileme ve sürüm güncelleme gibi çeşitli sebeplerle planlı kesintiler bulunmaktadır. Bu durum geleneksel mimaride

[68] Thomas J. Kwasniewski, Puig EJ, *Cloud Computing in the Government*, The Data & Analysis Center for Software, New York, 2011, s. 101.
[69] Barrie Sosinsky, *Defining Cloud Computing in Cloud Computing Bible*, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, United States, 2010, s. 18.
[70] Michael Armbrust, "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing", *University of California*, Berkeley, 2009, s. 8.

olduğu gibi bulut bilişim teknolojilerinde de geçerlidir. Bulut altyapı hizmetini kesintiye uğratan bu durumlar dışında bir de plansız olarak kesintiler bulunmaktadır. Bunların başlıca sebepleri ise donanım yetersizliği, yazılım uyum problemleri, veri tabanı çökmesi ve altyapı problemleridir. Bu gibi riskleri önlemek amacıyla kurum ve kuruluşların mutlak surette yedekli olarak işlemlerini sürdüren bulut bilişim sağlayıcıları ile çalışmaları gerekmektedir. Ayrıca kurumların sağlayıcılar ile yaptıkları sözleşmelere, belirlenen kesinti sürelerini aşan durumlarda uygulanacak cezai yaptırım maddelerini de eklemeleri önem arz etmektedir.[71]

Bulut bilişim hizmet sağlayıcıların, kurumlar tarafından düzgün bir şekilde denetlenebilmesi ve kesintilerin raporlanabilmesi amacıyla hizmet seviyesi raporlarını ve takip çizelgelerini paylaşmaları önemlidir. Kurum ile karşılıklı olarak anlaşılmış planlı kesinti ve çalışmalar haricinde beklenmedik problemlerden dolayı ortaya çıkan kesintiler bu sayede cezai bir yaptırıma uğratılabilecektir.

2.2.4. Firma Güvenilirliği ve Veri Yönetimi

Bulut hizmetten faydalanacak müşterilerin en büyük endişelerinden bir tanesi hizmet sağlayıcının güvenilirliği konusudur. Müşterilerin erişime açtığı tüm sunucuları barındıran bulut bilişim hizmet sağlayıcıların bu alandaki tecrübesi ve güvenilirliği oldukça önem arz eden bir konudur. Hizmet sağlayıcının sağladığı süreçler ve onların hangi süreç denetimlerinden (ITIL, COBIT vs.) geçtiği, sahip oldukları yasal standartlar (ISO 9001, ISO 27001 vs.) ve uygunlukları, çalıştırdıkları personellerin hangi sertifikalara sahip oldukları (CEH, CISA, CCNP, CCIE vs.) müşterilerin hizmet sağlayıcı seçimlerinde önemli kriterler arasındadır.[72]

[71] https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/TUBITAK-BILGEM_YTE-BulutAltyapiHizmetiRehberi.pdf (15.10.2020)
[72] Yaşar Çetiner, "Bulut Bilişim ve Örnek SaaS Uygulaması", *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Kırıkkale, 2014, s. 55.

Hizmet sağlayıcıların olası sorunlara geç cevap vererek gerekli aksiyonu alamaması, değişen taleplere göre esnekliğinin olmaması, kriz zamanlarında biriken ekstra işlere dayanıklı olamaması, sistem kesintilerinden sonra tekrar sistemi ayağa kaldırma sürelerinin uzun olması firma güvenilirliğini zedeleyen unsurlar arasındadır.[73] Bulut bilişim hizmet sağlayıcıların dünyanın farklı lokasyonlarında birden fazla veri merkezi olsa da tüm veri merkezlerinin standart bir şekilde dizayn edilerek işletilmesi gerekmektedir. Bu standardizasyonu sağlamak amacıyla PCI-DSS Veri Güvenliği Sertifikası, Tier 3 veya Tier 4 Sertifikası, ISO 14001 Çevre Yönetimi Sertifikası, OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Sertifikası ve ISO 10002 Kurum Şikayetleri Yönetim Sistemi Sertifikası bulut bilişim hizmet sağlayıcıların tedarik etmesi gereken sertifikalardır.[74]

2.2.5. Birlikte Çalışabilirlik ve Ortak Standartlar

Kullanıcılar, hâlihazırda kullandıkları servis sağlayıcıya kıyasla daha uygun fiyata daha iyi hizmet veren başka bir servis sağlayıcıya geçmek istedikleri zaman bazı zorluklarla karşılaşabilir. Bulutta barındırdıkları verilerini ve uygulamalarını başka bir buluta aktarmak istediklerinde ortak bir standart ve arayüz olmadığı için uyum riskleri bulunmaktadır. Servis sağlayıcılar arasında birlikte çalışabilirlik esasında servis sağlayıcıların istedikleri bir durum değildir. Çünkü kendilerine özgü arayüz ve programlar sayesinde müşterinin bir başka servis sağlayıcıya geçişini zorlaştırarak müşterilerini kendilerine bağımlı hâle getirmektedirler.

Tüm bulut servis sağlayıcıların ortak bir paydada buluşmadığı, ortak API ve arayüzlerin kullanılmadığı ve önceden tanımlanmış bir standartlar setine sahip olunmadığı böyle bir ortam her zaman için bağımlılık riskine yol açmaktadır.[75] Bu bağımlılık riskinin yol açtığı en büyük problem ise kurum ve kuruluşlar için hizmet

[73] A. Mirzaoğlu, 2011, s. 36.
[74] https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/TUBITAK-BILGEM_YTE-BulutAltyapiHizmetiRehberi.pdf (15.10.2020)
[75] Grace A. Lewis, "Role of Standards In Cloud-Computing Interoperability", *System Sciences (HICSS)*, 2013, s. 15.

kalitesinin alternatif kaynaklar üzerinden sağlanamamasıdır. Bazı durumlarda çok kısa süreli kesintiler bile ciddi sonuçlara yol açabilmektedir. Bu gibi kesinti durumlarını yaşamamak adına geleneksel sistem ve mimarilerde, kurum ve kuruluşlar birden fazla hizmet sağlayıcısından hizmet alarak eş zamanlı olarak işlemlerine devam ederler. Böylece bir hizmet sağlayıcı ulaşılamaz olduğu zaman diğer sağlayıcıdan hiçbir kesinti yaşanmaksızın hizmet alınmaya devam edilebilmektedir. Ancak bulut teknolojisinde var olan hizmet sağlayıcıların kullandıkları API'lerin birbirinden farklı olmasından dolayı, kurum ve kuruluşlar tek bir sağlayıcıya bağımlı kalmakta ve dolayısıyla alternatifli olarak hizmet kalitesi sağlanamamaktadır.

Bulut bilişimde ortak standartların oluşturulup bunlara uygun hareket edilmesi müşterilerin bağımlılığını ortadan kaldıracağı için hizmet sağlayıcılar açısından bir rekabet ortamı yaratacaktır. Bu durum da müşterilerin işine yarayacak ve fiyatlar oluşan rekabet ortamından dolayı aşağıya doğru inecektir. Fiyat düşme durumu pazarı elinde bulunduran firmalarca istenen bir durum olmadığından bağımlılık riskini bertaraf etmek adına ülkeler kendi içerisinde buna bir çözüm yolu aramaktadır. Bu tarz risklerin üstesinden gelmek için birçok ülke açık kaynak bileşenleri sayesinde kendi içerisinde bir standardizasyon sağlamakta ve kendi kamu bulutları içerisinde bu açık kaynak standartlarını uygulamaktadır.[76]

2.2.6. Sistem Güvenliği ve Veri Koruma

Özellikle kamu bilişim sistemleri açısından bakıldığında, kamu sektörünün en temel önceliğinin yüksek güvenlik olduğu görülmektedir. Bulut bilişimin benimsenerek ilerlemesinin önündeki en büyük engel ise güvenlik sorunlarıdır. Bir ülkedeki kamu sistemlerine ait veri ve uygulamaların bulut teknolojisi gereğince başka bir ülkedeki veri merkezinde barındırılması ve bilişim kaynaklarının ortak havuzda toplanarak dağıtılması bu güvenlik sorunlarını doğuran en temel sebeplerdir.[77]

[76] Bernd Zwattendorfer, "Cloud Computing in E-Government Across Europe", *E-Government Innovation Center (EGIZ)*, Graz, 2013, s. 10.
[77] Shade Kuyoro, Frank Ibikunle, Awodele Oludele, "Cloud Computing Security Issues and Challenges", *International Journal of Computer Networks*, 2011, s. 252.

Bir başka sistem güvenliğini etkileyen konu ise ülkeler arası veri güvenliği ve mahremiyetini sağlamak amacıyla yazılan kanunların farklılığıdır. Hizmet sağlayıcının bağlı bulunduğu ülkedeki veri güvenlik düzeyi ile müşterinin bulunduğu ülkedeki düzeyler birbirinden kanunlar yolu ile ayrılmışsa, bu ayrılıklar ciddi problemlere yol açmaktadır.[78] Bu gibi ülke farklılıklarından doğan riskleri minimuma indirmek amacıyla Avrupa'daki ülkeler, sadece kendi içlerinde veri depolamak ve barındırmak amacıyla kamu bulutlarını kurmuş ve açık bulutlara kamu verilerini göndermemişlerdir.[79]

Sistem güvenliğini korumak adına müşterilerin bir hizmet sağlayıcıdan bulut hizmeti almadan önce aşağıdaki soru setini kendi güvenlik düzeylerine ve veri hassasiyetlerine göre cevaplaması, ileride karşılaşılabilecek problemleri şimdiden ön görmelerini ve alınacak cevaplara göre hizmet sağlayıcıları karşılaştırmalarını sağlayabilecektir.

- Fiziksel olarak veriler nerede ve hangi ülkede depolanacak?

- Anlaşmazlık hâlinde mahkeme ve dava süreci, müşterinin mi hizmet sağlayıcının mı ülkesinde gerçekleşecek?

- Veri merkezinde olası bir felaket durumunda sorumluluk kimde olacak ve sigorta zararı karşılayacak mı?

- Veri gizliliği ihlalinde hizmet sağlayıcının alacağı sorumluluklar ne olacak?

- Veri fikir mülkiyeti hangi ülkenin yasaları ile korunuyor?

- Ticari sırlara üçüncü kişilerce erişim olduğunda hizmet sağlayıcı bu erişimin kayıtlarını incelemek üzere müşteriye sunacak mı?[80]

[78] Yasin İnağ, Eyüp Burak Ceyhan, Şeref Sağıroğlu, "Bulut Bilişimin Kurumsal Zorlukları ve Çözüm Önerileri", *International Conference on Information Security and Cryptology ISCTurkey,* Ankara, 2015, s. 8.
[79] B. Zwattendorfer, 2013, s. 7-9.
[80] https://www.hakanuzuner.com/cloud-computing-risk-and-security-assesment-bulut-bilisim-risk-ve-gvenlik-degerlendirmesi/ (16.10.2020)

2.2.7. Yazılım Lisanslama

Yazılım lisanslama bulut bilişimin hem avantajı hem de riski olarak görülebilecek bir konudur. Bu tez kapsamında "Bulut Bilişim Teknolojilerinin Sağladığı Avantajlar" bölümünde yazılım lisanslama konusunun müşterilere sağladığı avantajlardan bahsedilmiştir. Ancak bazı durumlara ve hizmet sağlayıcı ile yapılan sözleşmelere göre yazılım lisanslama konusu bulut bilişimin getirdiği riskler kapsamında da ele alınabilir.

Bazı bulut bilişim hizmet sağlayıcıları, müşterilerin ihtiyaçlarına göre esnek bir şekilde lisanslama programı sunarken bazıları ise buluta kurulacak her bir uygulama ve sunucu için ayrı ayrı lisanslama yapmaktadır. Bahsi geçen ikinci durumdaki lisanslama programı, müşteri için ek bir maddi yük getirmektedir. Bulut bilişimin esnek doğası gereği kullanıcı istediği zaman kendi alanlarına sunucu ekleyip çıkarabilmektedir. Her bir eklenen sunucu için ayrı bir lisans ücreti talep eden hizmet sağlayıcılar müşteriler için maddi risk teşkil etmektedir.

Ayrıca ülkeler arası lisanslama standardı ve kur farklılığından dolayı oluşan lisans ücreti değişkenliği de müşteriler için problem teşkil edebilmektedir. Örneğin; bir uygulamanın ABD ve Türkiye için lisans ücretleri o ülkenin gelirine göre değiştiği için Türkiye'den hizmet alan bir müşterinin eğer hizmet sağlayıcısı ABD'de bulunuyor ise o ülkenin lisans ücretlerine tabi olacaktır. Böylece geleneksel yöntemi kullanan bir müşteriye göre, aynı lisans için çok daha fazla bir ücret ödemesi olacaktır.

Yazılım lisans ücretinin fazla olması riskini bertaraf etmek amacıyla müşteri bulut hizmetini satın almadan önce yapacağı sözleşmede mutlaka kendi ülkesi için belirlenen lisans ücretlerini ödemesi gerektiğini belirtmelidir. Ayrıca müşterilerin esnek lisans sunan ve her bir sunucu için ayrı ayrı lisans ücreti almayan hizmet sağlayıcılar ile çalışması ileride maddi olarak çeşitli problemlerle karşılaşmalarını ortadan kaldıracaktır.

2.2.8. Veri Mahremiyeti ve Veri Güvenliği

Veri mahremiyeti kavramı, kişisel verilerin gizliliğinin korunmasını esas almaktadır. Kişisel veri ise 07.04.2016 tarihinde 29677 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'nda *"Kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye ilişkin her türlü bilgi"* olarak ifade edilmektedir. Bu ifadeye daha geniş bir kapsamla bakılacak olursa; ad-soyad, kimlik numarası, doğum tarihi, doğum yeri gibi temel bilgilerin yanı sıra kişinin özgeçmişi, e-posta adresleri, sağlık bilgileri ve hatta hobileri bile kişisel veri kavramı içerisinde sayılmaktadır. Bu gibi mahremiyeti yüksek olan verilerin işlenmesi, paylaşılması ve depolanması ancak kişinin açık rızası ile sağlanabilmektedir.

Aslında kişisel veri ve veri mahremiyeti konusu sadece bilişim sistemlerine özgü bir kavram olmayıp, her türlü ortamdaki bilgi ve verileri kapsamaktadır. Ancak son yıllarda teknoloji ve bilişim sistemlerinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla beraber veri mahremiyeti konusu bilişim dünyası ile ilişkilendirilir olmuştur. Bulut bilişimin internet üzerine kurulu olması ve verilerinin barındırıldığı konumların fiziksel olarak belirsiz ve kontrol edilemez olması, bulut bilişimde veri mahremiyeti konusunda ciddi endişelere yol açmıştır.

Veri mahremiyeti konusundaki hukuki sorunların yanı sıra teknik düzeyde de bazı risk ve sorunlar bulunmaktadır. Çok sayıda kullanıcının aynı anda buluta erişebildiği bir altyapıda meydana gelebilecek bir teknik aksaklık, müşterilerin birbirlerinin özel alanlarına kasıtlı olmasa bile erişebilecekleri anlamına gelmektedir. Ortaya çıkabilecek çok basit bir yazılım hatası bile kurum ve kuruluşların gizli verilerinin ifşasına kadar varabilme potansiyeline her zaman sahiptir.

Bulut bilişimde müşterilerin ortak olarak kullandığı bir kaynak havuzu bulunmaktadır. Herhangi bir müşteri verilerini kendilerine tahsis edilen alandan sildiğinde bu silme işlemi fiziksel olarak değil yalnızca mantıksal anlamda silinmektedir. Mantıksal silmenin amacı ise fiziksel silmeye göre daha hızlı bir işlem

olduğundan bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının bunu tercih etmesidir. Mantıksal silinme sonucu hâlen fiziksel olarak belli bir süre daha bulutta depolanan verilerin yanlışlıkla veya kasten bir başka müşterinin erişimine açılması sonucu yine gizli verilerin ifşası gibi kaçınılmaz bir son ile karşılaşılabilmektedir.[81]

2.2.9. Yasal Uyumsuzluklar

Kâr amacı gütmeyen bir sivil toplum kuruluşu olan Bulut Güvenlik Birliğinin (CSA – Cloud Security Alliance) bulut bilişimin risk ve zorluklarını açıkladığı bir kılavuzu bulunmaktadır. Bu kılavuza göre bulut bilişimin potansiyel yasal sorunları; bilginin korunma gerekliliği, güvenlik ihlalleri, gizlilik gereksinimleri ve uluslararası kanunlar olarak sıralanmaktadır.[82] Bu başlık altında uluslararası kanunlar ve kanunların ülkeler bazında farklılaşmasından dolayı oluşan riskler anlatılacaktır.

Dünyanın gelişmekte ve gelişmiş olan birçok ülkesinde veri gizliliği ve verilerin bilgi sistemleri ortamındaki mahremiyeti konusunda çeşitli yasal düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Ancak bu kanun ve yasal çerçevedeki mevzuatlar yerel düzeyde kaldığından ülkeler arası birtakım işleyiş farklılıkları bulunmaktadır. Örneğin; Asya ülkeleri kişisel verilerin korunması kanunu olarak Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) "Özel Yaşamın Korunması ve Kişisel Verilerin Sınırötesi Akışına İlişkin Rehber İlkeleri" ni kendine örnek alırken; Avrupa ülkeleri Avrupa Birliği tarafından kabul edilen "Genel Veri Koruma Yönetmeliği" ni (GDPR – General Data Protection Regulation) kendine örnek almıştır. Dolayısıyla farklı ülkelerde konumlanan bulut bilişim hizmet sağlayıcıları, sorumlulukları altında barındırdıkları verilerin gizliliğini ve korunmasını farklı yasal düzenlemelere tabi olarak yürütmektedir. Bu durumda da hem müşteriler hem de hizmet sağlayıcılar açısından yasal uyum riskleri ortaya çıkmaktadır.[83]

---

[81] Oğuz Ergin, "Kamuda Bulut Bilişim 1. Çalışma Grubu", *Türkiye Bilişim Derneği Kamu Bilgi İşlem Merkezleri Yöneticileri Birliği Kamu Bilişim Platformu*, Ankara, 2012, s. 33.

[82] https://downloads.cloudsecurityalliance.org/assets/research/security-guidance/security-guidance-v4-FINAL.pdf (17.10.2020)

[83] Türkiye Bilişim Derneği, "Kamuda Bulut Bilişim Raporu", *TBD Kamu-BİB Kamu Bilişim Platformu XIV*, Ankara, 2012, s. 34.

Ülkemizde yürürlükte olan 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'na göre müşterilerin hizmet sağlayıcılar ile veri gizliliğinin ihlali konusunda bir anlaşmazlık durumuna düştüğünde, açacakları davanın ilk dayanağı bu kanundur. Ancak hizmet sağlayıcının merkezi veya barındırdıkları sunucular ülkemizde bulunmuyorsa bu durumda müşteri ile hizmet sağlayıcı arasında dört farklı hukukla ilişki kurulabilmektedir:[84]

- Bulut bilişim hizmet sağlayıcının bulunduğu yer hukuku,
- Müşterinin bulunduğu ülke hukuku,
- Bilgileri bulut bilişim hizmet sağlayıcısında depolanan şahsın bulunduğu ülke hukuku,
- Bulut bilişim hizmet sağlayıcısının ikametgâhının bulunduğu yer hukuku.

Bahsi geçen bu dört farklı hukuk ilişkisinden bir tanesi yapılacak olan sözleşmede belirtilirse, müşteri açısından hukuki yolların belirsizliği aşaması ortadan kalkmış olacaktır.

2.2.10. Yapılan Sözleşmelerdeki Uygunsuzluklar

Müşteri ve bulut bilişim hizmet sağlayıcılar arasında hizmet aşamasından önce bir sözleşme imzalanmaktadır. Bu sözleşmelerde eğer müşteri tarafındaki kurum ve kuruluşların bulut bilişim alanında yeterli tecrübe ve bilgisi bulunmuyorsa, hizmet sağlayıcılar yapılan sözleşmedeki maddeleri kendi lehine olacak şekilde düzenleyebilmektedir. Kullanıcılara ait verilere sadece kullanıcının erişeceği gibi net ifadelerin sözleşmede yer almaması, müşteri açısından veri gizliliği anlamında ciddi bir risk oluşturmaktadır.

Bulut hizmetinde mülkiyet hakkının net olarak tanımlanması ve hangi tarafın bu hakka sahip olduğunun belirtilmesi çok önemlidir. Hizmet sağlayıcılarla yapılan sözleşmede mülkiyet hakkının tamamen müşteride olduğunun belirtilmesi

[84] Kutan Koruyan, F. Itır Bingöl, "Bulut Bilişim Hizmet Sağlayıcılarının Veriyi Koruyamamaları Durumuyla İlgili Türk, Avrupa Birliği ve Amerikan Hukukundaki Düzenlemeler", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2015, s. 372-373.

gerekmektedir. Ancak bazı hizmet sağlayıcılar bulut teknolojisinin ve barındırdıkları verilerin hizmet kalitesini artırabilmek adına verileri kendilerinin de kullanabileceğini sözleşmeye eklemektedir. Böylesi bir sözleşmenin müşteri tarafından imzalanması durumunda veri gizliliğinin ortadan kalkacağı aşikârdır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KAMU BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE BULUT BİLİŞİMİN İDARİ VE TEKNİK AÇIDAN YÖNETİLMESİ

Kamu kurum ve kuruluşları bulut bilişim teknolojilerine geçiş aşamalarında bir takım idari ve teknik problemler ile karşılaşmaktadır. Bu durum sadece teknolojiye bağlı olmayan ve her yeni idari ve teknik süreçte kurumlarca karşılaşılan genel durumlardan bir tanesidir. Bu gibi zorlu süreçlerin üstesinden gelebilmek amacıyla kurumların düzgün, verimli, etkin ve işletilebilir bir planlarının olması gerekmektedir. Bu bölümde kamu kurum ve kuruluşlarının bulut bilişim teknolojilerine göç etme sürecinde izleyebilecekleri yollar, baştan sona adım adım bir şekilde incelenerek aktarılacaktır.

3.1. BULUT BİLİŞİME GEÇİŞ İÇİN FAALİYET PLANLARININ OLUŞTURULMASI

Kamu kuruluşlarında eski bir sistem yerine yeni anlayışa sahip bir sistem oluşturulacağı zaman mutlaka bir stratejik planlama ve bu planlamaya bağlı kalınacak bir yol haritası oluşturulmak zorundadır. Bu noktada ortaya çıkan "Stratejik Plan" kavramı 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu'nda şu şekilde tarif edilmiştir: *"Kamu idarelerinin orta ve uzun vadeli amaçlarını, temel ilke ve politikalarını, hedef ve önceliklerini, performans ölçütlerini, bunlara ulaşmak için izlenecek yöntemler ile kaynak dağılımlarını içeren plandır."* Bu tanımdan yola çıkılacak olursa, kamu kurumları kendi ilke ve temel politikalarını baz alarak hedeflerine en kısa zamanda ulaşmak amacıyla bulut bilişime geçiş için bir stratejik plan oluşturmalı ve bu plana uygun hareket etmelidir.

Hazırlanan yıllık ve beş yıllık stratejik planların ve dönemsel iş planlarının genellikle idari iş süreçlerinde daha başarılı ve uygulanabilir olduğu; ancak bilişim sistemlerinde çeşitli uyum problemlerinden dolayı uygulanabilir olmadığı görülmektedir. Bilişim sistemleri; idari süreçlerden bağımsız olarak donanım, yazılım, veri, personel ve çeşitli diğer kaynaklardan oluşan bir süreç dizisinden meydana geldiğinden dolayı stratejik planların tam anlamıyla uygulanabilir ve yönetim tarafından tam destek verilebilir olması gerekmektedir. Planlama faaliyetlerinin ve dolayısıyla stratejik planın, bilişim sistemlerini geliştirme zincirinin en önemli halkası olduğu belirtilmektedir.[85]

Bulut bilişime geçiş için hazırlanacak olan stratejik plan ve yol haritasında öncelikli amaç, bulut bilişim modelinin geleneksel modelden daha hızlı ve etkin bir şekilde ihtiyaçlara cevap verebilmesi olmalıdır. İzlenecek yol haritasında geleneksel mimariyi aratacak çözümlere yer verilmemesi ve geçiş aşamasının hem kamuyu hem de ilgili kamu personellerini çeşitli sıkıntılara sokacak bir tasarımda olmaması gerekmektedir. Planlar hazırlanırken mutlaka ulusal ve uluslararası standartlar incelenmeli ve bu standartlara uygun bir şekilde yol haritası çizilmelidir. Yanlış incelenen bir standart sonucu bulut bilişime geçiş aşaması kurumlar için çok sancılı bir sürece dönüşebilir.

Bulut bilişim için maliyet kaleminin önemi, bu tez kapsamında önceki bölümlerde belirtilmiştir. Kamuda bulut bilişime geçiş aşamasında hazırlanacak olan stratejik planlarda da en düşük maliyetle en yüksek performansı elde etmek temel olarak izlenmesi gereken bir ilke olmalıdır. Bulut bilişim için istihdam edilmesi gereken personelin sayıca veya mali yönden kamuya yükünün artmaması, personel israfının önlenmesi ve iş gücünde tasarrufa dikkat edilmesi maliyet kalemleri açısından izlenecek yol haritasında dikkatli bir biçimde planlanmalıdır.

[85] Zuhal Tanrıkulu, "Bilişim Sistemi Geliştirme Projelerinin Yönetimi Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Dergisi*, Yıl 15, Sayı 48, 2004, s. 12.

Bahsi geçen kurumlar vatandaşların kritik bilgilerinin muhafaza edildiği kamu kurumları olduğu için bilgi güvenliği de yine aynı şekilde stratejik planda göz ardı edilmemelidir. Bulut bilişime geçiş aşamasında bilgi güvenliğinin muhafazası adına gerekirse ek önlemler stratejik planda yer almalıdır. Özellikle bilgi sistemleri personellerinin bulut bilişim ile yeni tanışmalarından dolayı oluşabilecek güvenlik açıklarına karşı, üçüncü parti destek hizmetleri belirli bir süreliğine de olsa yol haritasında mutlaka bulundurulmalıdır.

Bu bölümde anlatılan stratejik plan ve yol haritasının düzgün temellere dayandırılarak hazırlanması kadar bu yazılanların yönetim desteği ile uygulanması da önem teşkil etmektedir. Sağlam temellere dayandırılarak yazılan stratejik plan ve iş süreçlerinin üst yönetim desteği olmadan uygulanabilmesinin imkânı bulunmamaktadır. Stratejik planların hazırlanma aşamasında tüm süreçlerde mutlaka üst yönetimin atayacağı bir temsilcinin ilgili çalışma grubu ve komisyonda olması gerekmektedir. Bu sayede üst yönetim ile bilgi sistemleri ekipleri arasında fikir birliği olması açısından bir köprü görevini üstlenecek bu temsilci, üst yönetimin desteğini de ilgili ekiplere ve kuruma hissettirmiş olacaktır.

3.2. İHTİYAÇ ANALİZİ YAPILMASI

İhtiyaç; mevcut durum ile olması gereken veya istenilen durum arasındaki farktır. Yani bir bakıma, "Ne?" sorusu ile "Ne olmalı?" sorusu arasındaki farktır. İhtiyaç analizi ise; mevcut durum ile ulaşılmak istenen durum arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla izlenecek bir süreçtir. Bu süreç, önceliklerin belirlenmesi ve kaynakların yerinde kullanılması için akılcı bir yaklaşım sağlamaktadır.[86]

Bir kamu kurumunun bulut bilişime geçişi için öncelikle ilgili paydaşlar (bilgi sistemleri personeli, üst yöneticiler ve üçüncü parti destek personelleri) tarafından bir

[86] https://www.kargem.com.tr/dosyalar/2016/04/Arastirma-Yazisi-3-Isletmelerde-Egitim-ve-Egitim-Ihtiyac-Analizi.pdf (18.10.2020)

ihtiyaç analiz yapılması gerekmektedir. Bu analiz sonucunda kurumun geleneksel modelde kalması gerektiği, belirli sistemlerin buluta geçişinde öncelik sağlanması veya tüm sistemin aynı anda buluta transferi gibi kararlar çıkabilmektedir. İhtiyaç analizinin sonucunda çıkan karar ve raporlara göre bilişim sistemleri altyapıları gözden geçirilmelidir.

Kurumun hizmet verdiği kesime, sorumluluk alanlarına ve sunulan hizmetlerin özelliklerine göre kurumların bulut modele transfer süreçleri değişkenlik göstermektedir. Örneğin; vatandaşların sağlık ve mali bilgileri gibi çok kritik düzeydeki verileri barındıran bir kurumun, doğrudan bulut ortama bilgilerini transfer etmesi çok doğru bir yaklaşım değildir. Bunun gibi kurumlar için öncelikli olarak daha az öneme sahip verilerin, sunucu bazlı bir planlama ile beraber buluta taşınması daha uygun görülmektedir. Hatta pilot bölge bazlı geçiş uygulamaları ile hem bulut performansının hem de kurumun verilerinin izlenmesi üst yönetim açısından daha doğru bir karar olacaktır.

Yapılacak olan ihtiyaç analizinde hangi bulut bilişim dağıtım modelinin kurum açısından daha uygun olacağı da değerlendirilmelidir. Örneğin; çok kritik verilerin tutulduğu bir kurum mutlaka bu analiz sonucunda özel bulut dağıtım modelini benimserken; orta seviye kritik verileri barındıran bir başka kamu kurumu hibrit bulut dağıtım modelini benimseyebilir. Aynı şekilde bir bakanlığın genel müdürlükleri arasında topluluk bulut dağıtım modeli sayesinde belirli sunucuların kendi aralarında oluşturulan bulut ortamda paylaştırılması, hem maliyet olarak hem de iş gücü olarak daha uygun bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Bu tez kapsamında “Bulut Bilişim Servis Modelleri” bölümünde incelenen servis modelleri arasından ilgili kamu kurumuna en uygun modelin ne olacağı yine aynı şekilde yapılacak olan ihtiyaç analizi sonuçlarına göre belirlenmelidir. Kurumun bulut teknolojisine geçişte servis (SaaS), platform (PaaS) veya altyapı (IaaS) olarak hangi servis veya servisleri model olarak kullanmak istediği mutlaka önceden

belirlenmeli ve buna uygun bir şekilde gerekli hizmet alımları yapılarak bulut bilişime göç edilmelidir.

3.3. BULUT BİLİŞİME UYGUN VERİ MERKEZİ KURULMASI

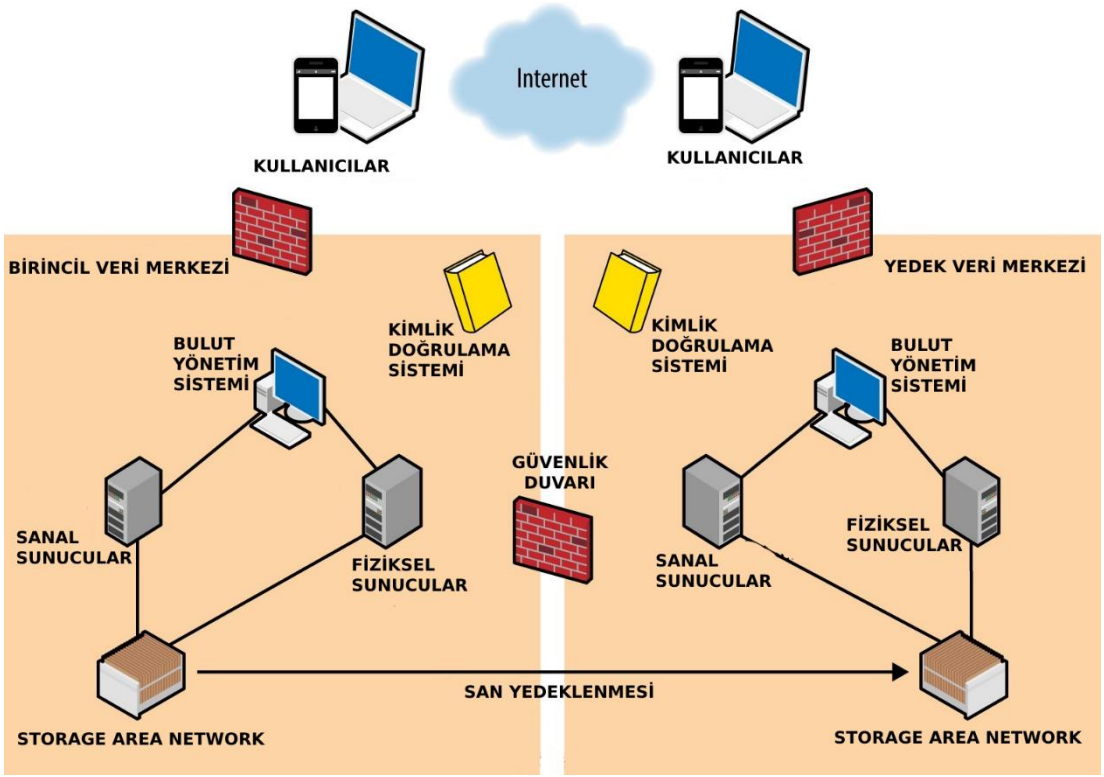
Veri merkezi, en basit hâliyle, kuruluşların kritik uygulamalarını ve verilerini barındırmak için kullandıkları fiziksel bir tesistir. Bir veri merkezinin tasarımı; paylaşılan uygulamaların ve verilerin teslim edilmesini sağlayan bir bilgi işlem ve depolama kaynakları ağına dayanır. Bir veri merkezi tasarımının temel bileşenleri arasında yönlendiriciler, anahtarlar, güvenlik duvarları, depolama sistemleri, sunucular ve uygulama teslim denetleyicileri bulunur.[87]

Geleneksel yöntemlerde yıllardır kullanılan veri merkezleri bulut teknolojiye geçişte farklı bir şekilde tasarlanmalıdır. Çoğu fiziksel sunucuların ve ağ donanımlarının yerini artık sanallaştırılmış bilgi işlem kaynakları almalıdır. Kurum ve kuruluşlar verilerini ve iş yüklerini bulut veri merkezlerine taşıdıklarında, eskisi gibi fiziksel bir sistem odası tasarlamak, inşa etmek, güçlendirmek veya güvenliği için personel sağlamak zorunda değildir. Bunun yerine bulut bilişim hizmet sağlayıcısı, yüksek düzeyde erişilebilir ve hataya dayanıklı bilgi işlem kaynaklarını müşterilerine sağlama sorumluluğu üstlenmektedir.

Kamu kurumlarının bulut teknolojiden yararlanan müşteri pozisyonunda oldukları durumlarda yukarıda açıklanan durumlar geçerlidir. Ancak bir kamu kurumu bulut hizmeti kendi içerisinde sağlıyorsa veya birden fazla kamu kurumu kamu tarafından oluşturulan ortak bir bulut teknolojisi kullanıyorsa, bu durumda bahsi geçen kamu kurumu artık bir bulut bilişim hizmet sağlayıcısı konumuna gelmiş demektir. Bu durumda da geleneksel yöntemlerden daha sıkı güvenlik politikalarına sahip özenle tasarlanmış yeni nesil mimarili veri merkezlerine sahip olmak zorundadırlar.

[87] https://www.ibm.com/cloud/learn/data-centers (20.10.2020)

Bulut altyapısı temelde fiziksel sunucular, SAN (Storage Area Network)[88] ve sanal sunucular üzerine kuruludur. Şekil 3.1'de görüleceği üzere bir bulut sisteminde en az iki adet veri merkezi bulunmalıdır. Bunlardan bir tanesi her zaman için aktif olarak çalışan birincil veri merkezi ve diğeri ise yedek veri merkezidir. Her iki merkezde de tüm sanal sunucular için ortak bir yönetim platformu, kimlik doğrulama sistemleri, yedekleme ve kurtarma sistemleri olmalıdır. Yapılandırma içerisinde yer alan tüm fiziksel ve sanal sunucular, birincil veri merkezindeki hizmetlerin başarısız olması durumunda yük devretmeyi kolaylaştırmak için yedek veri merkezine entegre olan SAN depolamasına bağlıdır. Ayrıca merkezde trafiğin güvenli bir şekilde yönlendirilmesine olanak tanıyan ve güvenli bir ağ bağlantısı kuran güvenlik duvarı cihazı da yer almalıdır.



Şekil 3.1 Örnek Bulut Bilişim Veri Merkezi Yapılandırması[89]

Kamu kurumları bulut teknolojisi için ortak veri merkezi kurulumunda yer seçimi, iklimlendirme, enerji altyapısı, ağ ve ağ cihazları, ağ operasyon merkezi,

[88] SAN (Storage Area Network): Dilimizde "Depolama Alan Ağı" olarak kullanılan bu terim sunucular ve depolama üniteleri arasında hızlı ve güvenli bağlantı sağlayan bir ağ türüdür.
[89] https://crmtrilogix.com/Cloud-Blog/IaaS-and-PaaS/Cloud-Infrastructure--Data-Center-Architecture/160 (21.10.2020)

güvenlik ve yedeklilik, ölçeklenebilir ve paylaşılabilir veri merkezi modeli gibi konuları önemle değerlendirmek durumundadır.[90]

3.4. BÜTÇE PLANLARININ YAPILMASI

Genel olarak kamu bilişim sistemlerinde maliyet kalemlerini donanım, yazılım ve personel oluşturmaktadır. Bilişim sistemlerinde kullanılan aygıt ve cihazların maliyetinin oldukça yüksek tutarlar olduğu bilinmektedir. Bu cihazların üzerinde çalışan yazılımlar ve bu yazılımların lisans ücretleri de genellikle kullanıcı bazlı fiyatlandırıldığından yine yüksek bir maliyete sahiptir. Ayrıca bu donanım ve yazılımların yöneticisi olacak personelin çeşitli teknik niteliklere sahip olmasından dolayı maaş ve çeşitli giderleri de kurumların maliyetlerini artırmaktadır. Aynı şekilde çalışan donanımların yüksek sıcaklıklarda bozulma durumlarına karşılık oluşturulan soğutma operasyonları ve olası bozulma durumlarında meydana gelen bakım-onarım giderleri yine kurumlar açısından bilişim sistemlerinin maliyetli olma sebepleri arasındadır. Ayrıca bilişim sistemlerinde teknolojinin hızlı değişimi ve yeniliklerin ortaya çıkması, var olan sistemlerin sürekli olarak adaptasyonu için yenilenmesini gerektirmektedir.

Bulut bilişim teknolojilerinin donanım ve yazılım bazında kurumlara daha az fatura çıkaracağı ve dolayısıyla maliyetinin geleneksel yöntemlere göre daha düşük olacağı önceki bölümlerde açıklanmıştır. Ancak bu tamamen yapılacak olan bütçe planları ve sözleşmelere bağlı bir durumdur. Yanlış yazılan bir stratejik plan ve oluşturulan yol haritası bulut bilişim teknolojisinin maliyetini çok daha fazla artırabilmektedir. Kurumların esnek çözümlerle kendileri için en uygun ve verimli bulut teknolojilerini seçerek uygulamaları gerekmektedir. Özellikle "kullandığın kadar öde" fiyatlandırması ile yapılacak olan faturalandırma işlemleri kurumlar açısından çok daha az maliyetli olabilmektedir.

[90] Şeriban Ebem, "Kamu Bilişim Sistemleri Açısından Bulut Bilişimin Teknik, Yönetim ve Hukuki Boyutlarıyla İncelenmesi: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu İçin Öneriler", *Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Teknik Uzmanlık Tezi*, Ankara, 2013, s. 61.

Yapılacak olan bulut bilişime geçiş bütçe planında mutlaka geleneksel yöntemlerdeki lisans ücretleri ile yeni mimarideki ücretler karşılaştırılmalıdır. Satın alınacak bulut bilişim servisinin yedekleme ve felaket kurtarma senaryoları için ekstra bir maliyet kalemi oluşturmamasına dikkat edilmelidir.

3.5. BULUT HİZMETİ SATIN ALINMASI

Kurumlar oluşturdukları stratejik planlar ve yol haritaları doğrultusunda ihtiyaç analizlerini yaparlar. Ardından bulut bilişime geçiş için veri merkezleri yeniden düzenlenir ve bütçe planları yapılır. Oluşturulan bütçe planına göre bulut bilişim teknolojileri için kurumun bu göçe ayırdığı para miktarı ortaya çıkar. Bu miktara göre artık kurum üst yöneticileri ve bilişim personelleri kendi kurumları için en uygun bulut bilişim hizmet sağlayıcıyı seçebilirler. Buradaki amaç en uygun fiyata en yüksek bulut hizmet performansı verebilecek hizmet sağlayıcıyı seçmektir.

Seçim yapılırken bulut bilişim hizmet sağlayıcı ile kurumun eski mimarisinin birbirine ne kadar entegre olabileceğine bakılmalıdır. Bu uyum süreci ne kadar kısa sürerse kurum adına bulut teknolojiye geçiş süreci o kadar rahat atlatılmış olur. Kurumun özel protokollere sahip uygulamaları ve ağ bağlantıları varsa, bu aşamada mutlaka hizmet sağlayıcılar ile görüşülmelidir. Ayrıca kurumun hangi bulut bilişim dağıtım ve servis modelini istediği ve bu isteklerin hizmet sağlayıcı tarafından ne oranda karşılanacağı da bir diğer önemli kriterdir.

Bahse konu kurumlar ülkenin ve vatandaşların bilgilerini muhafaza eden kamu kurumları olduğundan mutlaka hizmet sağlayıcılardan şeffaflık beklenmektedir. Kamunun çıkarlarının korunması ve kamu adına sağlayıcıların denetimlerinin yapılabilmesi, hizmet sağlayıcıların kamu kurumları ile ortak iş yaparken gözetmek zorunda oldukları konulardır. Ayrıca hizmet sağlayıcılar kesintisiz hizmet garantisi verebilmeli ve kamu hizmetlerinin anlık değişken taleplerine cevap verebilecek düzeyde olmalıdır. Kamu kurum üst yöneticileri hizmet sağlayıcı seçerken mutlaka bu kriterlere dikkat ederek kamu yararına en uygun desteği almalıdır.

3.6. GEREKLİ KONTRAT VE SÖZLEŞMELERİN YAPILMASI

Kamu kurum üst yöneticileri ve bilişim personelleri bulut teknolojileri kapsamında çalışmak istediği üçüncü parti firmayı seçtikten sonra bu firma ile sözleşme imzalamalıdır. Genel manada yapılacak olan SLA'lerin (hizmet seviyesi anlaşmaları) kaliteli ve etkin bir çözüme sahip olması için Şekil 3.2'de gösterildiği gibi 6 adımlı bir yaşam döngüsü içerisinde yazılması gerekmektedir.[91]



Şekil 3.2 SLA Yaşam Döngüsü

Yapılacak olan sözleşmede; hizmet sağlayıcıların sunacağı hizmetlerin detaylı bir şekilde açıklanması, tüm hizmetlere ait iki tarafın da görev ve sorumlulukları, oluşturulacak denetim ve performans izleme süreçleri, hizmetlerin yerine getirilmediği durumlarda izlenecek yol ve çeşitli cezai maddeler, değişiklik yönetimine ait maddeler ve felaket durumlarında felaket kurtarma politikasına ait maddeler mutlaka yer almalıdır.[92]

Bulut teknolojisi kapsamında hazırlanacak bir SLA'de olması gereken metrikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:[93]

[91] Haider Abdul Hassan Hadi Al Kim, Shouman Barua, "Service Level Agreement (SLA) for Cloud Computing Compilation with Common and New Formats", *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, Sayı: 6, 2018, s. 3.
[92] https://fdocuments.in/document/cloud-computing-use-cases-whitepaper-4-0.html (22.10.2020)
[93] H. Kim, S. Barua, 2018, s. 6-7.

- Çalışma süresi: Bir sistemin kesintisiz olarak ne kadar süre çalıştığıdır. Bu süre arttıkça güvenilirlik ve erişilebilirlik oranları da artmaktadır.
- Ortalama kesinti süresi: Bir sistemin tüm kesinti sürelerinin toplanıp elde edilen sonucun toplam kesinti olayına bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu süre arttıkça sistemin erişilebilirliği de olumsuz olarak etkilenmektedir.
- Planlanmamış kesinti süresi: Bir servis sağlayıcının kendi bilgisi dâhilinde olmayan ve sistem arızası sebebiyle sistemin erişilemez olduğu tüm sürelerin toplamıdır.
- Kapalı kalma süresi: Planlı ve planlanmamış kesinti sürelerinin toplamıdır.
- İki hata arasındaki ortalama süre: İki kesinti arasındaki ortalama süredir. Sözleşmede belirtilen sürelerin dışına çıkıldığında hizmet sağlayıcı için cezai bir durum oluşabilmektedir.

Yukarıda açıklanan metrikler dışında kullanılacak servis modelleri için özelleştirilmiş başka parametreler de SLA kapsamında kullanılmaktadır. Örneğin; IaaS modelini benimseyen bir kurum yapacağı sözleşmede erişilebilirlik, depolama, işlemci kapasitesi ve hafıza boyutu konularına eğilmesi gerekirken; PaaS modelini kullanacak bir kurum kullandığın kadar öde faturalandırılması, tarayıcı kullanımı ve ölçeklenebilirlik konularında özelleşmesi gerekmektedir. Aynı şekilde SaaS modelini kullanacak kurumlar ise yapacakları sözleşmelerde buluttaki yazılımların erişilebilirlik sürelerini, ölçeklenebilirlik durumlarını ve farklı kullanıcı tipleriyle yazılımların esnek olarak çalışabilmesini ön plana almalıdır.[94]

Yapılacak olan SLA'de doküman denetçilerinin ve tüm paydaşların kesin ve net bir dille belirsizliğe mahal vermeyecek şekilde yazılması gerekmektedir. Ayrıca hem kurumun hizmet talep ettiği saatler hem de bulut hizmet sağlayıcının destek verebileceği saatler yer almalıdır. Felaket durumlarının aciliyetlerine göre seviyeleri belirlenerek, her seviye için yerinde veya uzaktan müdahale süreleri net olarak yazılmalıdır. Ayrıca sözleşme fesih durumları ve fesih işlemlerinde izlenecek cezai ve hukuki süreçler belirtilmelidir.

[94] a.g.m., s. 7.

3.7. BULUT BİLİŞİM HİZMETLERİNİN UYGULANMASI VE YÜRÜTÜLMESİ

Kurumlar bulut bilişime göç işlemleri için gerekli sözleşme ve SLA'ler doğrultusunda anlaşmaya vardıkları üçüncü parti bulut bilişim hizmet sağlayıcıları ile hizmetleri uygulamaya ve yürütmeye başlayabilirler. Bu göç projesi kapsamında tüm sistemi ve bilişim altyapısını buluta taşımaktansa öncelikle bir pilot bölge seçimi daha doğru olacaktır. Bu pilot bölge kurumun merkez hariç diğer bölge veya hizmet birimleri olabileceği gibi, kurumun merkezi içerisinde daha küçük bir birim de seçilebilir. Kurumun göç sonunda tamamen taşınmak istediği bulut modelin birebir aynısını pilot bölgeye de hiçbir fark gözetmeksizin uygulaması gerekmektedir.

Pilot bölgedeki bilişim varlıklarının kritiklik ve gizlilik durumlarına göre tasniflenmesi ve bu sıralamaya göre iş süreçlerinin oluşturulması gerekmektedir. Veri akış diyagramları[95] ile akışta bir kesinti olup olmayacağı, eğer olursa artan iş yükü ve düşen performansın pilot bölgeye ne gibi zararlar getireceğinin belirlenmesi gerekmektedir. Pilot bölgenin bulut modele göçü sırasında hem merkezdeki hem de pilot bölgedeki bilişim personellerinin bulut yönetimi ve güvenliği için eğitimlerinin tamamlanması gerekmektedir.

Pilot bölgedeki geçiş tamamlandıktan sonra mutlaka olumsuzluklar raporlanmalı ve eğer giderilebilen olumsuzluklar ise bulutu yaygınlaştırma aşamasında yeni çözüm yöntemi ile yola devam edilmelidir. Eğer olumsuzluklar giderilemiyorsa yaygınlaştırma sürecinde olumsuzluğa konu süreçlerin yol haritasından çıkarılması gerekmektedir. Pilot bölgeye bulut model kurulması sırasında kurum bilişim personelleri ile bulut bilişim hizmet sağlayıcı arasındaki iş ilişkileri daha da geliştirilecek ve bu sayede yaygınlaştırma kısmında her iki paydaş da birbirlerinin isteklerini daha kısa süre içerisinde çözümleyerek iş odaklı bir anlayışa sahip olabilecektir.

[95] Veri akış diyagramları, süreç yönlerini modellendiren bir bilgi sistemi vasıtasıyla verilerin akışını gösteren bir grafiktir. Bir veri akış diyagramı, daha sonra detaylandırılamayacak kadar ayrıntılı bir şekilde girilmeden sistemin genel bir görünümünü oluşturmak için bir ön adım olarak kullanılır.

3.8. HİZMETLERİN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Pilot bölgedeki bulut hizmetlerinin izlenmesi ve çeşitli olumsuzların giderilerek tüm sistem için yaygınlaştırma aşamasından sonraki en kritik süreç hizmetlerin izlenmesi ve değerlendirilmesidir. Bu süreçte geleneksel modelden buluta taşınmış tüm envanterin yeni durumları değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme mutlaka kıyas yolu ile yapılmalıdır. Eski sistemde çalışan varlıkların performans değerleri, ayakta kalma süreleri, hata verme oranları gibi tüm parametreler kayıt altına alınmalıdır. Buluta taşınan bu varlıkların yine aynı parametreleri kontrol edilerek eskiye göre iyileşme veya kötüleşme olup olmadığına bakılmalıdır.

Yapılan gizlilik sözleşmesi ve SLA kapsamında hizmet sağlayıcının hangi maddelere uyup hangilerine uymadığı belirlenmelidir. Uyulmayan maddeler için hizmet sağlayıcı ile görüşülmeli, gerek duyulursa cezai hükümler işletilmelidir. Bu sayede kurum, hizmet sağlayıcı ile olan hem idari hem de teknik bağlarını olgunlaştırmadan başka bir hizmet sağlayıcı ile yoluna devam edebilmektedir.

Bulut bilişim modeline taşınan kurumlarda bir diğer önemli konu ise kurumun bağlı kalmak zorunda olduğu çeşitli standart ve yönetmeliklerdir. Yapılacak olan bulut izleme ve denetleme sürecinde mutlaka bu standart ve yönetmeliklere aykırı bir durum olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kurumun ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi standardı var ise yeniden tasarlanmalı ve buna uygun kontrol maddeleri eklenmelidir. Kurum askeri bir süreç içerisinde yer alan bir kuruluş ise bulut modelin mutlaka askeri standartlara uygunluğuna bakılmalıdır. Bankacılık sektöründe hizmet veren bir kuruluş buluta taşınıyorsa, yine aynı şekilde COBIT, ITIL ve PCI-DSS gibi çeşitli bankacılık standartlarına uygunluğu bulut teknolojinin kuruma entegrasyonu için önemli bir durum arz etmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KAMU BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE BULUT BİLİŞİM UYGULAMALARI

Ülkemizdeki kamu bilişim sistemlerinin bulut bilişime geçiş çalışmalarında yurtdışı örneklerin incelenmesi, süreç içerisinde karşılaşılabilecek problemlerin ön görülerek en baştan önlem alınması adına uygun bir adım olacaktır. Bu kapsamda, bu bölümde dünyada teknoloji konusunda çeşitli yeniliklere öncü olmuş ülkelerin kendi kamu kurumlarının bulutları incelenecektir. Ayrıca ülkemizde daha önceden başarıyla kurulmuş olan bazı kurumların kamu özel bulutları da bu bölümde ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır. Bölüm kapsamında dünya çapında projeler üreterek çeşitli ülke ve şirketlere hem danışmanlık hem de hizmet sağlayıcılığı görevlerini üstlenen bulut bilişim hizmet sağlayıcılarına da yer verilecektir.

4.1. DÜNYADA ÖRNEKLER

Bu bölüm kapsamında Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, İngiltere, Japonya, Güney Kore, Singapur ve Hindistan'daki bazı kamu kurumlarının özel kamu bulutları hakkında detaylı bilgiler verilecektir.

4.1.1. Amerika Birleşik Devletleri

Teknoloji sektörünün öncü konumunda bulunan ülkesi Amerika Birleşik Devletleri (ABD), bulut bilişim teknolojileri alanında da somut adımlar atan ilk ülkeler arasında yer almaktadır. Özel sektörde temelleri atılan ve gelişimine hız kazandırılan bulut bilişim teknolojilerinin ilk uygulamaları, ABD kamu sektöründe de 2010 yılında

görülmeye başlanmıştır. Kamu sektöründe kullanılması amacıyla bulut bilişim teknolojileri çeşitli teşvik paketleri ile sunulmuştur. Bulut bilişim hizmet sağlayıcıları arasında kamuya uygun çözümler üreten sağlayıcılar bir onay sürecinden geçirilmiş ve bu süreç sonunda onay alabilen sağlayıcıların bu teşvik paketleri ile kamu sektörüne iş yapabilmelerinin önü açılmıştır.[96]

ABD, kamu sektörü ile bulut bilişim teknolojilerinin uyum ve entegrasyon süreçleri için çeşitli çalışmalar ve politikalar geliştirmiştir. Önce Bulut Politikası (First Cloud), Federal Bulut Bilişim Stratejisi ve Federal Bulut Bilişim İnisiyatifi başlıca geliştirilen ve yayımlanan çalışmalardır.

4.1.1.1. Önce Bulut Politikası

Önce Bulut Politikası, ABD Yönetim ve Bütçe Dairesi tarafından 2010 yılının Aralık ayında tanıtılan 25 maddelik bir planın parçasıdır. Bu planın öncelikli amacı; kamuda daha düşük maliyetli teknolojilerin ve hizmetlerin kullanımının teşvik edilerek verimliliğin artırılmasıdır. Bu kapsamda ABD'de yer alan tüm kamu kurumlarından, politikanın yayımlanmasını takip eden 3 ay içerisinde üçer adet hizmet veya servis belirlemeleri ve bunlardan en az birini 12 ay içerisinde bulut ortama taşımaları istenmiştir. Geriye kalan iki adet hizmet veya servisin de takip eden 18 ay içerisinde bulut bilişim altyapısına taşınması kararlaştırılmıştır.[97]

Bu politika kapsamında aynı zamanda kamu ile özel sektörün iş birliğini hızlandırabilecek etkileşimli bir platform kurulması da kararlaştırılmıştır. Bu sayede bulut bilişime geçiş yapacak kamu kurumları, kendilerine destek olacak bulut bilişim hizmet sağlayıcıları ile hazırlık aşamasından başlayarak daha etkili bir koordinasyon içerisinde çalışacak ve süreç hızlanacaktır. Aynı politikanın bir diğer maddesi ise

[96] Bilgi Toplumu Stratejisinin Yenilenmesi Projesi Küresel Eğilimler ve Ülke İncelemesi Raporu, https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2013/04/Yeni-BTS_Kuresel-Egilimler_Ulke_Inc_Bilgi_teknolojileri_sektoru.pdf (25.10.2020)

[97] https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital-strategy/25-point-implementation-plan-to-reform-federal-it.pdf (25.10.2020)

mevcut veri merkezlerinin sayısı ile ilgilidir. Bu plan dâhilinde kamu kurumlarının toplam veri merkezi sayısının 2015 yılına kadar en az 800 adet azaltılması gerektiği maddesi, bulut bilişime geçiş aşamasında önemli bir teşvik unsuru olarak görülmektedir.

Önce Bulut Politikası'nda, kamu kurumlarının bulut ortama taşıyacakları unsurlar tamamen kurumların kendi istek ve ihtiyaçlarına bırakılmıştır. Bulut ortam için en uygun değerleri sağlayan ve geçişi en rahat olabilecek sistemlerden başlanarak sürecin tamamlanması politika içerisinde belirtilmiştir. Bu politika sayesinde oluşacak kamu bulutunda, kurumların birbirlerinin kullandığı ortak yazılımlar varsa mükerrerliğin önlenmesi ve kaynak kapasite kullanım oranlarının yüzde 30'dan yüzde 70'lere çıkması hedeflenmiştir.[98] Ayrıca kamu bulutu sayesinde bilişim teknolojileri altyapı harcamalarında devlet hazinesinin 24 milyar dolar tasarruf edeceği öngörülmüştür.[99]

4.1.1.2. Federal Bulut Bilişim Stratejisi

ABD Bilişim Kurulu tarafından 2011 yılının Ocak ayında yayımlanmış bir stratejidir. Bu strateji Önce Bulut Politikası'nda yayımlanması gerektiği vurgulanan dokümanlar arasında bir ilk olma özelliğini taşımaktadır. Stratejide 20 yıllık süreç içerisinde internet sayesinde tahmin bile edilemeyecek bir teknolojik dönüşümden ve bu dönüşümün bir benzerinin de bulut bilişim ile önümüzdeki yıllarda yaşanacağından bahsedilmektedir.[100] Geleneksel mimarideki kaynak kapasite kullanım oranlarının düşüklüğü, mükerrer sistem ve hizmetlerin bulunması, ihtiyaçların karşılanma

[98] Bilgi Toplumu Stratejisinin Yenilenmesi Projesi Küresel Eğilimler ve Ülke İncelemesi Raporu, https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2013/04/Yeni-BTS_Kuresel-Egilimler_Ulke_Inc_Bilgi_teknolojileri_sektoru.pdf (26.10.2020)
[99] A. Mirzaoğlu, 2011, s. 57.
[100] Vivek Kundra, Federal Cloud Computing Strategy, https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital-strategy/25-point-implementation-plan-to-reform-federal-it.pdf (26.10.2020)

sürelerinin uzunluğu ve parçalı yapıların fazla olması gibi sorunlar strateji içerisinde açıkça belirtilmiştir.[101]

Stratejinin amaçları kısaca aşağıdaki gibidir:

- Bulut bilişim teknolojilerinin kamu sektörüne getireceği faydalar, sahip olunan riskler ve bunların birbirleriyle olan denge yapısını göstermek,
- Bulut bilişime geçiş aşamasında geleneksel mimari ve eski alışkanlıklardan yapılacak fedakârlıkları sunmak,
- Kamu kurumlarının buluta geçişinin kolay ve rahat olabilmesi için karar modelleri ve uygulama örneklerini sunmak,
- Bulut bilişim uygulama kaynaklarını göstermek,
- Kurum ve kuruluşların kendi üstlerine düşen görev, sorumluluk ve paylaşımları belirlemek.

Bu strateji yayımlandıktan sonra, ABD Bilişim Kurulu'na gönderilmek üzere tüm kamu kurum ve kuruluşlarından bilgi teknolojileri stratejilerinin gözden geçirilmesi ve bulut çalışmalarının kendi stratejilerine dâhil edilmesi istenmiştir. Ayrıca bu sürecin bir parçası olarak, kaynak ve bütçe stratejilerinin de güncellenerek yeniden değerlendirilmesi istenmiştir.[102] Strateji kapsamında Federal Bilişim Konseyi, Beyaz Saray Yönetim ve Bütçe Ofisi, Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü, Genel Hizmetler Dairesi ve İç Güvenlik Departmanı gibi ABD'nin üst düzey iş birliği sağlayabilecek kamu kurum ve kuruluşları bulut teknoloji geçiş sürecine dâhil edilmiştir.[103] Bu sayede kurumların bu süreci ciddi bir şekilde takip etmesi ve ilgilenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

[101] Vivek Kundra, 25 Point Implementation Plan to Reform Federal Information Technology Management, https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital-strategy/25-point-implementation-plan-to-reform-federal-it.pdf (26.10.2020)
[102] Vivek Kundra, Federal Cloud Computing Strategy, https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/omb/assets/egov_docs/federal-cloud-computing-strategy.pdf (26.10.2020)
[103] Muhammed R. Özdaş, "Bulut Bilişimin Kamuda Kullanımı, Dünya Örnekleri ve Türkiye İçin Öneriler", *T.C. Kalkınma Bakanlığı Uzmanlığı Tezi*, Ankara, 2014, s. 60.

4.1.1.3. Federal Bulut Bilişim İnisiyatifi

Bulut Bilişim İdari Yönlendirme Komitesi (CCESC) tarafından 2009 yılının Mart ayında başlatılan bir girişim olan Federal Bulut Bilişim İnisiyatifi, bulut bilişim hizmetleri ve servislerinin ABD'de bulunan kamu kurumlarına temininin kolaylığı için başlatılmıştır.[104] Bu girişim kapsamında ABD'de ilk defa kamu sektöründen ve özel sektörden katılımcıların bulunduğu bir bulut bilişim zirvesi düzenlenmiştir. Özel sektör temsilcileri fiyat tekliflerini bu zirvede kamu katılımcıları ile paylaşmış ve karşılıklı bilgi alışverişinde bulunulmuştur. Ayrıca bu zirvede ilk defa apps.gov internet sitesi adı ile bir çevrim içi bulut bilişim mağazası (apps.gov) kurulmuştur. Ancak bu çevrim içi mağazanın günümüzde kullanıma kapalı olduğu görülmektedir.

2010 yılında apps.gov alan adı ile hizmete açılan bu mağaza sayesinde kamu sektöründeki bilişim personelleri ve yöneticilerinin, bulut bilişimdeki katalog fiyatlardan ve hizmet sağlayıcılardan haberdar olması sağlanmıştır. Kamu tarafındaki hizmet alıcılar elektronik alışveriş yapar gibi kurumlarının ihtiyaçları doğrultusunda çeşitli bulut hizmetlerini satın alabilmişlerdir. Bu sayede çeşitli bürokratik işlemlerden arındırılmış, hızlı ve etkin bir satın alma süreci ile bulut bilişime transferlerin hızlanması sağlanmıştır. Kurumların kendi bünyelerinde veri merkezi barındırması yerine, bu çevrim içi bulut mağazasından hizmet alabilmeleri sayesinde, çoğunluğu elektrik faturası olmak üzere yapılan harcamalardaki tasarrufların yüzde 50'ye vardığı görülmüştür.[105] Ayrıca kamu kurumlarının sadece 2010 yılında bu çevrim içi mağaza üzerinden 5 milyondan fazla bulut bilişim teknolojilerine ait hizmet ve ürünün satın aldığı belirtilmiştir.[106]

---

[104] A.g.t. s. 61.
[105] https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-information-technology-outlook-2010_it_outlook-2010-en#page1 (27.10.2020)
[106] Çiğdem Eyüpoğlu, "Bulut Bilişim, Geçiş ve Türkiye'deki Mevcut Durum", *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2013, s. 65.

4.1.1.4. Diğer Kamu Kurumlarının Bulut Bilişim Çalışmalarına Geçiş Çalışmaları

Yapılan çalışmalar, girişimler ve oluşturulan stratejiler sayesinde ABD, dünya çapında kamu uygulamalarını buluta taşıyan ilk ülkelerden biri olmuştur. Devletin kurumlarına verdiği üst düzey destek ve hizmet sağlayıcılara yapılan çeşitli ekonomik teşvikler bu durumun başlıca sebepleridir.

ABD Savunma Bakanlığı'na bağlı bir birim olan Asker Alma Dairesi için 2010 yılında SaaS bulut bilişim servis modeli kullanılarak vatandaşlarına yeni bir internet portalı açılmıştır. Portalde bulunan müşteri ilişkileri yönetimi yazılımının bulut ortamında çalışması sayesinde geleneksel mimarideki maliyetler 20'de 1 oranında düşürülmüştür. Ayrıca ilerleyen yıllarda Savunma Bakanlığı'na bağlı Savunma Bilgi Sistemleri Ajansı'nın sunduğu bazı hizmetler de güvenli özel buluta taşınmış ve askeri uygulamalar bulut platformunda geliştirilmeye devam etmiştir.[107]

Savunma Bakanlığı'nın kullandığı müşteri ilişkileri yönetimi yazılımının bir benzerini kullanan Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı da kendi portalini buluta taşımıştır. Vatandaşın elektronik ortamda erişebildiği sağlık sistemi kayıtlarının bulunduğu portalin buluta taşınması sayesinde, geliştirilen yeni projenin 1 yıl öngörülen teslim süresi 3 ay gibi kısa bir süreye düşürülmüş ve proje vaat edilen sürede tamamlanmıştır.[108] ABD'nin bir diğer önemli bakanlığı olan İçişleri Bakanlığı da kurum içi e-posta hizmetlerini buluta taşımıştır. 13 farklı sistemde tutulan binlerce e-posta kutusu işletimi tek bir bulut hizmet sağlayıcıya verilmiş ve merkezi bulut ortamından kontrol edilmeye başlanmıştır.[109]

Ülkemizde e-Devlet Kapısı uygulamasının benzeri olan USA.gov alan adında barınan internet sitesi, tüm altyapısı ile beraber bulut teknolojisine transfer olmuştur. Bu sayede site güncelleme süresi 9 aydan 1 güne, aylık arıza süresi 2 saatten neredeyse

[107] a.g.t., s. 66.
[108] a.g.t., s. 66.
[109] a.g.t., s. 66.

sıfıra düşürülmüştür. Ayrıca toplam maliyet kalemlerinde de yüzde 72'lik bir azalma meydana gelmiştir. [110] Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) de bulut bilişim altyapısına geçen kamu kurumları arasındadır. Kurumun bulut bilişim alanında Nebula adını verdikleri geniş kapsamlı bir projeleri bulunmaktadır. Açık kaynak kodlu bir bulut bilişim projesi olan Nebula, IaaS servis modeli olarak çalışmaktadır. Ay ve Mars'ın yüksek çözünürlüklü binlerce fotoğrafından oluşan 100 Terabayt boyutundaki veriyi depolayan Nebula projesi, bu fotoğrafları bulut üzerinden diğer iş ortakları ve kamuoyu ile paylaşmaktadır.[111]

4.1.1.5. Günümüzde Gelinen Son Durum

ABD'nin 2010'ların başından beri bulut bilişim kapsamında yaptığı çalışmalar günümüzde devam ederek büyümektedir. Yapılan yatırımlar ve ileriye yönelik oluşturulan planlar, bulut bilişim konusunda ABD'yi öncü bir ülke hâline getirmiştir. Dünyanın en büyük bulut bilişim firmaları arasında olan AWS, Microsoft Azure, Google Cloud, IBM Cloud ve Salesforce.com[112] gibi şirketlerin hepsi ABD merkezlidir. Bu şirketlerin kamu sektörü için yaptığı çalışmalar ABD kamu bulutu oluşum sürecinin hızlanmasına etki etmiştir. ABD hükümeti 2023 yılı için kamu bulutu harcamalarına 10 milyar dolar gibi ciddi bir bütçe ayıracağını açıklamıştır.[113]

Uluslararası bir medya araştırma şirketi olan International Data Group (IDG)'nin 2018 yılında yaptığı bir araştırmaya göre; ABD'de aralarında kamu kurumları da bulunan 551 kurum ve kuruluşun yüzde 73'ünün en az bir uygulamasının bulut ortamda barındığı görülmektedir.[114] Aynı firmanın 2020 yılında aynı sorularla uyguladığı bir diğer araştırmada ise bu oranın yüzde 92'ye çıktığı görülmektedir.[115]

---

[110] Vivek Kundra, State of Public Sector Cloud Computing, https://www.cio.gov/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ (28.10.2020)
[111] a.g.k.
[112] Bu firmalar "Dünya Çapında Hizmet Veren Bulut Bilişim Hizmet Sağlayıcıları" bölümünde daha detaylı ele alınacaktır.
[113] https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=6c9daf49-3ab7-42e1-9d63-e24741609258 (01.11.2020)
[114] https://www.idg.com/tools-for-marketers/2018-cloud-computing-survey/ (01.11.2020)
[115] https://www.idg.com/tools-for-marketers/2020-cloud-computing-study/ (01.11.2020)

Aynı araştırma kapsamında kurumların toplam BT bütçelerinin yüzde 32'sini bulut bilişim için ayırdıkları da bir diğer dikkat çekici rakam olarak görülmektedir. Ayrıca ABD'deki kamu bulutuna dâhil olan resmî kurumların oranı da yüzde 55 olarak ölçülmüştür.

4.1.2. Avrupa Birliği

ABD'de başlanan kamu bulut bilişim çalışmalarına paralel olarak Avrupa Birliği (AB) de çeşitli stratejiler ve yol planları çizerek kamu bulut bilişim dünyasına girmiştir. AB tarafından 2012 yılında hız kazandırılmak istenen bulut bilişim çalışmaları kapsamında öncelikle Avrupa Komisyonu raporu oluşturulmuştur. Bu raporda bulut bilişimin sahip olduğu toplam pazar büyüklüğü, gelecek dönemler için bu pazar büyüklüğünün tahminleri ve ne kadar daha büyüyebileceği gibi çeşitli analizler paylaşılmıştır.[116] Ayrıca dönemin Avrupa Komisyonu Başkan Yardımcısı Neelie Kroes 2012 yılının Ocak ayında yaptığı konuşmada, Avrupa'nın bulut bilişim stratejisini paylaşarak çeşitli standartların ve pilot projelerin hayata geçirileceğini bildirmiştir.[117] Kroes'in yaptığı bu konuşma, Avrupa Birliği üye ülkeleri tarafından bulut bilişim çalışmaları kapsamında üst düzey bir destek olarak kabul görmüş ve çalışmalar bu sayede hız kazanmıştır.

AB'de bulut bilişim çalışmaları kapsamında çeşitli platformlar ve çalışma grupları oluşturulmuştur. Bunlardan ilki olan Avrupa Bulut İşbirliği Platformu 2012 yılında kurulmuştur. Bu platformun asıl amacı; Avrupa'da bulut bilişim konusuna hızlı bir başlangıç sağlamaktır. Ancak platformun bir diğer önem verdiği konu ise o yıllarda dünya gündemini oldukça meşgul eden CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) deneyleridir. Bu deneylerde yapılan "Higgs" parçacıklarının araştırmaları kapsamında bulut bilişimin hızı ve esnekliği Avrupa Bulut İşbirliği Platformu tarafından kullanılmıştır. Büyük hadron çarpıştırıcısı tarafından gönderilen verilerin işlenmesi

[116] https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:EN:PDF (02.11.2020)
[117] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_12_38 (02.11.2020)

için daha büyük kapasitelere ihtiyaç duyulduğu için bulut bilişim bu deneylerde gerekli kapasiteyi sağlamış ve verilerin işlenmesi için gerekli ortamı araştırmacılara oluşturmuştur.[118]

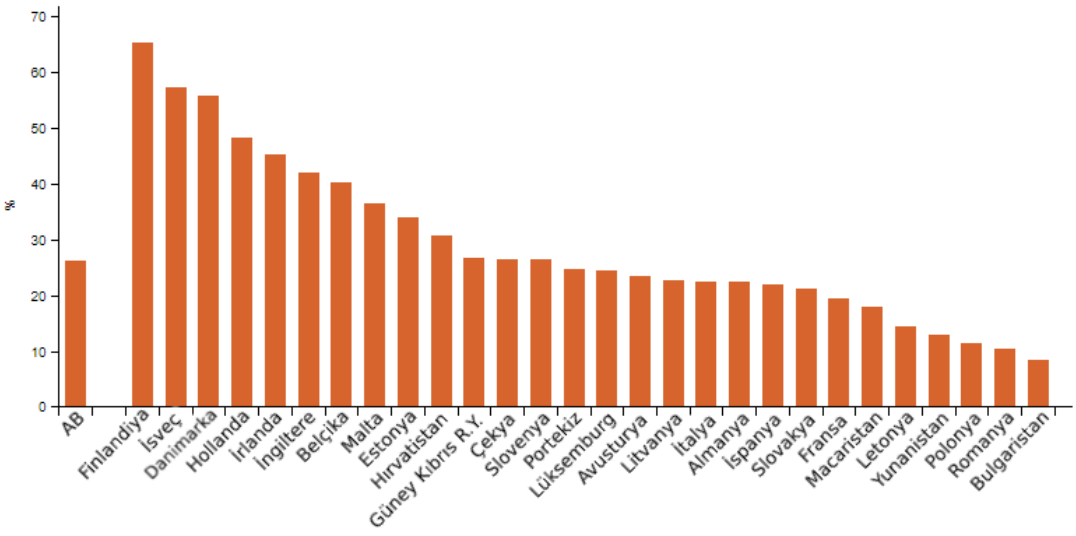
İlerleyen yıllarda Avrupa Moleküler Biyoloji Laboratuvarı (EMBL) tarafından yapılan gen araştırmaları kapsamında da bulut bilişim kullanılmıştır. Gen araştırmalarındaki verilerin boyutu ve bunların analizi için gereken bilgi sistemleri altyapısı bulut bilişim sayesinde kurulmuştur.[119] Avrupa'daki uzay çalışmaları kapsamında da bulut bilişimden faydalanıldığı bilinmektedir. Avrupa Uzay Ajansı (ESA); Fransa, Almanya ve İtalya ile ortaklaşa gerçekleştirdiği bir gözlem platformu çalışmasında bulut bilişimden faydalanmıştır.[120]

2012 yılında Avrupa Komisyonu altında Avrupa Bulut Uzman Grubu kurulmuş ve bulut bilişim hakkında çeşitli araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin gereksinimleri belirlenmiştir. Avrupa Bulut Uzman Grubu; bulut bilişime dair eksiklerin tamamlanması, veri yönetimi, kaynak tanımı, kaynak yönetimi, karşılıklı çalışabilirlik, taşınabilirlik, kullanılabilirlik, güvenlik gibi teknik konuların çok önemli olduğunu belirterek, bu konular için gerekli çalışmaları başlatmıştır.[121]

2013 yılında AB'ye üye ülkeler arasında bulunan 8 ülke, ilk defa bulut politikası ve girişimleri çerçevesinde tüm planlarını hazırlayarak aşağıdan yukarıya bir uyum yakalamıştır. Bu ülkeler; Almanya, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, İrlanda, İtalya ve İngiltere'dir.[122] Bu ülkeler arasında Finlandiya, 2018 yılında Eurostat firması tarafından yapılan araştırmaya göre kamuda bulut bilişim hizmetlerini kullanan

[118] https://www.zdnet.com/article/cerns-european-cloud-computing-mission/ (02.11.2020)
[119] https://turk-internet.com/avrupa-bulut-bilisim-platformu-olusturuldu-helix-nebula-the-science-cloud/ (03.11.2020)
[120] https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2013/01/Replay_of_the_Helix_Nebula_-_the_Science_cloud_public_event_part_2 (03.11.2020)
[121] Lutz Schubert, Keith Jeffery, Burkhard Neidecker-Lutz, "A Roadmap For Advanced Cloud Technologies Under H2020", *Digital Agenda for Europe, European Commission*, 2012, s. 13-25.
[122] Gabriella Cattaneo, "Cloud for Science and Public Authorities", *Digital Agenda for Europe, European Commission*, 2013, s. 17.

ülkeler sıralamasında birinciliği almıştır. Şekil 4.1'de görüleceği üzere Finlandiya'yı İsveç, Danimarka, Hollanda, İrlanda ve İngiltere takip etmektedir.



Şekil 4.1 2018 Yılı İçin İngiltere ve AB Ülkeleri Arasında Bulut Bilişim Kullanım Oranları[123]

Avrupa Birliği Siber Güvenlik Ajansı (ENISA), 2019 yılının Haziran ayında Avrupa Birliği tarafından kabul edilen AB Siber Güvenlik Yasası kapsamında bulut altyapıları ve hizmetleri için sertifika programı geliştirmek için yetkilendirilmiştir. Bu yasa kapsamında ENISA, Avrupa'da daha güvenilir bir kamu bulutu oluşturmayı hedeflemektedir.[124] Bu hedef çerçevesinde ise bulut sertifikası oluşturularak, çeşitli eğitimleri geçen bilişim personeli ve bulut bilişim hizmet sağlayıcılarına bu sertifikanın verilmesi kararlaştırılmıştır. Bu sertifikasyon işlemleri sayesinde, Avrupa'da yaşayan vatandaşların verilerinin bulut ortamında güvenilir bir şekilde gerekli sertifikalara sahip akredite kurumlarda tutulacağı fikri verilmek istenmektedir.

Avrupa Birliği 2020 yılının Ekim ayında vermiş olduğu bir karar ile birlikte bulut bilişim hizmetlerine önümüzdeki 7 yıllık süreç için 10 milyar Euro ayıracağını açıklamıştır. Avrupa'nın bulut veri egemenliği ve bulut hizmetlerin oluşturulmasına

[123] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprises (04.11.2020)
[124] https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/towards-more-secure-and-trusted-cloud-europe (04.11.2020)

yardımcı olması için açıklanan bu ekonomik paket, ABD ve Çin'e olan teknolojik bağımlılığın önüne geçilmesini amaçlamaktadır.[125] Hem Avrupa Komisyonu hem de üye ülkelerin onayladığı bu karar, kamu sektörü dâhil olmak üzere her büyüklükteki kuruluşun esnek ve rekabetçi bulut altyapısı ve hizmetlerine dâhil olması için önemli bir adım olarak görülmektedir.

4.1.3. İngiltere

2020 yılının başlarında yapılan referandum ile AB'den ayrılma sürecine giren İngiltere, 2009 yılındaki AB'de yaşanan bulut bilişim gelişmelerinden etkilense de kendi bulut bilişim politikasını AB süreçlerinden bağımsız bir şekilde geliştirerek uygulamaya geçmiştir. İngiltere'de kamu bulutu oluşturma sürecindeki ilk çalışma, 2009 yılında Dijital İngiltere Raporu'nun yayımlanması ile olmuştur. Bu raporda G-Cloud adı verilen bir kamu bulutu programı önerilmiş ve kamu sektörü için bu modelin kullanılması teşvik edilmiştir. Bu raporda genel olarak bilgi teknolojilerinin kamu adına daha verimli hâle getirilmesine ilişkin öneriler arasında, bulut bilişime İngiltere Bilişim Kurulu'nun desteği ile geçilmesine yer verilmiştir. Ancak bu geçişte güvenlik, gizlilik ve erişilebilirlik gibi kavramların gerekliliğinin karşılanmasının altı çizilmiştir.[126]

2010 yılında devlet tarafından yayımlanan Kamu Bilgi ve İletişim Teknolojileri Stratejileri'nde G-Cloud programı detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu programın 5 yıllık ve 10 yıllık süreçlerde getireceği tasarruf oranlarına dikkat çekilmiştir. Aynı strateji dokümanında ABD'nin hizmete aldığı "Apps.gov" benzeri bir kamu bulut uygulamaları mağazasının oluşturulması gerektiği de yer almaktadır.[127] Ayrıca mevcut durumda 8000 adet civarında bulunan kamu veri merkezi sayısının bulut bilişim sayesinde 12 adede indirilmesi amaçlanmıştır. Kamu kurumlarının birbirleriyle

[125] https://www.politico.eu/article/eu-pledges-e10-billion-to-power-up-industrial-cloud-sector/ (04.11.2020)
[126] Bilgi Toplumu Stratejisinin Yenilenmesi Projesi Küresel Eğilimler ve Ülke İncelemesi Raporu, https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2013/04/Yeni-BTS_Kuresel-Egilimler_Ulke_Inc_Bilgi_teknolojileri_sektoru.pdf (05.11.2020)
[127] Ç. Eyüpoğlu, 2013, s. 67.

yapacakları tüm iletişim ve haberleşmenin de G-Cloud üzerinden merkezi bir ağ aracılığıyla sağlanması amaçlanmıştır.[128]

2011 yılında yayımlanan yeni Kamu Bilgi ve İletişim Teknolojileri Stratejileri dokümanında kamu bulut bilişim çözümlerine yeniden yer verilmiştir. Bu dokümanda bir yıl önce açılması planlanan kamu bulut uygulamaları mağazasının 24 ay içinde hizmete alınarak kamu kurumlarına sunulması hedeflenmiştir. Ayrıca 1 yıl içerisinde bulut bilişime dair zorunlu teknik standartların gerçekleştirilerek kabul edilmesi amaçlanmıştır.[129]

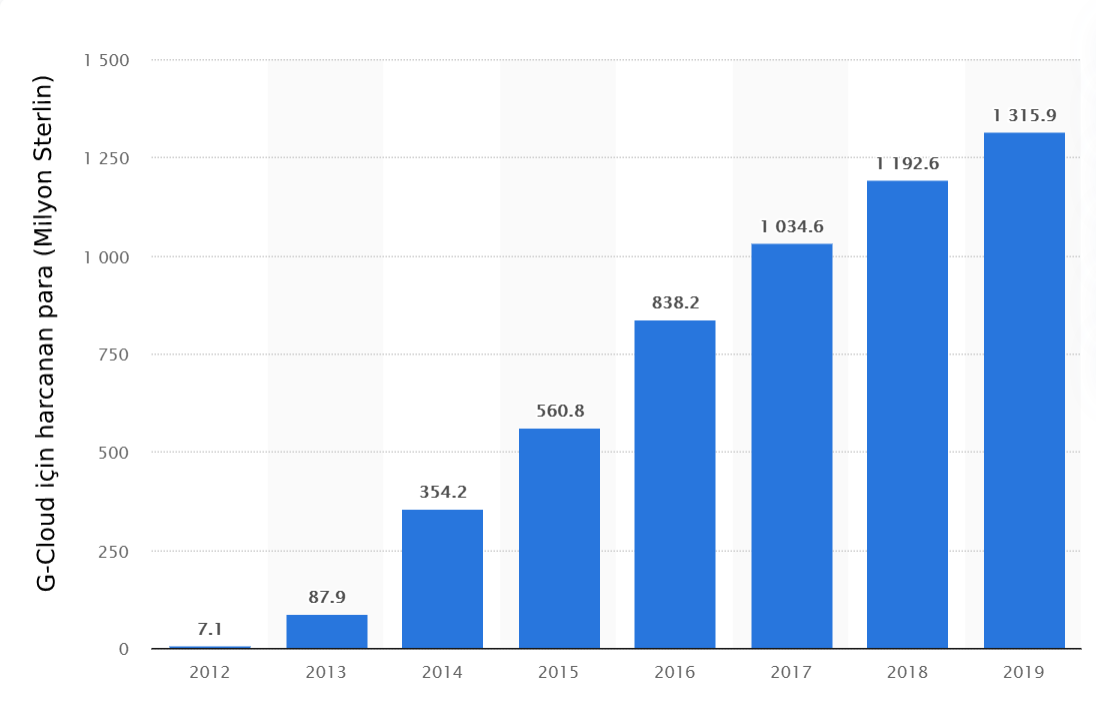
2012 yılına gelindiğinde İngiltere devleti G-Cloud projesi kapsamında Notion Capital adlı bir girişim sermayesi fonuna 100 milyon Dolar yatırım yapmış ve KOBİ'ler için gerekli destek ve teşvik programını başlatmıştır.[130] 2013 yılında kamu bulut uygulamaları mağazası CloudStore adıyla hizmete sunulmuştur.[131] Bu çevrim içi market sayesinde İngiltere kamu kuruluşları, bulut hizmetlerine ait mal ve hizmetleri çevrim içi katalogtan seçerek kolay bir satın alma işlemi gerçekleştirebilmiştir.

2013 yılından itibaren İngiltere'deki kamu bulutuna geçişlerin kurumlar bazında hızlandığı görülmektedir. Cloud Industry Forum adlı bir organizasyonun 2017 yılında yaptığı ve aralarında kamu sektöründen temsilcilerin de bulunduğu 250 kurum ve kuruluşun katıldığı bir araştırmaya göre, katılımcıların yüzde 83'ünün kamu bulutuna geçtiği görülmektedir. Bu geçişteki sebeplerin başında ise bulut teknolojilerinin esneklik, tasarruf ve ölçeklenebilirlik avantajlarının olduğu aynı araştırmada ortaya çıkmıştır.[132]

2013 yılında Birleşik Krallık Yönetimi tarafından sunulan ancak 2017 yılında tekrar onaylanana kadar çok fazla geçerliliği olmadığı görülen "Önce Bulut Stratejisi",

[128] O. Ergin, 2012, s. 44.
[129] a.g.e. s. 45.
[130] https://venturebeat.com/2012/04/17/notion-capital-raises-100-million-cloud/ (06.11.2020)
[131] https://www.gov.uk/guidance/how-to-use-cloudstore (06.11.2020)
[132] https://www.cloudindustryforum.org/content/uk-cloud-adoption-rate-reaches-88-finds-new-research-cloud-industry-forum (06.11.2020)

merkezi hükümet departmanlarının ve bağlı kamu kurumlarının buluta geçişini zorunlu kılmaktadır.[133] 2017 yılından itibaren Birleşik Krallık tarafından İngiltere içerisinde uygulanması zorunlu kılınan bu strateji, krallığa bağlı diğer ülkeler (Galler, İskoçya ve Kuzey İrlanda) açısından ise bir tavsiye niteliği taşımaktadır. Bu strateji ile birlikte Birleşik Krallık'ta yer alan kamu kurumlarındaki hizmetlerin yüzde 78'inin bulut platform üzerinden vatandaşlarla paylaşıldığı görülmektedir.[134]



Şekil 4.2 2012-2019 Arası G-Cloud Teşvik Miktarları[135]

Devlet tarafından verilen üst düzey teşvik ve desteklerin sayesinde İngiltere'de günümüzde G-Cloud platformu hâlâ aktif olarak kullanılmakta ve geliştirilmeye devam edilmektedir. Şekil 4.2'de görülebileceği üzere 2012-2019 yılları arasında G-Cloud platformu için devletin bütçesinden ayrılan destek miktarı her yıl düzenli olarak artmaktadır. Yapılan tahminlere göre Birleşik Krallık içerisindeki bulut bilişim teknolojilerinin 2023 yılına kadar sektör büyüklüğünün 35 milyar Sterlin olması beklenmektedir.[136]

[133] https://www.gov.uk/guidance/government-cloud-first-policy (06.11.2020)
[134] https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=4ed69a04-0611-49ce-a324-6c2f5bdbbdd0 (12.11.2020)
[135] https://www.statista.com/statistics/476503/g-cloud-monthly-spending-uk/ (17.11.2020)
[136] UK Parliament PostNote, Sayı 629, Haziran 2020, sf. 1.

4.1.4. Japonya

Dünya'da teknoloji sektörünün öncü ülkelerinden biri olmayı her dönemde başarmış olan Japonya, bulut bilişim teknolojilerine geçişte de oldukça iyi bir performans göstermiştir. 2015 yılına kadar ülkedeki mevcut tüm internet hatlarını fiber altyapısına dönüştürerek internet hızını çok yükseklere taşıyan bu ülke, bulut bilişim için gerekli altyapıya da yıllardır sahip durumdadır. Verilen internet hizmetinin sağlamlığı, sahip olunan altyapı ve gerekli hukuki düzenlemelerin bilişim teknolojilerinde sağlam temellere oturması, kullanıcıların bulut bilişime karşı duyduğu güven ortamını sürecin en başından beri oluşturabilmiştir. Japonya 2011 yılında çıkarmış olduğu siber suçlara ve veri gizliliğine ilişkin çeşitli mevzuat ve yasalar doğrultusunda, kamuoyunda oluşan bulut bilişime dair güvensizlik ortamını kaldırmak istemiştir.[137]

Japonya, bulut bilişim çalışmaları kapsamında ilk olarak 2009 yılının Nisan ayında Dijital Japonya Dönüşüm Projesi'ni başlatmıştır. Japonya İçişleri ve İletişim Bakanlığı öncülüğünde başlayan bu proje aynı zamanda Hatoyama Planı olarak da bilinmektedir.[138] Bu plan kapsamında dokuz farklı politika yayımlanmıştır. Bu politikalardan en önemlisi, Şekil 4.3'te görüleceği üzere bir kamu bulutu kurmaya yönelik olan Kasumigaseki Bulutu adı verilen bir projeye dairdir.[139] Devletin tüm kurumlarını ve bakanlıklarını aynı bulut altında toplamayı hedefleyen bu bulut aynı zamanda hem hizmet hem de altyapı bakımından paylaşımlı bir ortam amaçlamıştır. Tüm altyapının ve donanımların tek bir merkezde toplanması sayesinde hiçbir kamu kurumunda fiziksel veri merkezi bulunmayacak ve bu sayede esnek bir platform kurulacaktır.

[137] K. Batı, 2015, s. 38.
[138] https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/Releases/Telecommunications/news090317_1.html (18.11.2020)
[139] Wyld, David C., "The Cloudy Future of Government IT: Cloud Computing and The Public Sector Around The World", *International Journal of Web and Semantic Technology*, Vol 1, Sayı 1, LA, 2010, s. 9.



Şekil 4.3 Kasumigaseki Bulutu

Kasumigaseki Bulutu ayrıca ulusal dijital arşiv olarak da kullanılmayı amaçlamıştır. Kamuya ait tüm belgelerin, üniversitelere ait kitap, makale, istatistik ve diğer dokümanların, kültürel miras olduğu düşünülen tüm yazılı belgelerin bu bulutta depolanarak kamunun erişimine açılması planlanmıştır.[140] Bulut sayesinde ortak bir kamu veri merkezi tesis edilmiş ve enerji tüketimi asgari düzeye çekilerek çevreci bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu veri merkezleri de ülkenin deprem bölgesinde yer almayan ve soğuk iklime sahip bölgelerinin yer altında olacak şekilde konumlandırılmıştır.[141]

Günümüzde tüm kamu verilerini bulut üzerinde tutmaya devam eden Japonya, hem yerel bulut bilişim hizmet sağlayıcıları ile hem de küresel sağlayıcılar ile çalışmaktadır. 2020 yılının başlarında AWS (Amazon Web Services) ile yaptığı bir sözleşme aracılığıyla Japonya, kendi kamu bulutuna ait tüm altyapı ve işletme sorumluluğunu Amazon'a vermiştir. 273 milyon Dolarlık bir tutara sahip olan bu anlaşma, bulut bilişim dünyasında geniş yankı uyandırmıştır.[142]

[140] K. Batı, 2015, s. 40.
[141] Ç. Eyüpoğlu, 2013, s. 68.
[142] https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Japan-to-hire-Amazon-to-build-government-cloud (19.11.2020)

4.1.5. Güney Kore

2003 yılında kamu alanında bulut bilişim çalışmalarına başlayan Güney Kore, bu doğrultuda ilk olarak Ulusal Bilişim ve Bilgi Ajansı'nı kurmuştur. Kurulum çalışmaları tamamlanarak 2005 yılında faaliyetlerine başlayan bu ajansın ilk hedefi, ülkedeki kamu kurumlarının bilgi sistemlerini tek bir çatı altında toplayarak bulut ortama taşımak olmuştur. Bunun için Daejeon kentinde bir veri merkezi oluşturularak ilk etapta 19 kamu kurumunun birleştirilmesi ve bulut ortamdan haberleşebilmesi sağlanmıştır. 2007 yılında ilk veri merkezinin yedeği ve alternatifi olarak ikinci bir veri merkezi kurulması kararlaştırılarak, aynı yıl içerisinde Gwangju kentinde bu hedef gerçekleştirilmiştir. 2008 yılında yeni bir bulut mevzuatı devlet onayıyla yayımlanarak ülkedeki tüm kamu kurumlarının bu veri merkezi altında toplanması zorunlu kılınmıştır. Bu mevzuat kapsamında 48 kamu kurumu Güney Kore kamu bulutu altında toplanmayı başarmıştır.[143]

Güney Kore kamu bulutu sayesinde, kamu bilgi sistemlerinde güvenlik çözümleri bulundurma oranı yüzde 65 seviyelerinden yüzde 100 seviyesine ulaşmıştır. Güvenlik ürünlerine sahip olmayan kamu kurumları, ortak veri merkezi aracılığıyla ek bir masrafa ihtiyaç duymadan bulutun güvenlik çözümlerine dâhil olmuştur. Aynı şekilde merkezi yönetim sayesinde kamu kurumlarının ortalama arıza giderme süresi 67 dakikadan 0,09 dakikaya düşmüştür. Önceden efektif olarak ölçülemeyen DDoS saldırılarına karşı koyarak saldırıları bertaraf etme süresi ise 20 saniye olarak ölçümlenebilmiştir. Kurumların yıllık bakım maliyetleri ve elektrik enerji sarfiyatları ise kamu bulutu sayesinde yüzde 30 oranında indirgenmiştir.[144]

Güney Kore Bilgi Ekonomisi Bakanlığı ve Kamu Yönetimi ve Güvenliği Bakanlığı kamu bulut bilişim teknolojilerine 2014 yılında 500 milyon Dolarlık bir yatırım bütçesi ayırdığını açıklamıştır. Bu destek bütçesi kamu bulutu çalışmaları için pozitif bir ivme yaratmış ve ülkenin buluta olan bakışını olumlu yönde etkilemiştir.

[143] Ç. Eyüpoğlu, 2013, s. 72.
[144] O. Ergin, 2012, s. 46.

2014 yılında Güney Kore kamu kurumlarının daha önceden yüzde 30 olarak ölçülen tasarruf oranı yüzde 50 olarak tekrar ölçülmüştür. Her geçen yıl kurumların bulutu daha verimli bir şekilde kullanması sayesinde tasarruf oranlarının arttığı görülmektedir.[145]

2014 yılında kamu kurumlarının vatandaşa sunduğu 450 kamu hizmetini bulut üzerinden veren Güney Kore, bu rakamı 2016 sonunda 750'ye taşımış durumdadır. Bu hizmetlerin bulut üzerinden hizmet vermesi sayesinde 32 milyon Dolar tasarruf edildiğini belirten Güney Kore, 2017 yılında 432 milyon Dolarlık bir bulut pazarlarının olduğunu bildirmiştir.[146]

Güney Kore'nin kamu bulutu sektörüne diğer ülkelere kıyasla daha sonradan girip en az onlar kadar başarıyı kısa sürede yakalamalarının sebebi; bulut teknolojileri özelinde hukuki bir takım düzenlemelerin uygulama aşamasından önce yapılarak tamamlanmasıdır. 2015 yılında Bulut Bilgi İşlem'in Geliştirilmesi ve Kullanıcılarının Korunması Yasası'nı çıkartan Güney Kore hükümeti, aynı zamanda Kişisel Bilgilerin Korunması Yasası'nı da (PIPA) bulut teknolojilerine adapte etmiştir. Yine bulut teknolojilerindeki gizlilik ve güvenlik ihlalleri için Bilgi ve İletişim Ağı Kullanımı ve Bilgi Korumasını Destekleme Yasası hükümet tarafından çıkarılmıştır. Network Yasası olarak da bilinen bu yasa aynı PIPA gibi içerdiği ağır cezalarla kişisel veri konularındaki ihlaller için oldukça caydırıcıdır. Aynı şekilde Güney Kore Bilim Bakanlığı'nın çıkarmış olduğu Bulut Bilişim Standartları ise ülkedeki bulut bilişim hizmet sağlayıcıları için hem bir rehber olmuş hem de uyulması gereken standartları mecbur koşarak hizmet sağlayıcıları küresel standartlara eriştirmiştir.[147]

[145] a.g.e., s. 46.
[146] https://opengovasia.com/how-worlds-first-cloud-specific-law-will-impact-south-koreas-public-sector/ (15.11.2020)
[147] https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=cbdef3bc-6cd5-46fa-b86e-e1a5f212c8e6 (23.11.2020)

4.1.6. Singapur

Asya bölgesinin bilişim üssü olarak bilinen Singapur, bulut bilişim çalışmalarına 2010 yılının Mayıs ayında bir yarışma düzenleyerek başlamıştır. Açık Bulut Bilişim Teklileri adı verilen bu yarışma Enformasyon Kalkınma Kurumu öncülüğünde organize edilmiştir. Devlet kurum ve kuruluşları, üniversiteler, araştırma ve geliştirme şirketlerinin katıldığı bu yarışmada dereceye girenlere, Singapur devleti tarafından mali teşvik ödülleri verilmiştir. Ayrıca bulut bilişim çözümlerini kamu bulutu için uygulama konusunda da bulut bilişim projeleri yarışma sonrasında desteklenmeye devam edilmiştir. Bu projelerin hayata geçirilmesi sayesinde, belge paylaşım platformları, ticari işlem riski değerlendirme araçları ve akıllı trafik uygulamaları kamu bulutu içerisinde kendilerine yer bulmuştur.[148]

Bulut bilişim kapsamında bilişim hukukunu da geliştirmeyi amaçlayan Singapur, 2010 yılında Elektronik İşlemler Yasası'nı çıkarmıştır. Ayrıca Birleşmiş Milletler Elektronik Taahhüt Sözleşmesi de Singapur tarafından onaylanarak yürürlüğe konulmuştur. 2012 yılında çıkartılan ve ağır cezai yaptırımlara sahip olan Gizlilik Yasası da bulut bilişim kapsamına alınmış ve uygulanmaya başlanmıştır.[149]

2018 yılında Başbakan Lee Hsien Loong tarafından açıklanan Singapur Hükümeti Teknoloji Yığını (SGTS) adı verilen bir proje ile kamu kurumlarının bulut üzerinden merkezileştirilmesi sağlanmıştır. Bu proje kapsamında 5 yıllık buluta göç yol haritası açıklanmıştır. Bu yol haritasında 150'den fazla hizmetin buluta taşınması planlanmıştır. Bulut bilişim hizmet sağlayıcıları ile yaklaşık 620 milyon Dolarlık bir dizi sözleşme yapan Singapur devleti, günümüzde de bulut bilişim çalışmalarını devam ettirmektedir.[150]

[148] Ç. Eyüpoğlu, 2013, s. 72.
[149] https://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Singapore.pdf (18.11.2020)
[150] https://www.zdnet.com/article/singapore-looks-to-reengineer-government-it-systems-with-cloud-tech-stack/ (25.11.2020)

Eğitim ve öğretim müfredatlarına bulut bilişimi koyan ülkeler arasında yer alan Singapur, pek çok uluslararası bulut bilişim hizmet sağlayıcısının dikkatini çekmiştir. Hem kendi personellerinin eğitimini sağlamak hem de Singapur devleti ile bulut bilişim konusunda ortak projeler üretmek isteyen Amazon, Fujitsu, Microsoft, OpSource, Salesforce.com, Tata, Canon, HP, IBM ve Oracle gibi dünya çapındaki hizmet sağlayıcılar merkezlerini Singapur'da açmıştır.[151]

4.1.7. Hindistan

Son yılların bilişim alanında yükselen ülkelerinden biri olan Hindistan, kamu alanındaki bulut teknolojilerine diğer ülkelere nazaran gecikmeli bir şekilde geçmiştir. İlk olarak 2014 yılında Hindistan Başbakanı Narendra Modi tarafından tanıtımı yapılarak kamunun hizmetine açılan e-Devlet bulut bilişim projesine GI Cloud adı verilmiştir. Bu proje kamuoyu tarafından MeghRaj olarak da bilinmektedir.[152] MeghRaj projesi kapsamında e-Devlet uygulamaları olduğu gibi başka bulut servisleri de geliştirilip kamunun hizmetine sunulmuştur.

MeghRaj bulut projesi kapsamında geliştirilen en önemli uygulama, Digilocker adı verilen elektronik belge portalidir. Hindistan vatandaşlarına sunulan bu hizmette, kişilerin tüm belgelerinin elektronik ortamda saklanarak yine aynı yolla erişilmesi teşvik edilmektedir. Devlet tarafından oluşturulan kamu bulutunda her vatandaşın ayrı bir bulut alanı bulunmakta ve bu alana istedikleri belgeleri gönderebilmeleri sağlanmaktadır. Digilocker projesi kapsamında aynı zamanda bir adet resmî mobil uygulama da geliştirilmiştir.[153] Kullanıcıların hem mobil cihazlardan hem de bilgisayarlardan ulaşabildikleri bulut alanlarında ayrıca e-imza entegrasyonu da yer almaktadır. İstedikleri belgeleri elektronik olarak imzalayarak resmî kurum ve kuruluşlar ile bulut üzerinden paylaşabilmektedirler. Günümüzde de kullanım alanı

[151] YASED Uluslararası Yatırımcılar Derneği, "2023 Hedefleri Yolunda Bilgi ve İletişim Teknolojileri", *Deloitte*, 2012, s. 54.
[152] Government of India"s GI Cloud (Meghraj) Strategic Direction Paper, *Department of Electronics & Information Technology Government of India*, Nisan 2013, s. 6.
[153] https://digilocker.gov.in/ (08.12.2020)

genişleyerek daha büyük kitlelerin hizmetine sunulan Digilocker; üniversite diplomalarından araç kullanım ehliyetlerine, sigortacılık işlemlerinden vergilendirme işlemlerine kadar geniş yelpazede kullanılan başarılı bir e-yönetim uygulaması olarak dikkat çekmektedir.[154]

Hindistan'da kullanılan bir diğer başarılı bulut uygulaması ise cezaevlerine ait çeşitli bilgilerin barındırıldığı Ulusal Cezaevi Bilgi Portalı'dır. (NPIP – National Prisons Information Portal) Kullandığı bulut bilişim servis modeli SaaS olan bu proje, Ulusal Bilişim Merkezi tarafından geliştirilmiştir. Cezaevlerindeki mahkûmların tüm bilgilerine, gelen ziyaretçilere, mahkûmların hastane ziyaretlerine ve mahkûm mahkeme bilgilerine bulut ortamdan yetkilendirilmiş kullanıcıların ulaşabildiği bilgi portali, aynı zamanda kamuya açık olarak cezaevi şikâyet ve öneri platformu olarak da kullanılmaktadır. 900'e yakın cezaevi ve 6 milyonu aşkın mahkûmun bilgilerinin bulut ortamda tutulduğu bu proje, günümüzde aktif olarak kullanılmaya hâlen devam etmektedir.[155]

Bahsedilen büyük projeler haricinde Hindistan'ın bulut bilişim teknolojileri çerçevesinde başka girişimleri de bulunmaktadır. Örneğin; Hindistan Sağlık Bakanlığı tarafından kamuya açılan hastane randevu kayıt sistemi ve Çevre ve Orman Bakanlığı'nın kullandığı orman araştırmaları projeleri gibi.[156] Bu projeler de tamamen bulut ortamda kamunun hizmetine açılmış ve her geçen gün geliştirilmesi devam eden uygulamalar arasında yer almaktadır.

4.2. ÜLKEMİZDEKİ KAMU BULUT BİLİŞİM ÖRNEKLERİ

Dünyada bilgi ve iletişim alanında her geçen gün yeni gelişmeler yaşanırken ülkemizde de aynı oranda projeler geliştirilmekte ve teknolojik yatırımlar

[154] Mehek Gulati, Kanika Verma,"Digital Locker", *JETIR*, Sayı: 3, Hindistan, Haziran 2016, s. 206.
[155] Nidhi Srivastava, "MeghRaj A Cloud Environment for e-Governance in India", *International Journal of Computer Sciences and Engineering (JCSE)*, Sayı 6, Hindistan, Kasım 2018, s. 762.
[156] a.g.k., s. 762.

yapılmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşlarına ait bilgi ve iletişim teknolojileri projelerine ayrılan bütçenin her yıl katlanarak arttığı görülmektedir. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan 2019 yılı yatırım programına göre, kamu bilgi ve iletişim teknolojileri bütçe kaleminin 2.7 milyar TL civarında olduğu görülmektedir.[157] Özellikle İçişleri Bakanlığı, Sosyal Güvenlik Kurumu, Adalet Bakanlığı ve Emniyet Genel Müdürlüğü kapsamında yoğun olarak kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerinin her geçen yıl daha da büyümesiyle, ayrılan bütçe ödenekleri ve dolayısıyla geliştirilen projeler de artmaktadır.

4.2.1. Kamu Bulut Bilişimine Geçiş Çalışmaları

Başta altyapı masrafları olmak üzere, çeşitli kalemlerden gelen maliyetlerin birleşmesiyle beraber ayrılan ödeneklerin de bazı durumlarda yetersiz kalmasından dolayı, artık kamu kurum ve kuruluşları da bulut bilişime sıcak bakmaya başlamıştır. Günümüzde sahip olduğu maddi tasarruf avantajından dolayı kurumların yavaş yavaş sistemlerini bulut ortamlara taşımaya başladığı bu teknoloji, kamu bilgi ve iletişim teknolojileri sektöründe adını ilk defa 2000'li yılların başında duyurmuştur. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı koordinasyonunda 2003 yılında hazırlanan ve 2003/48 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile uygulamaya konan Kısa Dönem Eylem Planı (KDEP), içerdiği 7 numaralı eylem ile doğrudan olmasa da dolaylı bir yoldan bulut bilişimin resmî olarak bahsinin geçtiği ilk düzenleme olmuştur.[158] Söz konusu 7 numaralı eylem, internet veri merkezine yönelik uygulamalar içeren bir çalışma yapılması gerektiğinden bahsetmektedir. Bu çalışma kapsamında kurum ve kuruluşların dışarısında barındırılan hizmetlerden bahsedilerek, bulut bilişime dolaylı yoldan destek verilmiştir.

2003 yılındaki bu gelişmenin ardından 2006-2010 yıllarını kapsayan Bilgi Toplumu Stratejisi'nde de bulut bilişimi doğrudan ilgilendiren stratejik hedefler ortaya

[157] http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2019/08/Kamu_bit_yatirimlari_2019.pdf (08.12.2020)
[158] http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2015/02/050200_Eylem07.pdf (08.12.2020)

konmuştur. 2006 yılının Temmuz ayında Yüksek Planlama Kurulu kararı ile yürürlüğe giren Bilgi Toplumu Stratejisi'nde bulut bilişimin avantaj ve faydalarından bahsedilerek, kamu kurumları için ortak altyapı ve ortak hizmet kullanımlarına değinilmiştir. Strateji kapsamında; kurumlar arası iş birliğinin sağlanması, ortak altyapı kullanımı, mükerrer hizmetlerin ve servislerin engellenmesi, bütünleşik ve etkin bir e-Devlet platformu kurulmasından bahsedilmiştir.

Bilgi Toplumu Stratejisi'nin eki olarak hazırlanan geniş çerçeveli bir eylem planı olan 2006-2010 Dönemi Eylem Planı'nda 6 adet eylem doğrudan kamu bulut bilişim teknolojileri ile ilgilidir. Söz konusu eylem planının 24, 27, 70, 73, 76 ve 87 numaralı eylemlerinin açıklamalarına, sorumlularına ve ilgili kuruluşlarına Tablo 4.1'de yer verilmiştir.

Tablo 4.1 2006-2010 Eylem Planında Yer Alan Bulut Bilişime Dair Eylemler[159]

No	Eylem	Açıklama	Sorumlu (S) ve İlgili (İ) Kuruluşlar
24	İş Süreçlerinin Elektronik Ortama Entegrasyonu	- Tüm sektörlerdeki işletmelerin, iş süreçlerini yeniden tanımlamaları ve tüm süreçlerini elektronik ortama entegre ederek verimliliklerini artırmaları amacıyla destekler verilecektir.	Sanayi ve Ticaret Bak. (S) Maliye Bakanlığı (GİB) (İ) KOSGEB (İ) TOBB (İ) Sivil Toplum Kuruluşları (İ)
27	Kamu İnternet Siteleri Standardizasyonu ve Barındırma Hizmeti	- Kamu kurumları internet siteleri için görsel, hizmet kalitesi, içerik, güvenlik, kimlik yönetimi ve kullanılabilirlik standardizasyonu sağlanacaktır. - Kamu internet sitelerinin özürlüler tarafından da kullanılabilmesine yönelik geliştirmeler yapılacaktır. - Talep eden kamu kuruluşlarının internet siteleri merkezi olarak barındırılacaktır.	TÜRKSAT (S) DPT (İ) TÜBİTAK (İ)

[159] http://www.bilgitoplumu.gov.tr/strateji-ve-eylem-planlari-2/2006-2010-bilgi-toplumu-stratejisi/ (08.12.2020)

70	Kamu Güvenli Ağı	- Kamu kurumlarının farklı geniş alan ağ altyapısı yatırımları yerine kamunun bu yöndeki ihtiyaçları ve internet çıkışları için ortak bir güvenli iletişim altyapısı kurulacak, e-Devlet mimarisinin omurgası oluşturulacaktır.	TÜRKSAT (S) UBAK (İ) DPT (İ) TÜBİTAK (UEKAE) (İ)
73	Ortak Hizmetlerin Oluşturulması	- Kamu kurum ve kuruluşlarında ortak olarak yürütülen bazı fonksiyonların niteliğine göre e-Devlet Kapısı ve/veya ilgili bir başka kurum tarafından merkezi olarak sunumu konusunda çalışmalar yapılacak ve gerekli koordinasyon sağlanacaktır. - Ayrıca, gerekli hallerde kamu kurumlarında ortak kullanılabilecek ve paylaşılabilecek yazılımlar konusunda inceleme yapılacak, belirlenen yazılımların diğer kurumlara da yaygınlaştırılmak üzere ilgili kurum tarafından geliştirilmesi sağlanacaktır.	DPT (S) Maliye Bakanlığı (İ) İçişleri Bakanlığı (Mahalli İd. Gn. Md.) (İ) Devlet Personel Bşk. (İ) İlgili Kamu Kurum ve Kuruluşları (İ)
76	Bilgi Sistemleri Olağanüstü Durum Yönetim Merkezi	- Kamu kurumlarının ortak ihtiyaçları doğrultusunda bilgi sistemleri olağanüstü durum yönetim merkezi kurulacak, hizmet verilecek kurumların acil durumlarda kritik fonksiyonlarını sürdürmelerini sağlayacak sistemler ve bilgi yedeklemeleri oluşturulacaktır. - İstisna tutularak merkezi sistem dışında kalacak kamu kurumlarının yürütecekleri olağanüstü durum yönetim sistemi kurma çalışmalarına teknik destek sağlanacaktır.	TÜRKSAT (S) Başbakanlık (Türkiye Acil Durum Yön. Gn. Md.) (İ) DPT (İ) TÜBİTAK (UEKAE) (İ) İlgili Kamu Kurum ve Kuruluşları (İ)
87	Bilgi Güvenliği ile İlgili Yasal Düzenlemeler	- Ülke güvenliğini ilgilendiren bilgilerin elektronik ortamda korunması ve devletin bilgi güvenliği sistemlerinin geliştirilmesi amacına uygun yasal altyapıyla ilgili düzenleme yapılacak ve uygulamaya konulacaktır. - Kişisel Verilerin Korunması Hakkında Kanun Tasarısı Taslağı yasalaştırılacaktır.	Adalet Bakanlığı (S) Milli Savunma Bakanlığı (İ) İçişleri Bakanlığı (İ) DPT (İ) TÜBİTAK (UEKAE) (İ) İlgili Kamu Kurum ve Kuruluşları (İ)

15 Ocak 2013 tarihinde Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulunun[160] 25. toplantısında kamu bulutuna ilişkin bir takım kararlar alınmıştır. Toplantının 2013/104 sayılı kararında Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi çalışmalarının yapılmasına yer verilmiştir. Kararın detaylarında ABD ve Güney Kore'deki kamu bilişim sistemlerinin ortak bir merkeze dönüştürülmesi örnekleri verilerek ülkemizde de aynı yapıya geçilmesinden bahsedilmiştir. Her kurumda müstakil olarak işletilmekte olan veri merkezlerinin tek bir çatı altında toplanmasına, Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi kurulmasının önemine ve kamu bulutu çözümlerine yer verilen bu kararın yürütülmesi amacıyla sorumlu kuruluş olarak Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı belirlenmiştir.[161]

5-7 Eylül 2013 tarihleri arasında Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından 11. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Şûrası "Herkes İçin Ulaşım ve Hızlı Erişim" teması ile düzenlenmiştir. Şûranın hazırlık ve sonuç bildirgeleri aşamalarında 7 çalışma grubu altında toplam 1557 uzman çalışmıştır. Şûra sonuç bildirgesinde yer alan "Haberleşme Sektörü" başlığı altında bulut bilişimden bahsedilmiştir. Bu şûranın hedefleri arasında; bulut bilişim politika ve strateji belgesinin oluşturulması, bulut bilişim ile ilgili farkındalığın artırılması, bulut bilişimin gelişimi için bilgi güvenliği mekanizmalarının iyileştirilmesi ve yaygınlığının artırılması yer almıştır.[162]

Kamuya ait özel bir bulut olarak kurulması planlanan Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi, 2018 yılında yeniden yapılan fizibilite çalışmaları ile yeniden gündeme gelmiştir. 2018 yılında Ulaştırma ve Altyapı Bakanı Mehmet Cahit Turhan, yaptığı açıklamada Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi için ihtiyaç analizi, stratejik plan raporları ve kavramsal tasarımın bitirildiği ve bundan sonraki süreçte de ayrıntılı

[160] 4 Ekim 1983 tarih ve 77 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ile kurulmuştur. Uzun vadeli bilim ve teknoloji politikalarının tespitinde hükümete yardımcı olunması amacıyla kurulan BTYK üyeleri; ilgili bakanlar, TRT Genel Müdürü, TÜBİTAK Başkanı ve Yardımcısı, TAEK Başkanı, TOBB Başkanı ile YÖK'ün belirlediği bir üniversiteden uzman kişilerden oluşur. Kurulun sekreterya işlemleri TÜBİTAK tarafından yürütülmektedir.

[161] https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/btyk25_yeni_kararlar_toplu.pdf (09.12.2020)

[162] https://www.utikad.org.tr/images/BilgiBankasi/11ulastirmadenizcilikvehaberlesmesurasisonucbildirgesi-2652.pdf (09.12.2020)

tasarım, mimari proje ve uygulama projesi hazırlık aşamalarının başlayacağını söylemiştir.[163]

4 Kasım 2019 tarih ve 30938 sayılı Mükerrer Resmî Gazete'de yayımlanan Cumhurbaşkanı kararıyla Hazine ve Maliye Bakanlığı ile Strateji ve Bütçe Başkanlığınca hazırlanan 2020 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'nda bulut bilişime dair iki tedbir maddesi bulunmaktadır. Tedbir 470.2 maddesinde Türkiye'nin yoğun ticaret yaptığı ülkelerle bulut hizmetlerinin sunulmasına yönelik iş birliği yapılmasına karar verildiği belirtilmektedir. Aynı programın Tedbir 809.2 maddesinde ise *"Kamu hizmetlerinin iyileştirilmesinde büyük veri, bulut bilişim, mobil platformlar, nesnelerin interneti, yapay zekâ, blokzincir gibi yeni teknolojilerden faydalanılabilmesi için süreç ve teknolojik altyapı iyileştirmeleri yapılacaktır."* kararı yer almaktadır.[164] Her iki tedbir maddesi de günümüzde kamu bulut bilişim teknolojilerine gerekli önem ve desteğin üst merciiler tarafından verildiğinin bir göstergesidir.

Ülkemizde bulut bilişimin teknik yönüne ilişkin çalışmalara paralel olarak hukuki çalışmalara da ağırlık verilmiştir. Bulut bilişime dair herhangi bir standardın bulunmamasından dolayı Türk Standartları Enstitüsü (TSE) bünyesinde 2013 yılı ilk çeyreğinde "Siber Güvenlik Özel Komitesi" kurulmuştur. Bu komite 07.03.2014 tarihinde "Bulut Bilişim Güvenlik ve Standart Taslağı" dokümanı yayınlayarak bulut bilişime dair ülkemizde ilk defa bir standart belirlemiştir.[165] Bu standartta bulut bilişimin tanımı, bulut bilişim servis modelleri, avantajları, güvenlik ve gizlilikle ilgili dezavantajları ve bulut bilişim mimarisi konularından bahsedilmiştir. Ayrıca standardın sonunda bulut bilişimle ilgili kontrollere genel bir bakış açısı kazandırmak amacıyla kontrol listesi bileşenlerine yer verilmiştir. Toplam 12 ana başlık altında incelenen kontrol listesi, bulut bilişimin kolay kullanılabilirliği adına bir rehber niteliği de taşımaktadır.

[163] https://www.bthaber.com/ulusal-kamu-entegre-veri-merkezi-fizibilitesi-tamamlaniyor/ (09.12.2020)
[164] https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/2020_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (09.12.2020)
[165] https://statik.tse.org.tr/upload/tr/dosya/icerikyonetimi/1202/17032015093613-3.pdf (09.12.2020)

4.2.2. Ülkemizde Bulut Bilişime Geçen Kamu Kurum ve Kuruluşları

Ülkemizde Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi henüz tam anlamıyla kurulamadığı için kamu özel bulutundan bahsedilememektedir. Ancak bazı kamu kurum ve kuruluşları kendi özel bulutlarını oluşturarak hem kendi personeline hem de vatandaşlara hizmet verdikleri bazı uygulamalarını bulut teknoloji sayesinde sunmaktadır. Bu alt başlık altında ülkemizde bulut bilişime sistemlerinin ve uygulamalarının bir kısmını taşıyan kamu kurum ve kuruluşlarından bahsedilecektir. Ayrıca sistemlerini taşımasalar bile kamu bulut bilişim teknolojilerinin gelişmesine ve diğer kurumlar tarafından uygulanmasına yardımcı olan diğer kurum ve kuruluşların da çalışmaları aktarılacaktır.

4.2.2.1. Adalet Bakanlığı Ulusal Yargı Ağı Projesi (UYAP)

Kamu bulut bilişim teknolojilerinin ilk ve en başarılı örneklerinden biri olan Ulusal Yargı Ağı Projesi, ülkemizde adalet hizmetlerinin elektronik ortamdan yürütülebilmesi amacıyla kurulmuş bir bilgi sistemidir. Bu bilgi sistemi ilk olarak 2000 yılında Adalet Bakanlığı merkez birimlerinde kullanılmaya başlanmıştır. UYAP I ve UYAP II adlı iki faza sahip olan bu projede; UYAP I, merkez birimlerini kapsayan bir aşama iken, UYAP II aşaması tüm adli ve idari yargı birimlerinin, adli tıp birimlerinin ve ceza tevkif evlerinin otomasyona entegre edilmesini içermektedir.

UYAP resmî web sitesindeki tanıma göre; *"UYAP; günümüzün gerekli tüm teknolojik gelişmelerini kullanarak, Adalet Bakanlığı merkez ve taşra teşkilatının, bağlı ve ilgili kuruluşlarının, adli ve idari tüm yargı ve yargı destek birimlerinin donanım ve yazılım olarak iç otomasyonunu ve benzer şekilde bilgi otomasyonu sistemlerini kurmuş kamu kurum ve kuruluşları ile dış birim entegrasyonunu sağlayan ve e-Dönüşüm sürecinde e-Adalet ayağını oluşturan bir bilişim sistemidir."*[166]

[166] https://www.uyap.gov.tr/Genel-Bilgi (10.12.2020)

UYAP, merkezî olarak oluşturulmuş ortak bir veri merkezine sahip bir bilgi sistemidir. Merkezî bilgi sistemi günümüzde 70 bin kullanıcıya hizmet vermekte ve felaket durumlarında ise 10 bin kullanıcıya hizmet verebilecek bir acil yardım masasına sahiptir. Sisteme dâhil olan tüm birimlerin uydu ve mobil veri üzerinden yedek bağlantıları da bulunmaktadır. Ankara Şaşmaz'da kurulan sunucu çiftlikleri ve veri merkezi üzerinden adaletle ilgili tüm işlemlerin yapılabilmesi ve ilgili personellerin uzak bağlantı yoluyla uygulamalara tek bir merkezden ulaşabilmesi sayesinde, UYAP'ın kamu bulut bilişim kullanımına örnek olduğu belirtilmektedir.[167]

UYAP, Adalet Bakanlığı birimleri arasında entegrasyon sağlarken aynı zamanda ülkemizin diğer kamu kurum ve kuruluşlarıyla da ortak çalışabilirlik platformu sağlamıştır. İçişleri Bakanlığına bağlı Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü ile sağlanan entegrasyon sayesinde nüfus ve adres kayıtları, Emniyet Genel Müdürlüğü POLNET sistemi ile yapılan entegrasyon sayesinde sürücü ehliyet kayıtları ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü TAKBİS sistemi ile yapılan entegrasyon sayesinde de tapu kadastro bilgileri, UYAP üzerinden yetkili kişilerce görülebilmektedir. Ayrıca kolluk kuvvetleri tarafından hakkında yakalama ya da tutuklama kararı bulunan kişilerin sorgulamasının doğrudan UYAP üzerinden yapılabilmesi de sağlanmıştır. PTT ile yapılan entegrasyon sonucu, mahkeme ve duruşma tebligatlarının yine UYAP üzerinden takibi başarıyla sağlanmaktadır.

UYAP, ilk kullanılmaya başlanılan 2000 yılından beri sürekli gelişerek günümüze ulaşmıştır. Çeşitli dönemlerde yapılan güncellemeler ile UYAP platformu içerisine yeni portaller ve bilgi sistemleri eklenmiştir. UYAP SMS bilgi sistemi, avukat bilgi sistemi, vatandaş bilgi sistemi, çevrim içi takyidat sistemi, ceza infaz kurumları bilgi sistemi, mevzuat programı, arabulucu ve bilirkişi mobil bilgi sistemi, e-tebligat, e-haciz, e-ilan, ses ve görüntü bilişim sistemi (SEGBİS), mobil arananlar bilgi sistemi UYAP içerisine dâhil edilen bilgi sistemlerine örnek olarak verilebilir.[168]

[167] https://www.bthaber.com/bilisim-bir-bakanligi-hak-ediyor/ (10.12.2020)
[168] https://www.uyap.gov.tr/Genel-Bilgi (10.12.2020)

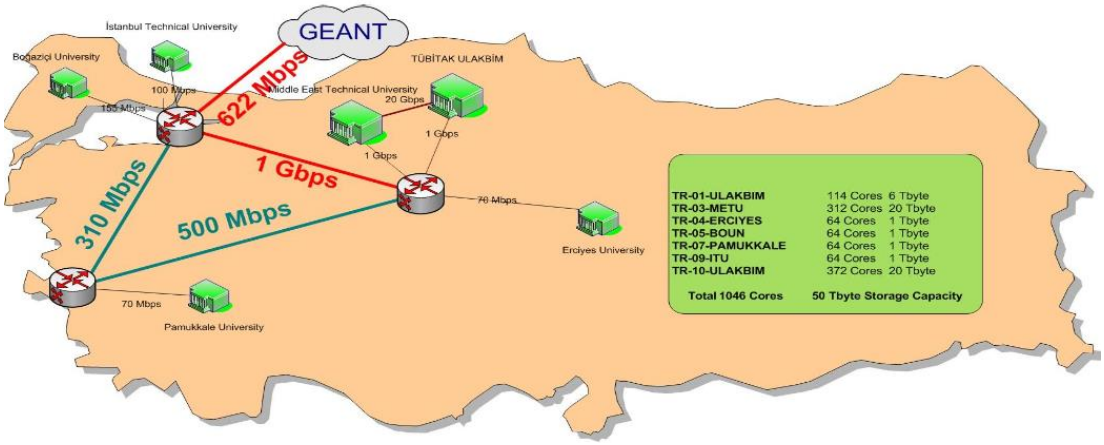
2004 yılından 2020 yılına kadar ulusal ve uluslararası çeşitli yarışma ve organizasyonlarda birincilik ödüllerine layık görülen UYAP, sahip olduğu ortak veri merkezi ve kullanılan bulut bilişim teknolojileri sayesinde tasarruflu ve verimli çalışan bir bilgi sistemi olmuştur. Adalet Bakanlığı Kamu Bulutu'nu oluşturan UYAP, merkezi ve diğer birimlerin kaynakları paylaşma özelliğiyle aynı zamanda bulut bilişim dağıtım modelleri arasından topluluk bulut modeline örnek gösterilebilir.

4.2.2.2. TÜBİTAK ULAKBİM Ulusal Grid Oluşumu Projesi

Grid modeli yani dağıtımlı hesaplama modeli, bu tez kapsamında "Bulut Bilişimin Gelişiminde Rol Oynayan Teknolojiler" başlığının altında "Dağıtımlı Hesaplama (Grid) Modeli" alt başlığında açıklanmıştır. TÜBİTAK tarafından yapılan Grid tanımı ise şu şekildedir: "*Yüksek performanslı hesaplama ve veri paylaşımı ihtiyacını karşılamaya yönelik olarak tasarlanmış ve işletim sistemi üzerinde çalışan özel bir yazılım yardımı ile birçok bilgisayarın bir arada çalışmasına olanak sağlayan bir teknolojidir.*"[169]

TÜBİTAK ULAKBİM (Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi) ve çeşitli üniversitelerin bilgisayar ve veri merkezlerinin bir grid yapısında birleştirilmesi amacıyla ilk olarak 2003 yılında başlayan Ulusal Grid Oluşumu projesi, daha sonradan TR-Grid UGO kısa adını almıştır. Proje ULAKBİM'in koordinasyonu ve Bilkent, Boğaziçi, İstanbul Teknik, Ortadoğu Teknik, Çukurova, Erciyes, Pamukkale Üniversiteleri ile Türkiye Atom Enerjisi Kurumunun katılımı ile başlamıştır.[170] Bahsi geçen kurumların arasında Grid altyapısı ile oluşturulan ağ bağlantısı Şekil 4.4'teki gibidir. Şekilde yer alan GEANT ifadesi, Avrupa Araştırma ve Eğitim Ağı'nı temsil etmektedir.[171] TR-Grid UGO projesi, üniversitelerin araştırma ve geliştirme çalışmalarında ortak olarak kullanabilecekleri ve uzaktan erişebilecekleri sunucu altyapılarına imkân sağladığı için bulut bilişim kullanımına örnek gösterilmektedir.

[169] TÜBİTAK ULAKBİM TR-GRID Ulusal Grid Oluşumu Stratejik Planı, Ankara, Eylül 2007, s. 3.
[170] a.g.k., s. 6-7.
[171] https://geant3plus.archive.geant.net/Pages/default.aspx (10.12.2020)



Şekil 4.4 TR-Grid Projesinde Yer Alan Üniversiteler Arası Ağ Erişim Hızları[172]

2010 yılının sonuna kadar TR-Grid UGO adının kullanıldığı bu proje, 2011 yılında TÜBİTAK Bilim Kurulu kararı ile TRUBA (Türk Ulusal Bilim e-Altyapısı) olarak isim değiştirmiştir. Aynı yıla kadar Devlet Planlama Teşkilatı tarafından desteklenen TRUBA, 2012 yılından itibaren ise Kalkınma Bakanlığı tarafından destek göstermeye başlamıştır. Günümüzde, 50'den fazla üniversite ve 900 araştırmacının bilimsel çalışmalarına katkı sunmaya devam eden TRUBA, son 6 yıl içerisinde 10 farklı Avrupa Birliği Çerçeve Program Projesinde de yer almıştır.[173]

4.2.2.3. TÜBİTAK BİLGEM B3LAB Projesi

TÜBİTAK BİLGEM (Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi) bünyesinde oluşturulan Bulut Bilişim ve Büyük Veri Araştırma Laboratuvarı (B3LAB), bulut üzerinde çalışan depolama çözümleri geliştirmektedir. Bulut bilişim servis modelleri arasından SaaS (Software as a Service) kullanan proje kapsamında Safir Depo adlı bir ürün geliştirilmiştir. Bu ürün hem özel sektörde hem de kamu sektöründe çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından tercih edilmiştir.[174]

[172] https://indico.cern.ch/event/429895/contributions/1064295/attachments/927066/1312393/TR-Grid_Initiative_Status-April_2006.pdf (10.12.2020)
[173] https://ulakbim.tubitak.gov.tr/tr/hizmetlerimiz/truba-0 (10.12.2020)
[174] https://www.b3lab.org/hakkimizda/ (10.12.2020)

İlk olarak Ticaret Bakanlığı bünyesinde bulunan Gümrük Muhafaza Genel Müdürlüğüne ait farklı operasyonel sistemler aracılığıyla toplanan verilerin ortak bir büyük veri platformunda birleştirilmesi amacıyla kullanılan Safir Depo, bulut teknoloji üzerinden çalışması sayesinde karar verme süreçlerini ve gümrük kontrol sürelerini kısaltmıştır.[175] Safir Depo'nun kullanıldığı bir diğer kamu kurumu ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) olmuştur. Kurum bünyesindeki Büyük Veri İleri Analitik Projesi kapsamında kullanılan bu çözüm ile internet sitelerinden toplanan kategori bilgileri, günlük fiyat bilgileri ve çeşitli iş ilanları büyük veri ekosisteminde depolanarak işlenebilmekte ve analiz edilebilmektedir.[176]

4.2.2.4. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Sosyal Yardım Bilgi Sistemi

2009 yılında hizmete başlayan Sosyal Yardım Bilgi Sistemi (SOYBİS), aslında bir bulut bilişim teknolojisinden daha çok sanallaştırma teknolojisinin kamu sektörü açısından uygulandığı örnek projelerden bir tanesi olmuştur. Türkiye genelindeki tüm ilçelerde bulunan Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıflarında (SYDV) aktif olarak kullanılan bu bilgi sistemi, sanallaştırma teknolojisi ile yapılmış olup ilgili bakanlığın bir kurumsal bulut çözümünü de oluşturmaktadır. SYDV'lerin bağlı bulunduğu Sosyal Yardımlar Genel Müdürlüğü'ndeki bilişim sistemlerinin artan ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde yanıt verebilmek, atıl kapasite oranını ve kesinti sürelerini düşürmek amacıyla sanal ortama taşınan SOYBİS sayesinde hem zamandan hem de maliyetten tasarruf edilmiş durumdadır.[177]

Projenin uygulamaya konulduğu Mayıs ve Ekim 2009 tarihleri arasındaki 6 aylık zaman diliminde ulaşım ve evrak masraflarından toplam 46 milyon TL tasarruf sağlanmış durumdadır. SYDV'lere sosyal yardım başvurusu yapan vatandaşların ilgili belgelerini toplamaları 3 ile 5 gün arasında bir zaman diliminde sağlanırken, SOYBİS

175 https://www.b3lab.org/sayfa/gumruk_muhafazanin_tespit_kapasitesinin_gelistirilmesi_icin_teknik_yardim_projesi-19 (10.12.2020)

176 https://www.b3lab.org/sayfa/tuik_buyuk_veri_ileri_analitik_projesi-10 (10.12.2020)

177 Ş. Ebem, 2013, s. 165.

sayesinde bu işlemler birkaç dakikaya düşürülmüştür.[178] Bilişim altyapısı yönünden de sanallaştırma teknolojisine geçildiği için yönetilebilir ve yedekli bir mimari sayesinde iş sürekliliği sağlanmıştır. Tablo 4.2'de görüleceği üzere geleneksel mimari ile sanallaştırma mimarisi arasındaki farklar, SOYBİS projesi bazında dikkat çekici rakamlar ile görülebilmektedir.

Tablo 4.2 SOYBİS Projesi Sanallaştırma Öncesi ve Sonrası Karşılaştırma[179]

	Sanallaştırma Öncesi (Geleneksel Mimari)	Sanallaştırma Sonrası
Kabin Sayısı	10	2
Fiziksel Sunucu Sayısı	40	8
Network Kablo Sayısı	120	8
Enerji Kablo Sayısı	20	4
Toplam Enerji Kullanımı	43 KW	13 KW
İşletim Sistemi Kurma Süresi	1-2 Saat	15 Dakika

4.2.2.5. İçişleri Bakanlığı e-Belediye Projesi

İçişleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığının öncülüğü ve Kalkınma Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Türkiye Belediyeler Birliğinin katılımlarıyla 23 Eylül 2014 tarihinde 1. Bulut Belediye Projesi Çalıştayı düzenlenmiştir. Bu çalıştayın amacı; bilgi işlem birimi veya yeterli donanımlara sahip veri merkezleri bulunmayan küçük ve orta ölçekli belediyelerin, bulut bilişim üzerinden teknolojik ihtiyaçlarının karşılanarak vatandaşa etkin ve verimli bir hizmet sunulmasıdır.[180]

[178] a.g.t., s. 165.
[179] Umut İsmail Yeşilırmak, "Sosyal Yardım Alanında Bilişim Teknolojilerinin Kullanımı: Örnek Model Sosyal Yardım Bilgi Sistemi", *Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Genel Müdürlüğü Uzmanlık Yeterlilik Tezi*, Ankara, 2010, s. 51.
[180] Hakan Kılıç, "Kamuda Bulut Bilişim Kullanımına Yönelik Risk Analizi ve Yönetimi", *T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Uzmanlık Tezi*, Ankara, 2017, s. 87.

Projenin ilk adı Bulut Belediye iken daha sonra e-Belediye olarak değiştirilmiş ve ilk etapta pilot olarak seçilen 20 belediye ile yola çıkılmıştır. Bu belediyeler bilgi işlem birimleri olmayan küçük ölçekli belediyeler arasından seçilmiştir. Kurulan bulut bilişim teknolojileri sayesinde belediyelerin ihtiyaç duyacakları merkezi veri tabanlarından anlık ve kesintisiz olarak bilgiler çekilmiş ve belediyelerin vatandaşlar ile olan ilişkileri daha sağlam bir zemine oturmaya başlamıştır. 13 Kasım 2017 tarihinde pilot olarak uygulanan proje artık resmî olarak onaylanarak tüm belediyelere yaygınlaştırma çalışmaları başlamıştır. 15 Şubat 2018 tarihinde ise tüm belediyelerin sisteme dâhil olması zorunluluğu getirilmiştir.[181]

Günümüzde MERNİS, TAKBİS, POLNET, UYAP ve SGK gibi çeşitli veri tabanları ile gerekli altyapı bağlantıları e-Belediye aracılığıyla tüm belediyelere verilmeye başlanmıştır. Ayrıca belediye meclis ve encümen kararları, muhasebe, bütçe, emlak vb. gibi toplam 63 adet modül, e-Belediye üzerinden kullanıma açılmıştır. Bankalar ile anlık veri transferi bağlantısı kurularak, vatandaşların vergi ve fatura ödemelerinin yine aynı platform üzerinden gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

4.2.2.6. Sosyal Güvenlik Kurumu Bulut Bilişim Merkezi

Tüm sağlık kurumlarının veri tabanlarının barındırıldığı Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK), Türkiye'de 50 milyondan fazla vatandaşa hizmet sunmaktadır. Bu denli stratejik öneme sahip olan bir kurumun bilgi teknolojileri alanında yaptığı yatırımlar da oldukça önemlidir. Bu kapsamda kurum, 2013 yılında kendi özel kamu bulutunu kurarak altyapısını bulut teknoloji üzerinde barındırmaya başlamıştır.[182]

Var olan 200 adet fiziksel sunucu, yapılan sanallaştırma çalışmaları sonucunda 700 adet sanal sunucunun çalıştığı bulut bir sisteme taşınmıştır. Ayrıca bu bulut ortamın barındığı altyapı, yedekli bir biçimde çalışacak şekilde SGK Kızılay ve

[181] https://www.belediye.gov.tr/hakkimizda (11.12.2020)
[182] https://www.bthaber.com/sgk-bolge-bulut-bilisim-merkezi-olacak/ (11.12.2020)

Mamak merkezlerine kurulmuştur. Geleneksel mimaride yeni sunucu ihtiyaçları 4 ile 8 hafta arasında karşılanabilir durumda iken; sanallaştırma tekniği ve bulut teknoloji sayesinde bu süre 5 ile 15 dakika arasına düşürülmüştür.[183]

SGK bünyesinde kurulan bulut bilişim altyapısında "Hastaneni Seç" mobil uygulaması da çalıştırılmaktadır. SGK çatısı altında bulunan sigortalılara SGK ile anlaşmalı olan tüm kurumların ücret oranları, resimleri, harita üzerindeki konumları, doktor özgeçmiş bilgileri gibi bilgilerin sunulduğu Hastaneni Seç mobil uygulaması ile vatandaşlara mobil teknolojiler üzerinden hizmet verilmesi amaçlanmaktadır.[184]

4.2.2.7. TÜRKSAT

22 Temmuz 2004 tarihinde 5189 sayılı Kanun ile Türk Telekomünikasyon A.Ş.'den ayrılarak kurulan TÜRKSAT, uydu haberleşme hizmetlerinin yürütülmesini amaçlamaktadır.[185] Ayrıca bilişim teknolojileri ile ilgilenen ve bu konuda kamu sektörüne birçok yenilik kazandıran TÜRKSAT, çeşitli e-dönüşüm projeleri de gerçekleştirmektedir.

Kurumsal iç uygulamalarında bulut bilişim teknolojilerini kullanan TÜRKSAT, kamu kurum ve kuruluşlarına da çeşitli bulut bilişim teknolojileri projelerini kazandırmış durumdadır. Bir yönüyle bulut bilişim hizmet sağlayıcısı rolüne de sahip olan kurum; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı için Ulusal Ulaştırma Portalını bulut bilişim teknolojilerini kullanarak geliştirmiştir. İçişleri Bakanlığı Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü için geliştirilen Yerel Bilgi Portalı ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü için geliştirilen Veritabanı Yedeklemesi projesi de

[183] Baki Onur Okutucu, "Bulut Bilişim ve Teknolojileri", *Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2012, s. 76.
[184] Gamze Bayın, Gözde Yeşilaydın, Okan Özkan, "Bulut Bilişimin Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı", *Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 48, 2016, s. 246.
[185] https://www.turksat.com.tr/tr/hakkimizda/uydu-tarihcesi (11.12.2020)

TÜRKSAT'ın bulut bilişim teknolojilerini kamu sektörü adına kullandığı uygulamalar arasındadır.[186]

TÜRKSAT'ın bulut bilişim teknoloji çözümleri için geliştirdiği iki adet ürünü bulunmaktadır. SatCloud ve Dosya Türksat adı verilen bu çözümler, temelde güvenli bulut depolama hizmetlerinin gerçekleştirildiği bir altyapıdır. Dosya Türksat ürününde, internet üzerinden hem masaüstü hem de mobil cihazlar ile ulaşılan güvenli bulut depo alanına kayıt olan kurum ve kuruluşlar, bu bulut üzerinden dosyalarını şifre korumalı bir biçimde bulutta yetkili diğer kişilerle paylaşabilmektedirler.[187] SatCloud uygulamasında kullanıcılara ayrıca sanal veri merkezi tahsis edilmektedir. İzlenebilen ve ihtiyaca göre otomatik olarak büyüyebilen bu sanal veri merkezinde sunucu, ağ, veri tabanı, depolama üniteleri ve işlemci gibi çeşitli kaynaklar yedekli bir şekilde bulut servisler üzerinden kurum ve kuruluşların hizmetine sunulmuştur.[188]

4.2.2.8. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Özel Kamu Bulutu Projesi

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde yürütülmekte olan Coğrafi Bilgi Sistemleri Altyapısının Kurulması ve Geliştirilmesi projesi, bulut bilişim mimarilerinin uygulandığı örnek bir kamu projesidir. Proje kapsamında geliştirilen uygulamalar, SaaS bulut servis modeli ile standart bir yapıda kullanıcıların hizmetine sunulmuş durumdadır. Bu bulut bilişim projesi, ileride kurulması düşünülen Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi ile şimdiden entegre olarak çalışması planlanmış ve ileride oluşabilecek iş yükünün bir kısmı proaktif bir yaklaşımla minimuma indirilmiş durumdadır.[189]

2016 yılı sonunda tamamlanarak yürürlüğe giren proje ile öncelikli olarak Bakanlık bünyesindeki tüm veri merkezleri tek bir yerde toplanmıştır. Bu sayede

[186] M. Özdaş, 2014, s. 88-89.
[187] https://www.satcloud.com.tr/en/dosya-turksat (11.12.2020)
[188] https://www.satcloud.com.tr/en/sanallastirma (11.12.2020)
[189] H. Kılıç, 2017, s. 87.

Bakanlığa ait özel kamu bulutu oluşturulmuş ve bu kamu bulutu gerektiğinde hibrit bulut mimarisine geçerek diğer kamu bulut altyapılarıyla entegre olabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Fiziksel kaynakların bulut mimarisindeki gruplara kolayca paylaştırılarak izolasyonu, bilişim kaynaklarının otomatik ölçeklendirilmesi, entegre şifreleme desteği, geliştirilmiş yedekleme ve geri yükleme gibi özellikler proje kapsamında Bakanlık bünyesine kazandırılmıştır.[190]

Aynı proje kapsamında geliştirilen ve Bakanlıklar arasında bir ilk olma özelliğini taşıyan bir diğer uygulama; Bulut Şehir Dosya Depolama ve Paylaşım Platformu'dur. 2018 yılında hizmete sunulan ve kısa adı "Bulut Şehir" olan bu platform, cihaz bağımsız bir şekilde ister masaüstü isterse de mobil ortamlardan Bakanlık kullanıcılarının veri paylaşabilmesine imkân tanımaktadır.[191] Genel Müdürlükler ve Daire Başkanlıkları gibi çeşitli gruplamaların yapılabildiği bu platform, ortak klasör ve paylaşımlı klasörler oluşturarak, personellerin senkronize bir şekilde aynı dosyalar üzerinde uzak lokasyonlarda çalışabilmelerini sağlamaktadır. İlk etapta her personel için 5 GB kota alanı sağlanan bulut dosya depolama projesinin mobil uygulaması, hem Google Play Store hem de App Store çevrim içi uygulama mağazalarında bulunmaktadır.[192]

4.2.2.9. HAVELSAN Bulut Bilişim Platformu

1982 yılında Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfının bir şirketi olarak kurulan HAVELSAN A.Ş. (Hava Elektronik Sanayii A.Ş.), bulut bilişim teknolojileri konusunda yaşanan gelişmelere paralel olarak kendi bulut bilişim platformunu kurmuştur. Başka kamu kurum ve kuruluşlarının bulut altyapılarını sağlamak üzere kendi bulut bilişim platformunu sunan HAVELSAN, bu yönüyle yerli ve millî bulut bilişim hizmet sağlayıcısı rolünü de üstlenmiştir.

[190] a.g.t., s. 88.
[191] https://bulutsehir.csb.gov.tr/ (11.12.2020)
[192] https://yalova.csb.gov.tr/bulut-sehir-uygulamasi-devreye-girmistir-haber-232578 (11.12.2020)

HAVELSAN Yönetim Kurulu Başkanvekili Mustafa Şenol 2020 yılının Ocak ayında yaptığı bir açıklamada, *"HAVELSAN'ın Bulut Bilişim Sistemi siber güvenliğin en üst seviyesinde hizmet sağlayacak. Sistemin en önemli özelliği, azami yerli ve millî olanaklarla, son teknoloji, düşük maliyet, kesintisiz erişim, esnek ve güvenli olmasıdır."* demiştir.[193] HAVELSAN kurduğu bulut bilişim altyapısını ilk olarak 2020 yılının başlarında ASPİLSAN Enerji A.Ş.'nin (Askeri Pil Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi) merkez ve temsilcilikleri arasında gerçekleştirilen veri transferi projesinde kullanmıştır. ASPİLSAN Enerji A.Ş., 21 Mayıs 1981 tarihinde Kayseri merkezli olarak kurulan ve hisselerinin yüzde 98'inin Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfına ait olduğu bir şirkettir.[194]

Şirketin Kayseri ili merkez olmak üzere Ankara ve İstanbul illerinde de iki adet temsilciliği bulunmaktadır. Merkez ile temsilcilikler arasındaki veri ve dosya paylaşımı, ortak bir veri tabanı eksikliğinden dolayı idari yük getiren işlemler zincirine sebep oluyordu. Şirket, HAVELSAN Bulut Bilişim Platformu sayesinde üç veri merkezi arasında mekândan bağımsız olarak istenilen yerden dosya ve yazılım uygulamalarına erişim imkânına sahip olmuştur.

HAVELSAN, kurduğu bu bulut bilişim platformunu hem diğer savunma sanayii firmaları hem de kamu kurum ve kuruluşlarına yaygınlaştırmayı planlamaktadır. Yerli ve millî bir çözüm olması da bulut bilişim mimarisine geçmek isteyen kamu kurumlarının ilgisini çekmektedir. Bilindiği üzere 6 Temmuz 2019 tarihinde Cumhurbaşkanlığı tarafından Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Bilgi ve İletişim Güvenliği Tedbirleri Genelgesi'nin 3. Maddesinde *"Kamu kurum ve kuruluşlarına ait veriler, kurumların kendi özel sistemleri veya kurum kontrolündeki yerli hizmet sağlayıcılar hariç bulut depolama hizmetlerinde saklanmayacaktır."* denilmektedir.[195] Bu madde gereği kamu kurum ve kuruluşları eğer sistemlerini kendi özel bulutlarında barındırmak isterse yerli ve millî çözümler ile

[193] https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/aspilsan-havelsanin-bulut-bilisim-sistemine-gecti/1718249 (12.12.2020)
[194] https://www.aspilsan.com/icerik.asp?id=43 (12.12.2020)
[195] Bilgi ve İletişim Güvenliği Tedbirleri Hakkında Genelge, RG: 06.07.2019, 30823.

yola devam etmek zorunda kalmışlardır. Bu durum da HAVELSAN gibi yerli ve millî bulut teknolojileri çözümlerini bünyelerinde barındıran firmalar açısından avantajlı bir durum hâline gelmiştir.

4.2.2.10. Telekomünikasyon Şirketleri Bulut Hizmetleri

Ülkemizde hizmet vermekte olan Türk Telekom ve Turkcell, her ne kadar kamu sektörü kurumu olmasa da kamuya hizmet vermekte olan büyük telekomünikasyon şirketlerindendir. Turkcell'in bulut teknoloji servisi Turkcell Çoklu Bulut platformu, kullandığın kadar öde servisli bir bulut veri merkezidir. Ayrıca bu platform kapsamında eğer kurumların bulut bilişim ile ilgilenebilecek bir BT personeli bulunmuyorsa, Turkcell danışmanlık hizmeti de vermektedir. Sanal sunucu, sanal veri merkezi, sanal sunucu iş sürekliliği, sanal güvenlik servisleri gibi çeşitli bulut hizmetlerinin verildiği Çoklu Bulut platformu, Microsoft ile iş birliği kapsamında yürütülen bir projedir. Turkcell tarafından "Türkiye'nin Yerli ve Milli E-postası" olarak tanıtılan YaaniMail adlı e-posta servisi de bulut teknoloji altyapısı ile entegre olarak çalışmaktadır. Aynı zamanda bu e-posta servisi Turkcell'in bulut depolama servisi olan Lifebox ile uyumlu bir şekilde çalışabilmektedir.[196]

Ülkemizin en büyük telekomünikasyon şirketi olan Türk Telekom A.Ş., bulut depolama çözümleri olan BuluTT Depo, Netdisk, Belbil, Bulut Göz, Bulut Ölçüm ve Bulut Exchange hizmetlerini 2011 yılından itibaren çeşitli dönemlerde kişi ve kurumların hizmetine sunmuş ancak 2019 yılı itibariyle tüm bu bulut servislerine yeni üye alımlarını kapatmıştır. Tüm bulut depolama servislerini 2019 yılının başında Dijital Depo adlı yeni bir ürüne taşıyan Türk Telekom, isteyen kullanıcıların akıllı telefonlarındaki verilerinin otomatik olarak buluta yedeklenmesini sağlamaktadır.[197]

[196] https://www.turkcell.com.tr/kurumsal/kurumsal-cozumler/turkcell-coklu-bulut (12.12.2020)
[197] https://medya.turktelekom.com.tr/yeni-bulut-servisi-dijital-depo/ (12.12.2020)

İngiltere merkezli olan ülkemizin üçüncü büyük telekomünikasyon firması Vodafone, bulut bilişim konusunda hem dünyada hem de ülkemizde çeşitli iş birlikleri ile projeler geliştirmektedir. Bankacılık sektöründe ülkemizde 1938 yılından beri faaliyetleri bulunan Denizbank, telefon bankacılığını bulut ortama Vodafone Türkiye ile yaptığı bir proje anlaşması kapsamında taşımıştır. 2019 yılının Mart ayından itibaren koronavirüs salgını kapsamında çalışanlarını uzaktan çalışma yöntemiyle istihdam eden Denizbank, "Vodafone Business Bulut Santral Çözümü" adlı projeyi bünyelerine kazandırmıştır. 3500 çalışanının müşterilerle olan telefon iletişimini ve çağrı merkezi operasyonlarını bulut ortama taşıyan Denizbank, bankacılık alanında bir ilk olmuştur.[198]

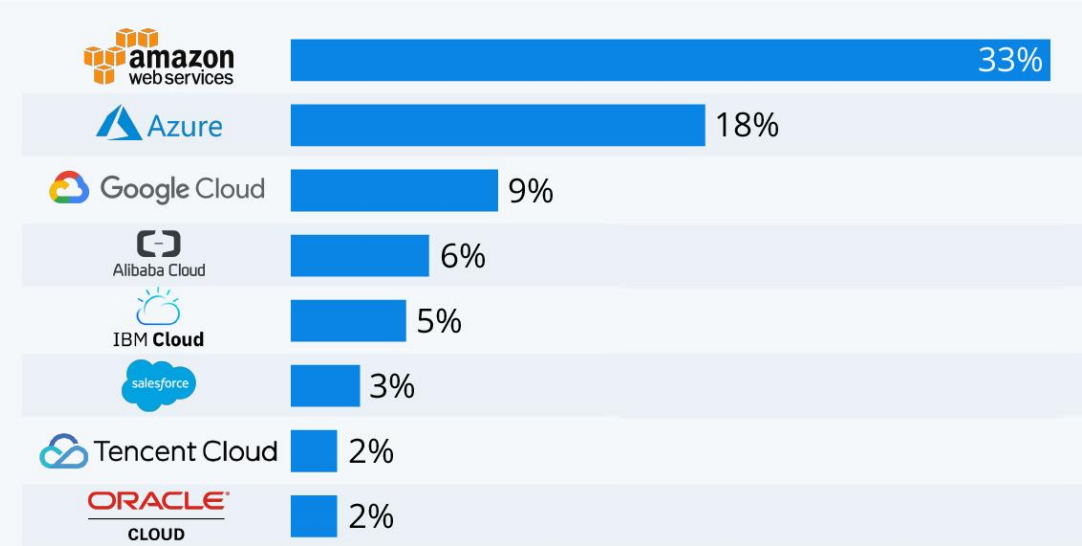
4.3. DÜNYA ÇAPINDA HİZMET VEREN BULUT BİLİŞİM HİZMET SAĞLAYICILARI

Ülkemizdeki kamu kurum ve kuruluşları 6 Temmuz 2019'da yürürlüğe giren Bilgi ve İletişim Güvenliği Tedbirleri Hakkında Genelge gereği yalnızca yurtiçinde faaliyet gösteren bulut bilişim hizmet sağlayıcılarından bulut bilişim hizmetlerini alabilecek olsa da dünya çapındaki en başarılı bulut bilişim hizmet sağlayıcıları bu bölümde tanıtılacaktır. Yurtdışındaki başarılı firmaların izledikleri yollar ve sahip oldukları teknolojik özellikler daha iyi kavrandıkça, yerli ve millî hizmet sağlayıcılarımız da kendilerini bu yönde daha iyi geliştirebileceklerdir.

Pazar ve tüketici verilerinde uzmanlaşmış Alman istatistik firması Statista'nın 2020 yılının ikinci çeyreği kapsamında yaptığı bir araştırmaya göre; dünyada bulut bilişim hizmet sağlayıcıları arasında pazar payı en geniş firma Amazon Web Services (AWS) olmuştur. Şekil 4.5'te görülebileceği üzere AWS'yi sırasıyla; Microsoft Azure, Google Cloud, Alibaba Cloud, IBM Cloud, Salesforce, Tencent Cloud ve Oracle Cloud takip etmiştir. Statista'nın verdiği diğer bilgilere göre, yalnızca 2020'nin ikinci çeyreğinde küresel bulut altyapısı hizmet gelirleri 30 milyar Dolar ve son 12 ayın

[198] http://medyamerkezi.vodafone.com.tr/basin-bultenleri/denizbank-vodafone-bulut-santral-ile-evden-calismaya-gecisi-hizlandirdi (12.12.2020)

toplam gelirleri ise 111 milyar Dolar olmuştur. Bu rakamların geçmiş yıllara göre 2020 yılında artış göstermesinin temel sebebi ise küresel olarak yaşanan pandemi koşulları ve buna bağlı olarak şirketlerin uzaktan çalışma metotları gösterilmektedir.



Şekil 4.5 Bulut Bilişim Hizmet Sağlayıcılarının Pazar Payı Karşılaştırması[199]

4.3.1. Amazon Web Services (AWS)

1994 yılında Jeff Bezos tarafından kurulan Amazon, yıllar içerisinde elektronik ticaret sektöründe dünya devi bir marka olmayı başarmıştır. Bilişim sektöründe de çeşitli ürün ve projeler üreten Amazon, bulut bilişim teknolojilerine 2006 yılında Amazon Web Services (AWS) adıyla girmiştir. Günümüzde 190 ülkede yüzbinlerce kuruluşun bulut bilişim platformunu kuran AWS, aynı zamanda dünyanın en büyük bulut bilişim hizmet sağlayıcısı konumundadır.[200] AWS bünyesinde çeşitli bulut bilişim çözümleri yer almaktadır. Bunlar; Amazon Elastic Compute Cloud, Amazon Simple e-Mail Service, Amazon Simple Storage Service ve Amazon Virtual Private Cloud olarak sıralanmaktadır.

[199] https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/ (13.12.2020)
[200] https://aws.amazon.com/tr/about-aws/ (13.12.2020)

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), bulut ortamda kullanıcılarına sanal sunucular sunarak uygulama sunucuları çalıştırılmasını sağlar. Kullandığın kadar öde ücretlendirme yöntemiyle çalışan EC2; işlemci, depolama, ağ ve hafıza kapasitelerinin kullanıcılara tahsisinde elastik bir şekilde konfigüre edilebilmektedir. Güvenli oturum için kullanıcılara genel ve özel anahtar çifti sunar. Geçici hafızadaki bilgilerin ani bir oturum kapanması sonucu kaybolmaması için kalıcı bir şekilde Amazon Elastic Block Store[201] birimleri ile kaydedilmesini sağlar. Şu an için 400 Gbps Ethernet ağına sahip dünyadaki tek bulut hizmet sağlayıcı olan AWS, grafik iş yükleri için güçlü GPU[202] bulut sunuculara sahiptir. Uygulama geliştiricilere yönelik tasarlanan bu ürün, internet tarayıcıları üzerinden basit bir arayüz sayesinde yönetilebilmektedir.[203]

Amazon Simple e-Mail Service (SES), kullandığın kadar öde ücretlendirme yöntemiyle çalışan bulut e-posta hizmetidir. Büyük ölçekli kurum ve kuruluşların e-posta sistemlerini bulut ortamda kurabilen bu ürün ile karmaşık sunucu ve ağ yapılandırması işlemleri Amazon bünyesinde gerçekleştirilmektedir.[204] Amazon Simple Storage Service (S3), bulut depolama hizmeti sunan bir üründür. Kullandığın depolama alanı kadar ücretlendirme sunan bu hizmet ayrıca yedekleme, kurtarma, arşivleme, içerik dağıtım ve büyük veri analizi gibi özelliklere de sahiptir.[205] Amazon Virtual Private Cloud (VPC), Amazon'un sanal özel ağ hizmeti olarak da bilinen bir özel bulut hizmetidir. Kullanıcıların Amazon web servislerinden izole edilmiş ve sanal ağ olarak tanımlanan bir yerden tüm AWS hizmetlerini başlatabildikleri bir çözümdür. Alt ağlar ve ağ geçitleri oluşturabilmek, yönlendirme protokolleri yazabilmek, çeşitli ağ konfigürasyonları oluşturabilmek ve çeşitli birimler arasında VPN[206] bağlantıları oluşturabilmek bu ürünün özellikleri arasında yer almaktadır.[207]

[201] Amazon EC2 bulut sunuculara bağlanılmasına imkan tanıyan yüksek performanslı SSD destekli bir blok depolama hizmetidir.
[202] Graphics Process Unit (GPU): Grafik İşleme Ünitesi. Kişisel bilgisayarlarda, iş istasyonları ve oyun konsollarında grafik yaratımı için kullanılan grafik işlemcileridir.
[203] https://aws.amazon.com/tr/ec2/ (13.12.2020)
[204] https://aws.amazon.com/tr/ses/ (13.12.2020)
[205] https://aws.amazon.com/tr/s3/ (13.12.2020)
[206] Virtual Private Network (VPN): Sanal Özel Ağ. Uzaktan erişim yoluyla farklı ağlara bağlanmayı sağlayan internet teknolojisidir.
[207] https://aws.amazon.com/tr/vpc/ (13.12.2020)

4.3.2. Microsoft Azure

1975 yılında Bill Gates ve Paul Gardner Allen tarafından kurulan ABD merkezli Microsoft; bilgisayar yazılımları, işletim sistemleri, kişisel bilgisayarlar ve çeşitli bilişim hizmetleri lisansları üreten uluslararası bir firmadır. Firmanın en çok bilinen yazılımları; Windows ve MS-DOS işletim sistemi, Microsoft Office paketi, Bing arama motoru, Internet Explorer ve Edge internet tarayıcılarıdır. Ayrıca Xbox video oyun konsolu ve Microsoft Surface dokunmatik ekranlı kişisel bilgisayarı da firmanın ürettiği donanım ürünleri arasındadır.[208] Firma yaşanan teknolojik gelişmeleri yakından takip etmiş ve sonuç olarak bulut bilişim teknolojilerine de kayıtsız kalmayarak Windows Azure adlı bulut bilişim hizmetini 2010 yılında kullanıma sunmuştur. Bu hizmetin adı 2014 yılında Microsoft Azure olarak değiştirilmiştir.[209]

Windows Server işletim sisteminin bulut ortamda özelleşmiş bir hâli olan Azure; veri tabanı, uygulama geliştirme ve depolama araçlarını içermektedir. Bulut bilişim servis modelleri arasında PaaS (Servis Olarak Platform) ve IaaS (Servis Olarak Altyapı) kullanan Azure, Amazon Web Services (AWS)'in tüm avantajlarına sahip bir platformdur. Azure; uygulama geliştiricilere sunucu ve veri merkezlerine erişim için gerekli tüm yetkilerin verilmesi, esnek mimari, buluta aktarım hızlarının yüksekliği, buluttaki uygulama geliştirme araçlarının güncelliğinin sıkı bir şekilde takip edilmesi, sunucuların otomatik güncelleştirilmesi ve veri tabanı taşıma işlemlerinin kullanıcılara zorluk çıkarmaması gibi çeşitli kolaylıklar sağlamaktadır. Platform ayrıca işletim sistemi, programlama dili, veri tabanı dili ve programlama aracı gibi teknik konularda platform bağımsız bir şekilde uygulama geliştiricilere destek vermektedir.[210]

Microsoft'un Azure platformunda bağımsız olarak geliştirip kullanıcıların hizmetine sunduğu bir başka bulut depolama platformu da bulunmaktadır. Microsoft OneDrive adı verilen bu bulut depolama hizmeti 2007 yılından beri kullanımdadır. En

[208] https://news.microsoft.com/about/ (13.12.2020)
[209] https://azurecloudblog.com/index.php/azure/history-of-azure/ (13.12.2020)
[210] https://azure.microsoft.com/ (13.12.2020)

başta Windows Live SkyDrive olarak tanıtılan bu servis, çeşitli telif hakkı davalarından dolayı 2014 yılında bugünkü adını almıştır.[211] Kullanıcıların Microsoft hesaplarıyla internet erişimine sahip herhangi bir cihazları üzerinden kendi bulut depolarına ulaşabildikleri ve dosya saklayıp paylaşabildikleri bu hizmet belli bir kotaya kadar (2020 yılı için 5 GB) ücretsiz olarak sunulmaktadır.[212]

4.3.3. Google Cloud

1998 yılında Larry Page ve Sergey Brin tarafından ABD merkezli olarak kurulan Google, internet arama motoru olarak kurulmuştur. [213] Şirketin Android mobil işletim sistemi, satın aldığı YouTube video izleme platformu, AdWords reklam programı, Gmail e-posta servisi, Google Maps navigasyon servisi ve Chrome internet tarayıcısı dünya çapında milyonlarca kullanıcıya sahip olan en popüler ürün ve uygulamalarıdır.[214] Firma, bulut bilişim platformu olarak Google Cloud adı altında bir dizi uygulamayı kullanıcılarının hizmetine 2008 yılında sunmuştur. Geçtiğimiz 12 yıl süresince Google, bulut platformu çatısı altında yapay zeka, API yönetimi, veri analizi, veri tabanları, uygulama geliştirici araçları, sağlık hizmetleri, nesnelerin interneti, oyun, ağ iletişimi, güvenli kimlik ve veri depolama kategorilerinde 100'den fazla bulut bilişim ürün ve uygulamasını bünyesinde barındırmayı başarmış durumdadır.[215]

Google'ın Drive ve Docs adını verdiği iki bulut uygulaması kullanıcılar tarafından oldukça sık kullanılan hizmetlerdir. Çevrim içi dosya depolama ve paylaşma servisini bulut bilişim teknolojileri üzerinden sunan Drive hizmeti, farklı kullanıcıların aynı anda grup olarak çalışmalarına imkân vermektedir.[216] Aynı şekilde Google Docs hizmetiyle de belge, slayt veya tablo gibi herhangi bir ofis dokümanı

[211] https://www.cnet.com/news/microsoft-ditches-skydrive-for-onedrive-after-bskyb-dispute/ (13.12.2020)
[212] https://www.microsoft.com/tr-tr/microsoft-365/onedrive/online-cloud-storage (13.12.2020)
[213] https://about.google/our-story/ (13.12.2020)
[214] https://about.google/intl/ALL_tr/products/ (13.12.2020)
[215] https://cloud.google.com/products/ (13.12.2020)
[216] https://www.google.com/drive/ (13.12.2020)

çevrim içi olarak saklanabilmekte ve bulut ortamda paylaşımlı bir şekilde ortak çalışma grupları ile işlenebilmektedir.[217]

4.3.4. Alibaba Cloud

1999 yılında Çin merkezli olarak kurulan ve kısa sürede e-ticaret sektöründe dev bir marka hâline gelmeyi başaran Alibaba Group, bulut bilişim sektörüne 2009 yılında girmiştir. ALIYUN marka ismi ile hizmetlerini sunmaya başlayan ve 2017 yılında Alibaba Cloud ismini alan bulut bilişim platformu, günümüzde Asya-Pasifik bölgesinde birinci, dünyada ise dördüncü en büyük firma konumundadır. 2015 yılında Alibaba Group tarafından 1 milyar Dolarlık yatırım alan bulut platformu, yüzden fazla bulut servisi ve 67 bölge veri merkezi ile 200 ülkede faaliyetlerini sürdürmektedir.[218]

2018 yılında ülkemize çeşitli iş ortaklıkları ile gelen Alibaba Cloud, rakipleri gibi yük dengeleme, içerik dağıtım, bulut depolama, sanal özel bulut, veri tabanı, güvenlik, iş zekâsı çözümleri, büyük veri analitiği, video ve ses çözümleri, bulut mesajlaşma, nesnelerin interneti alanlarında hizmet vermektedir.[219]

[217] https://www.google.com/docs/about/ (13.12.2020)
[218] https://www.alibabacloud.com/about (14.12.2020)
[219] https://www.cozumpark.com/alibaba-cloud-nedir/ (14.12.2020)

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULUT BİLİŞİMDE SİBER TEHDİTLER VE SİBER GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Bilişim sistemlerinde her geçen gün kullanıcıların karşı karşıya kaldığı siber tehditler artmaktadır. Hem geleneksel mimari hem de bulut bilişim mimarisi için bu siber tehditlerin çeşitlerinin artmasından dolayı güçlendirilmiş siber güvenlik mekanizmaları sayesinde veri ihlallerinin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Geleneksel mimaride kullanılan güvenlik duvarları, saldırı tespit sistemleri, anti virüs çözümleri ve veri şifreleme yöntemleri, bulut bilişimin güvenlik mekanizmaları kapsamında da bulunmaktadır. Bulut güvenliğinin sağlanması sayesinde kullanıcıların bulutta bulundurdukları veriler, üçüncü kişilerin erişimine açılmadan gizlilik ve güvenlik içerisinde depolanabilmektedir. Bahsi geçen gizlilik ve güvenliğin sağlanabilmesi; yerel kaynaklarında verileri bulundurmayan kullanıcılar için geleneksel sistemlere nazaran daha fazla önem arz etmektedir. Bu bölümde bulut bilişimde karşılaşılan çeşitli siber güvenlik ihlalleri ile bu ihlallere karşı kullanılabilecek siber güvenlik çözümlerine yer verilecektir.

5.1. BULUT BİLİŞİMDEKİ SİBER TEHDİTLER

Bu tez kapsamında daha önceden detaylı bir şekilde açıklandığı üzere, bulut bilişimdeki riskler siber tehditlerin artması ile doğru orantılı bir şekilde çoğalmaktadır. Kullanıcıların bulut bilişime dair şüphelerinin en başında bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının sunduğu servislerin güvenilirliği konusu gelmektedir. Genel manada bulut mimarilerdeki siber tehditler ve siber saldırılar; kimlik doğrulama saldırıları, ara bellek aşımı saldırıları, kötücül yazılım saldırıları, dağıtık hizmet engelleme saldırıları,

API üzerinden gelen saldırılar, SQL Injection (SQL Enjeksiyonu) saldırıları ve içeriden gelen saldırılar olarak sıralanabilir.

5.1.1. Kimlik Doğrulama Saldırıları

Kullanıcı kimliği güvenliği; her kimliği düzgün bir şekilde doğrulamak, uygun izinlerle yetkilendirmek ve bu kimliğin ayrıcalıklı varlıklara erişmesini sağlamaktır.[220] Dolayısıyla uçtan uça kullanıcı kimliği güvenliği, bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının kullanıcılarına sunduğu ana güvenlik çözümleri arasında yer almak zorundadır.

Kullanıcı kimliği kendi içerisinde kimlik doğrulama ve kimlik yetkilendirme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kimlik doğrulama ve kimlik yetkilendirme işlemleri için bulut bilişim mimarisinde geleneksel modele göre daha güçlü üçüncü parti uygulamaları kullanılmalıdır. Özellikle kimlik doğrulama mekanizmaları, siber saldırganlar tarafından hedeflenen bulut bilişim hizmetlerinde genellikle zayıf nokta olarak görülmektedir. Kimlik doğrulama saldırıları için siber saldırganlar genellikle brute force (kaba kuvvet), cookie replay (çerez tekrarlama), sözlük ve oltalama tekniklerini kullanmaktadır.

5.1.2. Ara Bellek Aşımı Saldırıları

Bilgisayar ve sunucularda yapılan işlemler doğrudan depolama birimlerine yazılmamaktadırlar. İşlemler bellek üzerinde ileride topluca yazılmayı beklenen geçici bir konumda bekletilmektedir. Bu alana ara bellek adı verilmektedir. Ara bellekler belirli ve sınırlı bir depolama alanına sahiptirler. Kötü niyetli siber saldırganlar çeşitli yazılımsal hataları kullanıp ara bellek bölgesine haddinden fazla büyüklükte bilgi yükleyerek ara belleğin taşmasına sebep olmaktadırlar. Bu ara bellekten taşan kısımlar doğrudan çalıştırılabilir bilgiler olmaktadır. Saldırganlar taşan kısımlara çalıştırılabilir kod parçaları koyarak sistemi kendi amaçları için kullanılabilir hâle getirmektedirler.

[220] https://www.cyberark.com/what-is/identity-security/ (14.06.2021)

Bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının kullanıcılarına sunduğu hizmetler genellikle yazılımsal tabanlı ve internet tarayıcılar üzerinden olmaktadır. Bu yazılımların ara belleklerine bahsi geçen ara bellek aşımı saldırıları düzenlenmesi kullanıcılar açısından ciddi bir siber saldırı tehlikesi doğurmaktadır. Bu saldırıların hizmet sağlayıcılar tarafından fark edilebilmesi için sahip olunan tüm sunucularda ara belleklerin anlık olarak takip edilmesi ve raporlanması önem arz etmektedir. Ara bellek aşımının söz konusu olduğu durumlarda üretilen alarmlar sonucu, hizmet sağlayıcı tarafındaki bilişim personellerinin hem kullanıcıyı bilgilendirmesi hem de yapılan işlemleri takip etmesi gerekmektedir. Eğer saldırganlar tarafından yapılan bir işlem olduğu fark edilirse, sunucuların ara bellek miktarlarının anlık olarak artırılarak taşan bilgilerin en aza indirgenmesi gerekmektedir.

5.1.3. Kötücül Yazılım Saldırıları

Kötücül yazılımlar; bulaştığı bir bilgisayar sisteminde ve ağ üzerindeki diğer makinelerde zarara yol açmak veya çalışmalarını aksatmak amacıyla hazırlanmış istenmeyen yazılımların genel adıdır.[221] Kötücül yazılımlar, kullanıcıların haberi olmaksızın sistemlere yetkisiz bir biçimde bulaşmaktadır. 1990'lı yıllarda sadece virüs olarak bahsedilen bu kötücül yazılımların günümüzde; solucan, truva atı, casus yazılım, arka kapı, spam (mesaj sağanağı), keylogger (klavye dinleme yazılımları), rootkit (kök kullanıcı takımları), adware (reklam yazılımı), ransomware (fidye yazılımları), botnet (zombi yazılımlar) gibi çeşitli türleri de bulunmaktadır.

Bulut bilişim kapsamında kötücül yazılım saldırılarına bakıldığında; öncelikle saldırganlar bahsi geçen kötücül yazılımları bulut sisteminde yer alan SaaS ve PaaS sunucularına eklemeyi denemektedirler. Ayrıca müşteriler IaaS bulut bilişim servis modelini kullanıyorsa, saldırganlar burada yer alan sanal sunuculara kötü niyetli olarak hazırlamış oldukları yazılımları entegre etmektedirler. Bu ataklar sistemin gizlice dinlenmesine ve bu sayede çeşitli işlevlerin engellenmesine neden olmaktadırlar.

[221] Gürol Canbek, Şeref Sağıroğlu, "Kötücül ve Casus Yazılımlar: Kapsamlı Bir Araştırma", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt: 22, No: 1, 2007, s. 122.

5.1.4. Dağıtık Hizmet Engelleme Saldırıları

Hizmet engelleme saldırıları (DoS – Denial of Service), bir kaynağa başka bir kaynaktan çok sayıda istek gönderilmesi aracılığıyla kaynağın kapasite sınırlarının aşılması ve hizmetlerinin engellenmesi anlamına gelmektedir. Dağıtık hizmet engelleme saldırıları (DDoS – Distributed Denial of Service) ise bir kaynağa birden çok kaynak tarafından istek gönderilmesi yoluyla yapılan saldırılardır. Bu tür saldırılar, bir kuruluşun sunucularının herhangi bir ağ kaynağı için geçerli olan belirli kapasite sınırlarından faydalanmaktadır.[222]

Ağ kaynaklarının eş zamanlı olarak kullanıcılara hizmet verebileceği isteklerin sayısı doğal olarak sınırlı bir kapasitede bulunmaktadır. Aynı zamanda sunucuları internete ve dış dünyaya bağlayan ağ kanallarının da belirli ve sınırlı bir bant genişliği bulunmaktadır. Eğer saldırganlar bu sunuculardaki bulunan herhangi bir bilişim bileşenin kapasitesinden çok daha fazla miktarda istek sayısında bulunursa, sunucuların bu isteklere cevap verebilme hızı oldukça düşer. Hatta zamanla bu yavaşlık tamamen durma noktasına gelerek sunucuların çalışma hızını sıfıra düşürür.

Günümüzde dağıtık hizmet engelleme saldırıları Botnet adı verilen zombi ağları sayesinde gerçekleştirilmektedir. Siber saldırganlar bir kaynağa doğru binlerce hatta milyonlarca isteği oluşturabilmek için ellerinde önceden virüs yaydıkları bilgisayarlardan oluşan bir zombi ağı bulundururlar. Bu ağda yer alan bilgisayarlardan aynı anda tek bir kaynağa doğru yapılan istekler de bahsi geçen dağıtık hizmet engelleme saldırılarını meydana getirmektedir.

Bulut bilişim gibi aynı anda binlerce kullanıcıya hizmet veren bir mimaride bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının bu tarz bir saldırı ile karşılaşmaları tüm müşterilerinin işlemlerinin aksamasına sebep olmaktadır. Bu saldırılar veri veya bilgi sızıntısı oluşturmazlar ancak hizmetlere cevap verilememesi sebebiyle hizmet sağlayıcılar açısından prestij kaybına neden olmaktadırlar. Bulut bilişim hizmet

[222] https://www.kaspersky.com.tr/resource-center/threats/ddos-attacks (14.06.2021)

sağlayıcılarının kullanıcıları ile yaptıkları hizmet seviyesi anlaşmaları sebebiyle müşterilerine yüklü miktarlarda cezai tazminatlar ödemesi de bu saldırıların maddi etkilerini oluşturmaktadır. Bu saldırıların sürekli devam etmesi ise kullanıcıların bulut bilişim hizmet sağlayıcılarını değiştirmesine kadar varabilmektedir.

5.1.5. API Üzerinden Gelen Saldırılar

Bu tez kapsamında "Bulut Bilişimin Gelişiminde Rol Oynayan Teknolojiler" bölümünde API kavramından bahsedilmiştir. API (Uygulama Programlama Arayüzü), bulut bilişim mimarisinde siber saldırganların kullanıcı verilerini çalabilmeleri için yapacakları saldırıların en uygun hedeflerinden birini oluşturmaktadır. API sayesinde kullanıcılar bulut bilişim mimarilerine ve sahip oldukları sunucular ile altyapı bileşenlerine tek bir kapı aracılığıyla giriş yapabilmektedirler. Bu da saldırganların kapıyı ele geçirerek kendi açılarından başarıya ulaşmaları için iştah artırıcı bir durum teşkil etmektedir.

API kodlarına erişerek onları kendi kötü niyetleri için kullanabilen saldırganlar, öncelikle sistemden çeşitli günlük kayıtlarını çalabilmektedirler. Ardından veri tabanı dâhil tüm depolama birimlerine erişim sağlayabilirler. Ayrıca API sayesinde mobil platformlara da sızabilen saldırganlar, arka tarafta yer alan tüm internet hizmeti ve servislerini ele geçirebilirler.

5.1.6. SQL Injection (SQL Enjeksiyonu) Saldırıları

Bir veri tabanı sorgu dili olan SQL'e dayalı olan bu saldırı türü, uygulamaların yazılımları içerisindeki güvenlik açığından faydalanmaktadır.[223] Bu saldırı sayesinde kötü niyetli saldırganlar internet sitelerinde yer alan kullanıcı bilgilerini çalabilir,

[223] https://tr.wikipedia.org/wiki/SQL_Injection (14.06.2021)

değiştirebilir, yetkisini yükseltebilir ve hatta tüm veri tabanını silerek internet sitesini kullanılamaz hâle getirebilir.

Bulut bilişim mimarisinde de SQL veri tabanı sıklıkla kullanılmaktadır. Hizmet sağlayıcıların kendi veri tabanı mimarilerindeki SQL açıklıklarını düzenli olarak gözden geçirmeleri bu tarz saldırılardan korunmaları amacıyla önem arz etmektedir. Bu açıklıkları otomatik olarak tarayan çeşitli üçüncü parti yazılımlar bulunmaktadır. Bu araçlar sayesinde hizmet sağlayıcı tarafındaki bilişim personelleri, SQL Injection saldırılarına karşı sistemlerini korunaklı hâle getirebilmektedirler.

5.1.7. İçeriden Gelen Saldırılar

Siber saldırılara bakıldığı zaman genellikle dışarı yönden içeriye doğru bir trafiğe sahip olan saldırılar dikkat çekmektedir. Ancak saldırganlar dışarıdan bir tahribat oluşturamayacaklarını anladıkları zaman hizmet sağlayıcının içerisinde bir çalışan bularak onu kötü niyetlerine alet etmeye çalışmaktadırlar. Bu durum aslında bir nevi sosyal mühendislik denen bir saldırı türüne benzemektedir. İçeriden gelen saldırılar; hizmet sağlayıcıda çalışan personel ve üçüncü parti sağlayıcıda çalışan personel olarak iki farklı kategoride incelenebilmektedir. Her iki durumda da bulut bilişim hizmet sağlayıcıları kendileri için çalışan personellerin günlük kayıtlarını dikkatle incelemeli, yetkisiz erişim talebinde bulunanların trafiklerini analiz etmeli ve gerekli cezai durumları uygulayarak müşterilerini içeriden gelen siber saldırılara karşı korunaklı hâle getirmelidir.

5.2. BULUT BİLİŞİM KAPSAMINDA ALINABİLECEK SİBER GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Geleneksel mimaride kullanılan siber güvenlik çözümleri ve önlemleri aynı şekilde bulut bilişim mimarisinde de kullanılmaktadır. Ancak bulut bilişim daha dağıtık bir mimariye sahip olduğu için alınacak olan güvenlik önlemlerinin de daha

sıkı kurallarla takibi önem arz etmektedir. Ayrıca bulut bilişimde verinin sahipliği yerel kaynaklarda bulunmadığından veriyi koruma amaçlı gelişmiş şifreleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu bölümde bulut bilişim kapsamında veri ihlali olaylarına karşılık kullanılabilecek saldırı tespit sistemleri, saldırı önleme sistemleri ve veri şifreleme yöntemlerinden bahsedilecektir.

5.2.1. Saldırı Tespit Sistemleri

Saldırı tespit sistemleri, sunucu veya ağlara karşı yapılan kötü niyetli saldırıları izlemeye yarayan güvenlik mekanizmalarına denilmektedir. Bir verinin bütünlüğünü, gizliliğini ve erişilebilirliğini engellemeye yönelik tüm girişimler bu sistemler sayesinde tespit edilebilmektedir. Saldırı tespit sistemleri algılayıcı, monitör ve merkezi motor olmak üzere üç adet ana bileşenden meydana gelmektedir. Algılayıcılar, sunucular üzerine kurulurlar ve sunucu üzerinde meydana gelen değişiklikleri takip ederek güvenlik olaylarını oluştururlar. Monitör bileşeni, algılayıcı tarafından oluşturulan güvenlik olaylarını izlemektedir. Aynı zamanda algılayıcıların açık veya kapalı olma durumlarını kontrol eden bir bileşendir. Merkezi motor ise güvenlik olaylarının merkezi veri tabanına kaydedilmesinden ve gerekli uyarıların bildirilmesi amacıyla kurallar setinin oluşturulmasından sorumludur.[224] Saldırı tespit sistemleri sunucu tabanlı ve ağ tabanlı olmak üzere iki farklı kategoride incelenmektedir.

5.2.1.1. Sunucu Tabanlı Saldırı Tespit Sistemleri

Bu saldırı tespit sistemi önemli sunucular üzerindeki kritik seviyede bulunan verileri korumak amacıyla kullanılmaktadır. Korunması istenen sunucular içerisine ajan programlar yerleştirilmek suretiyle sunucudaki tüm trafik kayıt altına alınmaktadır. Bulut bilişim mimarisinde hizmet sağlayıcı tarafında yer alan fiziksel

[224] Fatma Didem Öğretmen, "Güvenli Bulut Bilişim Sistemi İçin Saldırı Tespit Sistemi Kullanımı", *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2015, s. 31.

sunuculara ve bunların içerisinde yer alan sanal sunuculara kurulan bu saldırı tespit sistemi türü ile kullanıcının tüm trafiği izlenebilmektedir. Sunucuya ajan kurulduğu zaman sunucu içerisindeki tüm nesnelerin öznitelikleri (boyut, kullanıcı izinleri, değiştirme tarihi, oluşturma tarihi vb.) dâhilî veri tabanına kaydedilmektedir.

Sunucuda anormal bir trafik veya beklenmeyen bir istek olduğunda hizmet sağlayıcı anında sunucuyu karantinayı alarak trafiği durdurabilmekte ve zararlı bir yazılım yüklenerek veri ihlalinin gerçekleşmesine engel olabilmektedir. Aynı zamanda kullanıcı da bu anormal trafik ve isteklerden çeşitli alarm araçlarıyla haberdar edilmektedir.

5.2.1.2. Ağ Tabanlı Saldırı Tespit Sistemleri

Sunucu tabanlı saldırı tespit sistemine kıyasla ağ tabanlı saldırı tespit sistemi, sunucu bazlı değil ağ bazlı olarak çalışmaktadır. Ortamda yer alan ağın kendisine odaklanan bu saldırı tespit sistemi; ağ paketlerini yakalar, inceler ve gerekli durumlarda alarm üretir.

Ağ tabanlı saldırı tespit sisteminin kuruluş aşamasında, öncelikle ağda yer alan belirli noktalara çeşitli algılayıcılar yerleştirilir. Bu algılayıcılar hem birbirleriyle haberleşmekte hem de tüm ağı dinlemektedir. Algılayıcılar üzerinden geçen ağ paketleri imza tabanlı olarak karşılaştırmalı bir şekilde analiz edilmektedir. Algılayıcıda üretilen alarmlar ve trafik kayıtları monitöre gönderilmektedir. Hem hizmet sağlayıcı hem de kullanıcı bu kayıtları görüntüleyebilmektedir.

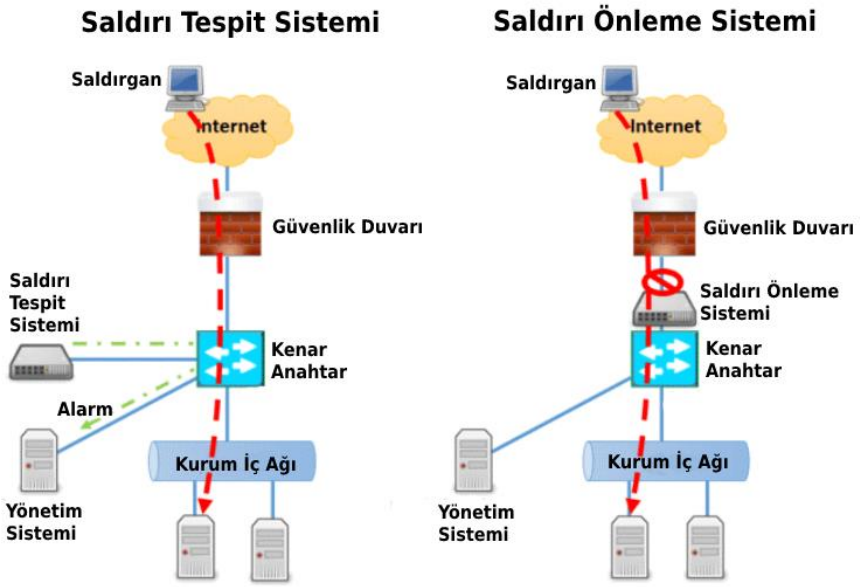
Algılayıcı ile monitör arasındaki trafiğe kötü niyetli saldırganların erişip veri ihlali yapmaması amacıyla, bahsi geçen trafik mutlaka şifreli bir şekilde gönderilmelidir. Böylece saldırganlar bu trafiğin arasına girerek verileri çalsa bile kendilerine ulaşan verilerin çeşitli algoritmalarla şifrelenmiş anlamsız bir dizi olduğu göreceklerdir. Ayrıca ağ tabanlı saldırı tespit sistemi sunucu tabanlı saldırı tespit

sistemine oranla daha az maliyetli bir siber güvenlik çözümüdür. Sunucu tabanlı sistemde her sunucu başına ajan ve çeşitli güvenlik kuralları eklenmeliyken, ağ tabanlı sistemde yalnızca ağın belirli noktalarına yerleştirilen daha az sayıda ajan ve güvenlik kuralları yeterli olabilmektedir.

5.2.2. Saldırı Önleme Sistemleri

Saldırı önleme sistemleri, saldırı tespit sistemlerinin yakaladığı alarm ve uyarılara karşı önlem alarak saldırılara aktif olarak cevap verebilen güvenlik sistemleridir. Saldırı önleme sistemleri, güvenlik duvarı içerisine yerleştirilmiş bir modül olabileceği gibi ayrı bir şekilde güvenlik mekanizması olarak da bilişim mimarisi içerisine yerleştirilebilir. Güvenlik duvarı ile etkileşimli bir şekilde çalışan saldırı önleme sistemleri, olası ihlallere karşı kendi kural setini otomatik bir biçimde güvenlik duvarına işleyerek gerekli savunma aksiyonlarının alınmasını sağlamaktadır.

Saldırı önleme sistemleri sayesinde, kullanıcıya ihlal alarmları üretildiği anda sistem kullanıcının sahip olduğu verileri korumak amacıyla gerekli kuralları üretir ve bu sayede ihlalin önüne geçilmiş olur. Herhangi kötü niyetli bir paket veya servis algılandığı zaman, saldırı önleme sistemi açık olan TCP oturumunu derhal sonlandırmakta ve isteğin gelmiş olduğu kaynak IP adresini kara listeye alarak sistemde yer alan diğer güvenlik mekanizmalarına göndermektedir. Bu sayede diğer güvenlik ürünlerinde de bu IP adresinden gelen tüm istekler engellenebilmektedir. Ayrıca belirlenmiş olan kaynak IP tarafından ağ üzerinde gerçekleştirilen tüm işlemler değiştirilmekte ve hatta yok edilmektedir. Tüm uygulama ve e-posta sunucularında saldırgan IP tarafından yüklenmiş olan verilerin ve eklerin başlık bilgileri silinmekte ve veri yüklerinin yeniden paketlenmesi sağlanmaktadır.



Şekil 5.1 Saldırı Tespit ve Önleme Sistemi Arasındaki Fark[225]

Saldırı tespit ve önleme sistemleri arasındaki temel farka bakılacak olduğunda; Şekil 5.1'de görüldüğü üzere saldırı tespit sistemleri ağa pasif olarak bağlanarak izleme ve bildirim görevlerini yerine getirirken, saldırı önleme sistemleri ağa aktif bir şekilde dâhil olarak otomatik savunma görevini yerine getirmektedir. Tam anlamıyla bulut bilişim mimarisinde güvenli bir siber ortam yaratmak istendiğinde; güvenlik duvarı, saldırı tespit sistemi ve saldırı önleme sistemi ayrı ayrı olarak konumlandırılmalı ve birbirleriyle entegre çalışabilecek düzeyde güvenlik kurallarına sahip olmalıdır. Bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının veri ihlallerine ve kötücül saldırılara karşı bu güvenlik mekanizmalarına sahip olmaları, hem kendi prestijleri hem de müşterilerin ağır siber saldırılara maruz kalmamaları açısından önem arz etmektedir.

5.2.3. Veri Şifreleme Yöntemleri

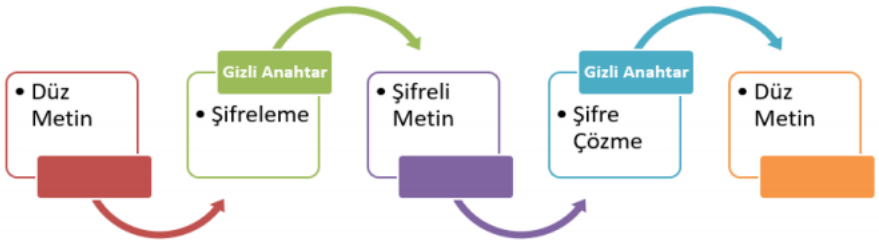
Bulut bilişim mimarisinde verinin saldırganlara karşı korunması ve kullanıcıların gizlilik ihlali yaşamaması adına hizmet sağlayıcı tarafında depolanan verilerin çeşitli şifreleme algoritmaları ile korunması gerekmektedir. Bu bölümde

[225] https://fordefence.com/saldiri-tespit-ve-onleme-sistemleri-ids-ips/ (17.06.2021)

şifreleme algoritmaları arasında en çok kullanılan yöntemlerden olan simetrik ve asimetrik şifreleme algoritmaları ile günümüzün bulut bilişim hizmet sağlayıcıları tarafından tercih edilen veri şifreleme yöntemi olan homomorfik şifreleme metodu anlatılacaktır.

5.2.3.1. Simetrik Şifreleme Algoritması

Simetrik şifreleme algoritması, verilerin şifrelenmesi ve şifrelenmiş verilerin çözülerek okunması işlemi için aynı anahtarın kullanıldığı bir şifreleme algoritmasıdır. Diğer ismi gizli anahtarlı şifreleme olan bu algoritmanın anahtarı yalnızca şifreleme ve şifre çözme işlemini yapacak olan kişilerde bulunmaktadır. Şekil 5.2'de görüldüğü üzere gizli anahtar sayesinde açık olarak bulunan veriler şifreli verilere dönüştürülür. Yine aynı gizli anahtara sahip olan kişiler ise şifrelenmiş veriyi açık veri hâline getirebilmektedir.



Şekil 5.2 Simetrik Şifreleme Algoritması Diyagramı[226]

Simetrik şifreleme algoritmaları kendi içerisinde blok şifreleme ve dizi şifreleme olarak ikiye ayrılmaktadır. Blok şifreleme algoritmaları, veriyi bloklar hâlinde işlemektedir. Bu algoritmada iç bellek bulunmamaktadır. Bütünlük kontrolü gerektiren ve tüm verinin şifrelenme işlemi öncesinde mevcut olduğu hallerde kullanılmaktadır. Blok şifreleme algoritmalarında, blokların boyutu arttıkça güvenlik oranı da artmaktadır. Dizi şifreleme algoritmaları, veriyi bir bit dizisi olarak ele almaktadır. Bir üreteç vasıtasıyla zamana bağlı olarak değişen uzunluklarda kayan

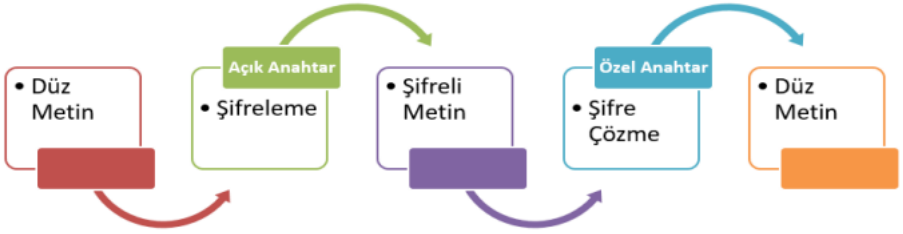
[226] Ayşe Beşkirli, Durmuş Özdemir, Mehmet Beşkirli, "Şifreleme Yöntemleri ve RSA Algoritması Üzerine Bir İnceleme", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı*, 2019, s. 286.

anahtar adı verilen dizi üretilmektedir. Bu algoritma daha çok telsiz haberleşmesi gibi ortamlarda ses iletimi amacıyla kullanılmaktadır.[227]

Simetrik şifreleme algoritmasının avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Şifreleme ve şifre çözme işlemlerinin hızlı olması bu algoritmanın en büyük avantajıdır. Ayrıca veri bütünlüğü ve taraflar arasındaki iletişimin gizliliğinin sağlanması da avantajlar arasında sayılmaktadır. Gizli anahtar saklama ve dağıtma sorunları, çok kullanıcılı sistemler için çok sayıda anahtar bulundurma zorunluluğu ve kullanıcı kimlik doğrulamanın sağlanamaması gibi durumlar da simetrik şifreleme algoritmasının dezavantajları arasında bulunmaktadır.

5.2.3.2. Asimetrik Şifreleme Algoritması

Açık anahtarlı şifreleme olarak da bilinen bu şifreleme algoritmasında açık ve özel anahtar olmak üzere iki adet anahtar yer almaktadır. Şekil 5.3'te görüleceği üzere, şifreleme işlemini gerçekleştiren anahtara açık anahtar ismi verilirken, şifre çözme işlemini yapan anahtar ise özel anahtar ismini almaktadır. Herkeste bulunan açık anahtar ile şifrelenen veri, sadece alıcının özel anahtarı ile açılabilmektedir. Alıcıda bulunan özel anahtar, yalnızca gönderici tarafından gönderilebilen ve şifre çözme amaçlı kullanılan bir anahtardır. Gönderici bahsi geçen bu özel anahtarı yalnızca veriyi çözmesi gereken alıcılara göndermektedir.



Şekil 5.3 Asimetrik Şifreleme Algoritması Diyagramı[228]

[227] https://medium.com/ltunes/simetrik-blok-şifreleme-algoritmalari-ve-yapisi-c76fbe80ed4 (17.06.2021)
[228] A. Beşkirli, D. Özdemir, M. Beşkirli, 2019, s. 287.

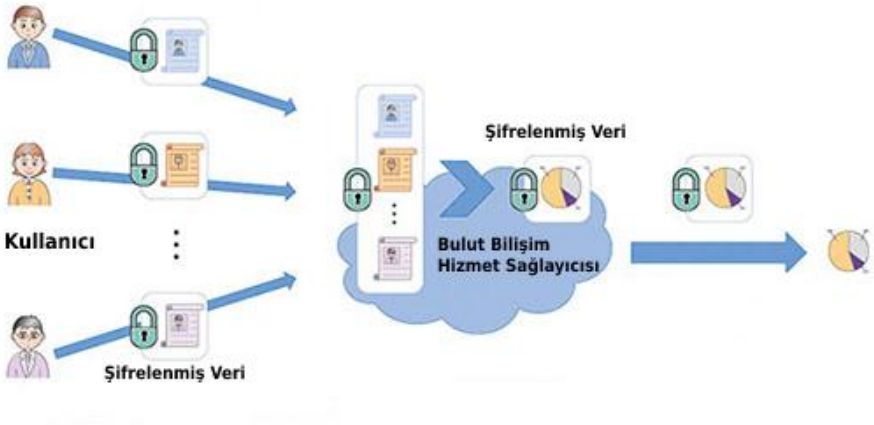
Asimetrik şifreleme algoritmaları sahip oldukları farklı anahtar çeşitleri ve özel anahtar dağıtımı işleminden dolayı simetrik şifreleme algoritmalarına oranla daha yavaş çalışmaktadırlar. Kullanılan sistemlerde daha çok işlemci ve bellek harcayan bu algoritma türü simetrik şifreleme algoritmaya göre daha güvenlidir. Ayrıca simetrik şifreleme algoritmada yapılamayan kullanıcı kimlik denetimi bu şifreleme algoritmasında gerçekleştirilebilmektedir.

5.2.3.3. Homomorfik Şifreleme

Homomorfik şifreleme, şifreli metin üzerinde yapılan belirli matematiksel işlemlerin sonucunda oluşturulan şifreli sonucun şifresi çözüldüğünde elde edilecek sonuç ile bu işlemlerin açık metin üzerinde uygulanmasıyla elde edilecek sonucun aynı olmasını sağlayan bir şifreleme türüdür.[229] Bu şifreleme yöntemi sayesinde günümüzde kullanıcılar sahip oldukları tüm verileri ve veri tabanlarını şifreleyerek bulut ortama yükleyebilmekte ve bu veriler üzerinde şifre çözme işlemleri uygulanmadan çeşitli hesaplama ve işlemler yapabilmektedir.

Simetrik veya asimetrik şifreleme algoritmasında veriler üzerinde bir işlem yapılacağı zaman öncelikle şifrelenmiş veriler şifre çözme işlemine tabi tutulmaktadır. Gerekli işlem ve hesaplamalar sonrasında veri tekrar şifrelenerek depolanmaya devam etmektedir. Ancak bu işlemler süresince verinin şifre korumasız kaldığı bir zaman dilimi bulunmaktadır. Bu da siber saldırganlar için avantajlı bir durum oluşturmaktadır. Ancak Şekil 5.4'te görülebileceği üzere homomorfik şifrelemede şifre çözme işlemi, hesaplama süresince hiç uygulanmadığı için bulut bilişim hizmet sağlayıcısı tarafında veriler okunamaz bir hâlde depolanmaya devam etmektedir. Böylece verinin şifre korumasız kaldığı bir zaman dilimi bulunmamaktadır.

[229] Esra Çalık, Hüseyin Aşkın Erdem, M. Ali Aydın, "Bulut Bilişim Güvenliği İçin Homomorfik Şifreleme", *XIX. Türkiye'de İnternet Konferansı Bildirisi*, İzmir, 2014, s. 2.



Şekil 5.4 Homomorfik Şifreleme Süreci[230]

Güvenlik ve veri gizliliği bakımından bulut bilişimde kullanıcıların karşısına temel olarak iki adet sorun çıkmaktadır. Bunlardan ilki, bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının veri merkezleri herhangi bir saldırıya uğradığında kullanıcı verilerinin çalınması problemidir. Diğer sorun ise bulut bilişim hizmet sağlayıcısı saldırıya uğramasa bile kendi içerisinde kullanıcı verilerini depoladığı için hizmet sağlayıcısı personelleri tarafından verilerin okunabilir olmasıdır. Homomorfik şifreleme, bahsi geçen her iki problemi de çözümlemeye yönelik geliştirilmiştir.

[230] https://www.ntt-review.jp/archive/ntttechnical.php?contents=ntr201407fa5.html (17.06.2021)

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Gelişen ve değişen yeni teknolojiler karşısında kamu bilişim sistemleri de yenilenerek büyümek durumundadır. Her geçen gün artan ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçlara verilecek olan hizmetlerin fazlalaşması beraberinde yeni altyapı maliyetlerini de getirmektedir. Bu da büyümekte olan bilişim teknolojileri altyapısının sorumluluğu için daha çok sayıda eğitimli ve nitelikli personelin istihdam edilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca altyapı büyümesi, yönetim ve bakım-onarım problemlerini de beraberinde getirmektedir. Geleneksel mimaride altyapıların sunucu masrafları, veri merkezi enerji ve soğutma maliyetleri, bakım-onarım ücretleri ve nitelikli personelin maaşları gibi çeşitli maliyet kalemleri bulunmaktadır. Özel sektörde holding seviyesine ulaşabilmiş kurum ve kuruluşların, maliyeti göz önünde bulundurup bulut bilişim teknolojilerine yatırım yaptığı gibi kamu kurum ve kuruluşlarının da bu teknolojiye günümüz koşullarında göç etmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasının en başında açıkça söylendiği üzere bulut bilişim tanımı; bilişim kaynaklarına zaman ve mekân bağımsız olarak anında ulaşılabildiği, kapasitenin sıkı bir şekilde sınırlandırılmadan tamamen esnek bir yapıya büründürüldüğü ve fiziksel ortamların ortadan kaldırıldığı bir platformu işaret etmektedir. Eski teknoloji mimarisinden çok farklı bir şekilde dizayn edilen bulut bilişim altyapısı bu yönleriyle, günümüzün hareketli ve mobil yaşamına uygun bir teknoloji olmuştur. Bulut bilişimin temel özellikleri olan talep üzerine servis, yaygın erişim, kaynak havuzu, esneklik ve ölçülebilirlik kavramlarının tam olarak uygulanabilir ve kurumların işini kolaylaştırabilir olmalarından dolayı, bulut bilişime olan rağbet her geçen gün artmaktadır.

Teknolojilerin bir anda ortaya çıkmadığı ve birbirlerini etkileyerek başka sonuçlar doğurduğu, bulut bilişimin ortaya çıkışıyla bir kez daha kanıtlanmıştır. Bulut

bilişimi bugünkü hâline getiren sanallaştırma teknolojileri, sunucu-istemci modelleri, kiracılık modelleri, web gelişmeleri ve grid modeller 1970'li yıllarda ortaya atılan kavramlardır. Bu kavramlar üzerlerinde çeşitli gelişmeler ve uygulamalar yapılarak günümüze kadar gelmiş ve bulut bilişimi ortaya çıkartan yan teknolojiler ve yöntemler olarak literatüre geçmişlerdir. Bulut bilişim adı verilen bu yüksek seviyeli mimari yapının gelişmesindeki faktörlerden biri de paydaşların birbirleriyle sıkı bir şekilde konumlandırılmış olmalarıdır. Bulut bilişimi meydana getiren ve paydaşları olarak adlandırılan kullanıcılar, servis sağlayıcılar, denetçiler, komisyoncular ve taşıyıcılar birbirleriyle entegre bir biçimde çalışmakta ve tüm gelişmeleri ortak olarak takip etmektedirler. Üretilen cihazlar ve yazılan uygulamalar bulut bilişim teknolojilerine uygun bir biçimde dizayn edilerek bulut bilişimin önü açılmaya çalışılmaktadır.

Bulut bilişimi kişiler ve kurumların daha rahat bir şekilde kavrayıp uygulayabilmeleri için dağıtım modelleri ve servis modelleri olarak iki farklı model belirlenmiş ve bu modeller de kendi içlerinde kategorilere ayrılmıştır. Dağıtım modelleri; özel, açık, topluluk ve karma olarak dört bölüme ayrılmıştır. Servis modelleri ise servis olarak yazılım, servis olarak platform ve servis olarak altyapı olarak temelde üçe ayrılmakla beraber servis olarak iletişim, servis olarak ağ, servis olarak fonksiyon vb. gibi çeşitli dönemlerde farklı hizmet sağlayıcıları tarafından ortaya çıkarılan servis modelleri de bulunmaktadır.

Her teknoloji ve altyapının olduğu gibi bulut bilişim teknolojilerinin de avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Her avantaj her kurumda aynı etkiyi göstermediği gibi her dezavantaj da her kurum için farklı riskler teşkil etmektedir. Bu durum tamamen kurum ve kuruluşların ölçeği, önceliği, seviyesi, bütçesi ve niteliğine göre değişebilmektedir. Bir teknolojiyi kullanılabilir kılan en önemli faktör maliyetten tasarruf özelliğidir. Bulut bilişim, bu özelliği oldukça etkin bir şekilde barındırdığı için geleneksel modele kıyasla hızlı bir gelişim göstermiş ve kurumlar tarafından tercih edilme oranı çok yükselmiştir. Bulut bilişimin bir diğer özelliği platform bağımsız bir şekilde her yerden erişilebilirliğidir. Mobil ihtiyaçlara cevap veren bir yapıya sahip olan bulut bilişimin, günümüzde uzaktan çalışma yöntemlerinin hem özel sektörde hem de kamu sektöründe yaygınlaşmasıyla tercih edilirliği artmıştır.

Geleneksel veri merkezlerindeki sunucu, işlemci, depolama ve bellek ihtiyaçları için en başta belirli fiziksel cihazlar alınmakta ve kapasite sabit olarak yola devam edilmektedir. Kapasite artışının gerektiği dönemlerde yeni bir alım işlemi ve bürokratik süreçlerden geçilmektedir. Bu durum hem zaman hem de efor sarfiyatı demektir. Ayrıca yapılan yanlış planlar sonucu kurumlar gerektiğinden fazla sunucu veya depolama birimi alabilmekte ve atıl kapasite oranları artabilmektedir. Atıl kapasiteler için enerji, soğutma, bakım-onarım vb. giderleri kurumun maliyet kalemlerine yansımaktadır. Ancak bulut bilişim teknolojileri esnek bir yapıya sahip olduğundan ihtiyaca göre kapasiteye izin vermektedir. Bulut bilişim altyapısına geçen kurumların belirli dönemlerde artan iş yükleri ve ihtiyaçlarına binaen esnek bir şekilde kapasite artırımı veya azaltımı yapmaları, atıl kapasiteyi ve dolayısıyla maliyetleri düşüren bir etken olacaktır.

Binlerce personelin farklı lokasyonlarda çalıştığı büyük ölçekli kurum ve kuruluşlar için belirli bir yazılım otomasyon sistemi üzerinde her kullanıcıya lisans ve uygulama dağıtımı, geleneksel modelde karmaşık ve zahmetli bir işlemler dizisidir. Kullanıcıların internete bağlı herhangi bir cihaz üzerinden lisanslama kaygısı olmadan, kurumlarının yazılım otomasyon sistemlerine girebilmelerini bulut altyapısı sağlayabilmektedir. Bulut ortama tek bir seferde kurulan ve güncellemelerini otomatik olarak alan yazılımlar kullanıcıların hizmetine aynı ortamdan sunulabilmektedir. Aynı şekilde özelleştirilmiş kütüphane, paket veya sertifika isteyen yazılımlar için geleneksel mimaride kullanıcıların bilgisayarlarına tek tek bunlar yaygınlaştırılmaktadır. Bu hem bilişim teknolojileri departmanı çalışanları hem de uygulamaları kullanacak personel için zaman ve emek kaybına yol açmaktadır. Bulut bilişim ortamında çalışan yazılımlara bir kereye mahsus olmak üzere yüklenecek kütüphane, paket veya sertifika sayesinde uygulamaya erişecek diğer personeller zaman kaybı olmaksızın işlemlerine devam edebilmektedir.

Daha önce belirtildiği gibi bulut bilişimin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Ancak bu tez kapsamında dezavantaj terimi yerine risk terimi kullanılmıştır. Bunun sebebi; dezavantajların çözülemez olumsuzları işaret etmesi iken; risk kavramının bazı önlemler sayesinde azaltılması ve

sıfırlanabilmesidir. Kurumların ortaya çıkan riskleri başka yöntemlerle azaltması ve yok edebilmesi teknik becerilerine bağlı bir durumdur. Bulut bilişimin bant genişliği isteği geleneksel yapıya göre daha fazladır. Bunun sebebi de tahmin edilebileceği üzere bulut bilişimin tamamen internet üzerinden dünyanın farklı yerlerindeki bağlantıların kurulmasıyla oluşmasıdır. Bu kapsamda bulut bilişimi tercih edecek kurumların ağ ve internet altyapılarını kuvvetlendirmeleri önerilmektedir.

Bulut bilişimin bir diğer sahip olduğu risk; geleneksel modelden göç edilme aşamasında ortaya çıkan uyumsuzluktur. Kurumların uzun yıllardır kullandığı cihaz ve uygulamaların bulut bilişim tasarımına uygun olmaması sebebiyle çoğu kurum bulut bilişime geçiş aşamalarında oldukça zorlanmaktadır. Bu durum kabul edilebilir ve öngörülebilir bir durumdur. Geleneksel modeldeki sistem bileşenleri birbirine sıkı sıkıya bağlı iken bulut bilişimin dağıtık mimarisi kurumları zorlamaktadır. Kurumları bulut bilişim denildiği zaman düşündüren bir diğer konu ise güvenlik ihlallerine maruz kalıp kalmayacaklarıdır. Fiziksel ortamların olmaması ve istenildiği zaman sistemlere müdahale edilemeyeceği kaygısı, güvenlik açısından kurum yöneticilerini ve bilgi teknolojileri personellerini düşündürmektedir. Ancak güvenilir bulut ortamlara sahip olan bir hizmet sağlayıcı ve etkin bir danışmanlık sayesinde güvenlik konusu bulut ortamlarda da eski mimarilerde olduğu gibi sıkıntı oluşturmayacaktır. Hizmet sağlayıcıların dünya çapında geçirdiği güvenlik denetimlerinin niteliği ve aldıkları sertifikaların geçerliliği, kurumlarca araştırılması gereken konulardır. Ayrıca kurumların bulut bilişim hizmet sağlayıcılarını kendi denetim mekanizmalarına tabi tutmaları, buluttaki verilerin güvenliği açısından önemlidir.

Dünyadaki çeşitli ülkelerin yıllar önce kurduğu ve günümüzde geliştirerek kullanmaya devam ettiği kamu bulutları incelendiğinde, üst düzey devlet desteğini arkalarına aldıkları görülmektedir. Kurumlardaki yöneticilerin ve bilgi teknolojileri personelinin yıllardır kullandığı geleneksel modelden bulut bilişim gibi görece yeni bir teknolojiye geçiş yapması dirençle karşılanmaktadır. Ancak devletin gerekli teşviklerle bulut bilişimi desteklemesi dünya örneklerinde başarıya ulaşıldığını göstermektedir. Bu tez kapsamında tanıtılan ülkemizdeki kamu bulutları oldukça başarılı projelerdir. Hâlen milyonlarca vatandaşa hizmet veren bu kamu bulutları,

diğer bakanlık ve genel müdürlüklere de örnek olmaktadır. Ulusal Kamu Veri Entegre Merkezi'nin de önümüzdeki yıllarda faaliyete geçmesiyle beraber, tüm kamu veri merkezleri tek bir yerde toplanacak ve bu sayede milyonlarca liralık bir tasarruf sağlanacaktır.

Öneriler

Ülkemiz kamu bulutuna geçiş çalışmalarında, teknolojik anlamda dünyanın önde gelen ülkelerinin bulut çalışmalarının dikkatle incelenmesi gereklidir. Özellikle ABD, İngiltere, Japonya ve Almanya'daki bulut bilişime geçiş stratejileri ve yol haritalarının ülkemiz bilişim ve hukuk altyapılarına uyarlanarak güncel bir buluta geçiş stratejisi oluşturulması önem arz etmektedir.

TÜBİTAK'ın üniversiteler arası akademik iş birliği amacıyla kurduğu TRUBA (Türk Ulusal Bilim e-Altyapısı) projesi daha da geliştirilerek diğer kamu kurum ve kuruluşlarına da kapılarını açmalıdır. Kamu bulutu projesi kapsamında TÜBİTAK veya TÜRKSAT gibi bu işi daha önceden deneyimleyen ve başarıyla altından kalkabilen kamu şirketlerinin önderliği ve rehberliği tercih edilmelidir. Bu gibi rehberlik misyonu üstlenecek kurumların bünyelerinde bulut eğitim merkezleri oluşturulmalı ve burada çalışacak personeller uluslararası alanda bulut üzerine eğitimlerini tamamlamış olmalıdır. Eğitimli ve nitelikli bulut bilişim eğitmenleri kamu kurumlarına gerekli eğitimleri vermeli ve belirli aralıklarla bu eğitimler yenilenerek bilgiler pekiştirilmelidir.

Ülkemizde yerli ve millî imkânlarla mutlaka büyük ölçekli bir bulut bilişim hizmet sağlayıcısının kurulması çok önemlidir. HAVELSAN'ın bu konuda çalışmalar yaptığı bilinmekle beraber henüz bulut bilişim altyapısına destek verdiği kurumlar çok az sayıdadır. Bu sayının gerekli reklam ve tanıtımlarla artırılması önem arz etmektedir. Kamu kurum ve kuruluşlarının üst yöneticilerine yapılacak olan ziyaretlerle ve personel bilgilendirmeleriyle, bulut bilişime aşinalığın kamu sektöründe artırılması gerekmektedir.

Ülkemiz bulut bilişim alanında gerekli ve yeterli düzeyde teknik ve hukuki standartlara sahip değildir. Türk Standartları Enstitüsünün (TSE) çalışma grupları oluşturarak günümüz teknolojilerine uygun bir dille yazılmış yeni standartlar üzerinde çalışma yapması gerekmektedir. Aynı şekilde Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunun (BTK) teknik konularda standartlar oluşturup, hem bulut bilişim hizmet sağlayıcılarını hem de buluta geçen kamu kurumlarını teknik denetimlerden geçirmeleri gerekmektedir. Bu denetimler sonucu çıkacak bulguların ve eksikliklerin tamamlanması yönünde motive edici olunmalı ve takibi sağlanmalıdır.

Ülkemizdeki en büyük eksikliklerden bir tanesi de bulut hizmet almak isteyen bir kamu kurumunun hizmetleri nasıl ve nereden alacağıyla ilgili bir bilgisinin olmamasıdır. ABD ve İngiltere örneklerinde olduğu gibi kamu bulut bilişimi çerçevesinde çevrim içi bir mağaza oluşturulmalıdır. Ülkemizde Devlet Malzeme Ofisi'nin (DMO) kamu kurum ve kuruluşlarına doğrudan mal ve hizmet satabildiği e-Satış Portalı bulunmaktadır. Bu katalog mağazasına bulut bilişim ile ilgili ürün ve hizmetlerin de eklenmesi gerekmektedir. Bu sayede tek bir portal üzerinden kamu kurumları gerekli gördükleri ürün ve danışmanlık hizmetlerine ulaşabileceklerdir.

Ülkemizde sanallaştırma teknolojilerine geçen oldukça fazla sayıda kamu kurumu bulunmaktadır. Bilgi eksikliğinden kaynaklı olarak bulut bilişim teknolojilerine geçiş yaptığını ifade eden bazı kurumlar da bulunmaktadır. Ancak bu durum tamamen yanlıştır. Bilgi teknolojileri departmanı yönetici ve personellerine sanallaştırma ve bulut bilişim teknolojilerinin farkları anlatılmalıdır. Sanallaştırma ile bulut bilişime bir adım daha yaklaşan kurumların kendilerine ne katabileceği ve neler yaparak bulut bilişime geçiş yapabilecekleri ifade edilmelidir. Bu kapsamda üniversiteler ile iş birliği yapılarak TÜBİTAK bünyesinde bir eğitim ve danışmanlık biriminin kurulması yerinde bir adım olarak görülmektedir.

Bulut bilişimin sahip olduğu dağıtık mimariden dolayı geleneksel modeldeki yazılım modellerinin buluta geçiş sürecinde yaşattığı problemlerden bu tez kapsamında bahsedilmiştir. Bu konuda verilecek en yerinde öneri; bundan sonra

geliştirilmesi planlanan yazılım ve uygulamaların geleneksel model yerine daha elastik bir yapıda ve dağıtık mimariye uygun şekilde olarak tasarlanmaları gerektiğidir. Aynı şekilde veri tabanı mimarilerinin de yazılımda olduğu gibi birbirine sıkı sıkıya geçmiş ve platform bağımlı bir şekilde oluşturulmaması, bulut bilişime geçiş çalışmaları kapsamında çok önemlidir. Buluta uygun yazılım ve veri tabanı mimarilerinin nasıl olacağı konusunda yazılımcı personellere gerekli rehberlerin ve eğitici doküman ve video derslerin TÜBİTAK gibi kamu sektörüne büyük ölçekli yazılım projeleri geliştiren ve bu konuda bolca deneyimi olan kurumlar tarafından hazırlanıp dağıtılması gerekmektedir.

Bulut bilişim kapsamında dikkat çeken bir başka eksiklik ise nitelikli ve eğitimli personellerin olmamasıdır. Gerek eğitim hayatında gerekse de iş hayatında geleneksel modeli uygulayan ve başka teknolojilere kapalı olan bilişim personelleri için tanıtıcı toplantılar ve organizasyonlar düzenlenmelidir. TÜBİTAK BİLGEM'in 2014 ve 2015 yıllarında Bulut Bilişim ve Büyük Veri Çalıştayı bu konudaki en güzel örneklerdendir. Bu gibi organizasyonların her yıl başka kurumlarca da düzenli olarak yapılması, bilgi teknolojileri personellerinin bulut alanındaki gelişmelerden haberdar olabilmeleri ve bu teknolojiye ısınabilmeleri adına önem teşkil edecektir. Ayrıca üniversitelerin mühendislik anabilim dallarında bulut bilişim adına çeşitli zorunlu veya seçmeli dersleri bünyelerine katmaları da mesleklerinin en başında olan mühendis adayları için bu konuda yol gösterici bir durum olacaktır.

Hassas verilerin barındırıldığı kamu kurumlarının bulut bilişime yaklaşımının daha şüpheci olması normal karşılanan bir durumdur. Ancak özellikle ülke çapında taşra teşkilatlanması geniş olan ve hemen hemen her ilde bölge müdürlüğü/il müdürlüğü/temsilcisi bulunan kamu kurumlarının, kendi topluluk bulutlarını kurarak veri merkezlerini sadece genel müdürlüğünde veya ilgili bakanlığın merkez teşkilatında bulundurması maliyet açısından ciddi derecede bir tasarruf sağlayacaktır. Aynı şekilde personellerin belirli yazılım otomasyon sistemlerini kullanan kamu kurumlarının, bu programlarını SaaS (Servis Olarak Yazılım) bulut servis modeline taşıması gerekmektedir. Tez kapsamında da bahsedildiği üzere bu taşınma işlemi, kurum adına lisanslama ve yazılım dağıtım açısından önemli bir tasarruf kalemi

olacaktır. Yılın belirli dönemlerinde farklı iş yüklerine sahip olan (Örneğin; sınav sonucu açıklanma dönemlerinde ÖSYM gibi) kurumların sabit sunuculu geleneksel veri merkezleri yerine elastik yapıda ve ölçeklenebilir bulut bilişim teknolojilerine geçmesi bilişim altyapısı yönünden gereksiz harcamaların önüne geçecektir.

Bulut bilişime geçiş yapacak kurumların ilgili hizmet sağlayıcılar ile aralarında oluşturacakları sözleşmeler ve hizmet seviyesi anlaşmaları gelecekte yaşanacak bazı problemleri en baştan bertaraf etmelerini sağlayacaktır. Kurumların bu süreçte bilişim hukuku konusunda uzman ve yetkin hukuk insanlarıyla ortak çalışmalar yaparak gerekli taslak sözleşme ve anlaşmaları hazırlamaları gerekmektedir. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) gibi özelleşmiş bir kanuna benzer bulut bilişim hakkında da çeşitli kanun ve yönetmeliklerin yürürlüğe konulması, kurumların bulut bilişimin hukuki riskleri açısından çekincelerini ortadan kaldırabilecektir.

Tez kapsamında bahsedilen ve ülkemiz kamu bilişim sektörü adına heyecan verici bir gelişme olan Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi için üst düzey destek ve önemin artırılması gerekmektedir. Geçtiğimiz yıllarda fizibilite çalışmalarının tamamlandığı söylenen bu proje, gerekli yatırım ve teşvikler ile hızlı bir şekilde hayata geçirilerek kamu kurumlarının veri merkezlerini bünyesine almalıdır. Çoğu kurumda mükerrer olarak kullanılan çeşitli uygulamaların bu merkezde birleştirilmesi ve kurumların kamu bulutu çerçevesinde bu uygulamalara erişmesi, gelecek yıllarda maliyet açısından ne kadar doğru bir adım atıldığının göstergesi olacaktır.

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Kapsamında Öneriler

Bu tez kapsamında önceki bölümlerde anlatıldığı üzere ülkemizde kamu bulutu oluşturmak amacıyla Ulusal Kamu Entegre Veri Merkezi oluşturulması çalışmaları devam etmektedir. Bu veri merkezi hizmete girene kadar Radyo ve Televizyon Üst Kurulu'nun bulut bilişim modeline geçiş yapabilmesi için bu bölümde çeşitli önerilerde bulunulacaktır.

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu bir adet merkez bina ve üç adet İstanbul, İzmir ve Diyarbakır'da temsilcilikleri olmak üzere toplamda dört adet lokasyonda çalışmalarını sürdürmektedir. Bahsi geçen üç adet temsilcilik IPSec VPN adı verilen bir teknoloji ile merkez binaya bağlanmaktadır. IPSec VPN, ağ geçitlerinden birinin arkasında bulunan sunucuların diğer ağ geçidinin arkasında konumlandırılmış sunucularla bir güvenlik tüneli oluşturarak haberleşmesini sağlamaktadır.[231] Bahsi geçen bu teknoloji yerine Üst Kurulumuz bünyesinde günümüzün yeni bulut bilişim servis modellerinden olan VPNaaS (Servis Olarak VPN) kullanılabilir. Ankara'da bulunan merkez binadaki bilgi işlem veri merkezi içerisine kurulacak olan bir özel bulut sayesinde, bahsi geçen VPNaaS bulut bilişim mimarisi temsilcilik personelleri için kullanılabilir durumda olabilecektir. Üst Kurul temsilcilik sayısının gelecek dönemlerde artması olasılığı göz önüne alındığında, VPNaaS sayesinde hem maliyet düşürülebilir hem de bulut bilişim teknolojisinin sahip olduğu diğer avantajlardan kurum bazında faydalanılabilir.

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu ile Türksat arasında veri barındırma amacıyla bir hizmet alımı anlaşması bulunmaktadır. Bağlantı hızının 15 Mbps olduğu bu hizmet kapsamında her gün, günlük olarak kritik sunucuların tüm yedekleri Türksat'a gönderilmektedir. Ancak Radyo ve Televizyon Üst Kurulu'nun olası bir felaket, kriz veya afet zamanında kritik faaliyetlerini sürdürebileceği Felaket Kurtarma Merkezi (FKM) bulunmamaktadır. Felaket Kurtarma Merkezi, kurum ve kuruluşların olağanüstü durumlarda meydana gelebilecek hizmet kesintilerini bertaraf edebilmeleri amacıyla sunucu, ağ ve veri sistemlerinin tamamen uzak bir lokasyonda yedek sistem altyapısı üzerinden hizmet verebilmesi için kurulmuş veri merkezleridir.[232] Bu veri merkezini uzak bir lokasyonda merkez binadaki veri merkezinin birebir aynısı olacak şekilde kurarak işletimini sağlamak masraflı ve zahmetli bir süreçtir. Bunun yerine bulut bilişim üzerinden hizmet veren çeşitli Felaket Kurtarma Merkezleri bulunmaktadır. Yerli ve millî kurumsal şirketlerin de kendi çözümleri arasında bulunan bulut ortamda FKM hizmetleri Radyo ve Televizyon Üst Kurulu için

[231] https://www.gsl.com.tr/guumlvenli-a287-trafi287i-iccedilin-ipsec-vpn-nedir-nas305l-ccedilal305351305r.html (17.06.2021)
[232] https://www.beyaz.net/tr/destek/makaleler/felaket_kurtarma_merkezi_neden_onemlidir.html (17.06.2021)

uygulanabilir. Bu sayede daha uygun maliyetlere olağanüstü zamanlarda kritik altyapı hizmetlerinin kesintiye uğramadan devam etmesi sağlanabilir.

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu bünyesinde radyo ve televizyon yayınlarının sayısal ortamda kaydedilmesi, izlenmesi ve arşivlenmesi amacıyla Sayısal Kayıt, Arşiv ve Analiz Sistemi (SKAAS) bulunmaktadır. Bu sistem ile yerel TV ve radyo yayınları, SKAAS il/ilçe kabinleri aracılığıyla merkez binada bulunan SKAAS sistemine kesintisiz olarak ve kendi içerisinde kapalı ağ üzerinden aktarılmaktadır. Sistem içerisinde video çekim analizi, video metin okuma, video program analizi, video klip yakalama, anahtar kelime yakalama ve radyo reklam analizi modülleri bulunmaktadır.[233] Yerel yayıncılara merkez bina üzerinden noktadan noktaya data hattı çekilmesi sonucunda bahsi geçen yayınlar alınmaktadır. Bu hatlar fiziksel olmaları nedeniyle bulut bilişim teknolojileriyle karşılaştırıldığı zaman eski teknolojiye sahip bir modeldir. Özel bulut dağıtım modeli vasıtasıyla merkezde bulunan SKAAS veri merkezinin yerel yayıncılardan istenilen yayınları alabilmesi günümüz teknolojik şartlarına daha uygun olacaktır. Ancak bu noktada atlanılmaması gereken durum, trafiği oluşturan verilerin neredeyse tamamının video ve ses verileri olmasından dolayı yüksek bant genişliği istemeleridir. Bu yüksek bant genişliği ihtiyacının bulut bilişim mimarisinde maliyetleri artırabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu bünyesinde personellerin çeşitli dosya depolama ve paylaşım amacıyla kullanabileceği dosya sunucuları (file server) bulunmaktadır. Bu dosya sunucuları Daire Başkanlıkları bazında personelin çeşitli yetkilere sahip olarak veri depolama, paylaşma, düzenleme, silme vb. işlemleri gerçekleştirebildikleri ortak alanlardır. Bu dosya sunucularını personeller yalnızca iç ağda iken kullanabilmektedirler. Ayrıca mevcutta bulunan dosya sunucularının masaüstü bilgisayarlar hariç başka bir platform üzerinden erişim desteği bulunmamaktadır. Bahsi geçen bu olumsuz durumları yaşamamak adına Üst Kurul personelinin bulut bilişim depolama ürünlerini kullanması yerinde olacaktır. Bulut

[233] https://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/rtuk-skaas (17.06.2021)

bilişim mimarisinde veri depolama hizmeti sunan uygulamaların Üst Kurul bünyesine kazandırılması sayesinde personeller, istedikleri platform ve işletim sistemi üzerinden verilerine ulaşabileceklerdir.

KAYNAKÇA

Alford, Ted, Morton, Gwen ve Repczynski, Ann (2010), "The Economics of Cloud Computing", *ISPA/SCEA Joint Annual Conference and Training Workshop,* 8-11 Haziran 2010, San Diego.

Armbrust, Michael (2009), "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing", *University of California,* Berkeley.

Batı, Kutay (2015), *Bulut Bilişim ve Etkileri,* Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Bayın, Gamze, Yeşilaydın, Gözde ve Özkan, Okan (2016), "Bulut Bilişimin Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı", *Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 48.

Beşkirli, Ayşe, Özdemir, Durmuş ve Beşkirli, Mehmet (2019), "Şifreleme Yöntemleri ve RSA Algoritması Üzerine Bir İnceleme", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı,* s. 286.

Bindu, Shwetha ve Yadaiah, B. (2011), "Secure Data Storage in Cloud Computing", *Internation Journal of Research in Computer Science,* Sayı: 1, No: 1, s. 63-73.

Canbek, Gürol ve Sağıroğlu, Şeref (2007), "Kötücül ve Casus Yazılımlar: Kapsamlı Bir Araştırma", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt: 22, No: 1, s. 122.

Cao, Qian ve Gong, Zhechen (2015), *API Design Considerations: An Empirical Assessment Approach,* University of Gothenburg Department of Computer Science and Engineering, Yayımlanmamış Lisans Bitirme Tezi, Göteburg.

Cattaneo, Gabriella (2013), "Cloud for Science and Public Authorities", *Digital Agenda for Europe, European Commission.*

Choudhury, Nupur (2014), "World Wide Web and Its Journey from Web 1.0 to Web 4.0", *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Sayı: 5, No: 6, s. 8096-8100.

Cliff, Dave (2010), "Remotely Hosted Services and Cloud Computing", *Becta Leading Next Generation Learning.*

Corbató, F. J., Merwin-Daggett, M. ve Daley, R. C. (1962), "An Experimental Time-sharing System", *Spring Joint Computer Conference*, 1-3 Mayıs 1962, New York.

Çalık, Esra, Erdem, Hüseyin Aşkın ve Aydın, M. Ali (2014), "Bulut Bilişim Güvenliği İçin Homomorfik Şifreleme", *XIX. Türkiye'de İnternet Konferansı Bildirisi*, İzmir, s. 2.

Çetiner, Y. (2014), *Bulut Bilişim ve Örnek SaaS Uygulaması*, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale.

Ebem, Şeriban (2013), *Kamu Bilişim Sistemleri Açısından Bulut Bilişimin Teknik, Yönetim ve Hukuki Boyutlarıyla İncelenmesi: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu İçin Öneriler*, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Teknik Uzmanlık Tezi, Ankara.

Ergin, Oğuz (2012), "Kamuda Bulut Bilişim 1. Çalışma Grubu", Türkiye Bilişim Derneği Kamu Bilgi İşlem Merkezleri Yöneticileri Birliği Kamu Bilişim Platformu, Ankara.

Eyüpoğlu, Çiğdem (2013), *Bulut Bilişim, Geçiş ve Türkiye'deki Mevcut Durum*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Garfinkel, Simson L. (2007), "An Evaluation of Amazon's Grid Computing Services: EC2, S3, and SQS", *Harvard Computer Science Group Technical Report TR-08-07*, Harvard Library.

Government of India‟s GI Cloud (Meghraj) Strategic Direction Paper (2013), Department of Electronics & Information Technology Government of India.

Goyal, Sumit (2014), "Public cs Private vs Hybrid vs Community – Cloud Computing: A Critical Review", *I.J. Computer Network and Information Security*, Sayı: 3, s. 20-29.

Gulati, Mehek, Verma, Kanika (2016), "Digital Locker", *JETIR*, Sayı: 3, Yıl: 6, Hindistan.

Haider, Abdul Hassan Hadi Al Kim, Shouman, Barua (2018), "Service Level Agreement (SLA) for Cloud Computing Compilation with Common and New Formats", *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, Sayı: 6.

İnağ, Yasin, Ceyhan, Eyüp Burak ve Sağıroğlu, Şeref (2015), "Bulut Bilişimin Kurumsal Zorlukları ve Çözüm Önerileri", *International Conference on Information Security and Cryptology ISCTurkey*, Ankara.

İsaoğlu, Emre A. (2014), *Elektronik Haberleşme Sektöründe Yeşil Uygulamalar ve Türkiye İçin Öneriler*, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ankara.

Jacob, Bart, Brown, Michael, Fukui, Kentaro ve Trivedi, Nihar (2005), *Introduction to Grid Computing*, IBM Red Books, USA

Jamsa, Kris (2013), "Cloud Computing*", Jones and Bartlett Learning*, Burlington.

Kılıç, Hakan (2017), *Kamuda Bulut Bilişim Kullanımına Yönelik Risk Analizi ve Yönetimi*, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Uzmanlık Tezi, Ankara.

Koruyan, Kutan ve Bingöl, F. Itır (2015), "Bulut Bilişim Hizmet Sağlayıcılarının Veriyi Koruyamamaları Durumuyla İlgili Türk, Avrupa Birliği ve Amerikan Hukukundaki Düzenlemeler", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 17.3, s. 367-388.

Krebs, Rouven, Momm, Christof ve Kounev, Samuel (2012), "Architectural Concerns in Multi-Tenant SaaS Applications", *Proceedings of the 2nd International Conference on Cloud Computing and Services Science*, 18-21 Nisan 2012, Porto.

Kulkarni, Grudatt (2013), "Communication as Service Cloud", *International Journal of Computer Networking, Wireless and Mobile Communications*, Sayı: 3, No: 1, s. 149-156.

Kuyoro S. O., Ibikunle F. ve Awodele O. (2011), "Cloud Computing Security Issues and Challenges", *International Journal of Computer Networks*, s. 247-255.

Kwasniewski, Thomas J., Puig EJ, (2011), “Cloud Computing in the Government”, *The Data & Analysis Center for Software*, New York.

Lewis, Grace A. (2013), “Role of Standards In Cloud-Computing Interoperability”, *System Sciences (HICSS)*, s. 26-34.

Liu, Fang, Tong, Jin, Mao, Jian, Bohn, Robert, Messina, John, Badger, Lee ve Leaf, Dawn (2011), “NIST Cloud Computing Reference Architecture”, *U.S. Department of Commerce, Special Publication 500-292*, United States.

Madnick, S. E. ve Donovan, J. J. (1973), “Application and Analysis of the Virtual Machine Approach to Information System Security and Isolation”, *Proceedings of the Workshop on Virtual Computer Systems,* Cambridge.

Mather, Tim , Subra, Kumaraswamy ve Latif, Shahed (2009), *Cloud Security and Privacy*, O'Reilly Media Inc, USA.

Mell, Peter ve Grance, Timothy (2011), “The NIST Definition of Cloud Computing”, *U.S. Department of Commerce, Special Publication 800-145,* United States.

Mirzaoğlu, Ayşe Gül (2011), *Bulut Bilişimin Teknik, Uygulama ve Düzenleme Boyutuyla Değerlendirilmesi, Dünya Örnekleri ve Ülkemize İlişkin Öneriler*, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Bilişim Uzmanlığı Tezi, Ankara.

Odun-Ayo, Isaac, Ajayi, Olasupo ve Falade, Adesola (2018), “Cloud Computing and Quality Service: Issues and Developments”, *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists,* No: 1

OECD (2014), “Cloud Computing: The Concept, Impacts and the Role of Government Policy”,*OECD Digital Economy Papers*, Sayı: 240, OECD Publishing, Paris.

Okutucu, Baki Onur (2012), *Bulut Bilişim ve Teknolojileri*, Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Oluwatosin, Haroon Shakirat (2014), “Client-Server Model”, *IOSR Journal of Computer Engineering*, Sayı: 16, No: 9, s. 67-71.

Öğretmen, Fatma Didem (2015), *Güvenli Bulut Bilişim Sistemi İçin Saldırı Tespit Sistemi Kullanımı*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özdaş, Muhammed R. (2014), *Bulut Bilişimin Kamuda Kullanımı, Dünya Örnekleri ve Türkiye İçin Öneriler*, T.C. Kalkınma Bakanlığı Uzmanlığı Tezi, Ankara.

Rittinghouse, John W. ve Ransome, James F. (2009), *Cloud Computing Implementation, Management and Security"*, Taylor and Francis Group, New York.

Schubert, Lutz, Jeffery, Keith ve Neidecker-Lutz, Burkhard (2012), "A Roadmap For Advanced Cloud Technologies Under H2020", Digital Agenda for Europe, European Commission.

Sosinsky, Barrie (2010), *Defining Cloud Computing, in Cloud Computing Bible*, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, United States.

Srivastava, Nidhi (2018), "MeghRaj A Cloud Environment for e-Governance in India", *International Journal of Computer Sciences and Engineering (JCSE)*, Sayı: 6, Yıl: 11, Hindistan.

Tanrıkulu, Zuhal (2004), "Bilişim Sistemi Geliştirme Projelerinin Yönetimi Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 15, Sayı: 48, s.39-51.

TÜBİTAK ULAKBİM TR-GRID Ulusal Grid Oluşumu Stratejik Planı (2007), Ankara.

Türkiye Bilişim Derneği (2012), Kamuda Bulut Bilişim Raporu, TBD Kamu-BİB Kamu Bilişim Platformu XIV, Ankara.

UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory (2009), "*Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing",* Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, Kaliforniya.

Varia, Jinesh (2011), "Architecting for the Cloud: Best Practices", *Amazon Web Services.*

Wyld, David C. (2010), "The Cloudy Future of Government IT: Cloud Computing and The Public Sector Around The World", *International Journal of Web and Semantic Technology*, Sayı: 1, LA.

Xavier C. (2003), *Web Technology and Design*, New Age Internation Limited, New Delhi.

YASED Uluslararası Yatırımcılar Derneği (2012), *2023 Hedefleri Yolunda Bilgi ve İletişim Teknolojileri*, Deloitte.

Yeşilırmak, Umut İsmail (2010), *Sosyal Yardım Alanında Bilişim Teknolojilerinin Kullanımı: Örnek Model Sosyal Yardım Bilgi Sistemi*, Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Genel Müdürlüğü Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Ankara.

Zwattendorfer, Bernd (2013), "Cloud Computing in E-Government Across Europe", *E-Government Innovation Center (EGIZ)*, Graz.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/cloud-computing (14.08.2020)

https://help.it.ox.ac.uk/cloud/cloud-computing (14.08.2020)

https://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/internet'in-tarihçesi (15.08.2020)

https://siliconangle.com/2016/03/14/ten-years-on-jeff-bezos-risky-bet-on-amazon-web-services-pays-off-big (15.08.2020)

https://www.pioneer-search.com/blog/2020/03/the-history-of-cloud-computing (16.08.2020)

https://resources.infosecinstitute.com/11-points-consider-virtualizing-security/#gref (17.08.2020)

https://www.teknotel.com/blog/sanallastirma-ve-bulut-bilisimin-farklari/ (18.08.2020)

https://www.peoplefluent.com/blog/learning/single-tenant-lms-vs-multi-tenant-lms-security/ (20.08.2020)

https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html (23.08.2020)

https://www.ibm.com/cloud/blog/top-5-advantages-of-software-as-a-service. (28.09.2020)

https://www.bmc.com/blogs/saas-vs-paas-vs-iaas-whats-the-difference-and-how-to-choose. (01.10.2020)

https://liquid-state.com/advantages-paas-platform-as-a-service/ (01.10.2020)
https://www.infoworld.com/article/3220669/what-is-iaas-your-data-center-in-the-cloud.html (01.10.2020)

https://www.dataprise.com/resources/blog/iaas-benefits (03.10.2020)

https://www.sdxcentral.com/networking/virtualization/definitions/what-is-naas/ (07.10.2020)

https://yukselis.wordpress.com/2012/01/27/bulut-bilisim-el-kitabi/ (08.10.2020)

https://www.salesforce.com/uk/blog/2015/11/why-move-to-the-cloud-10-benefits-of-cloud-computing.html (09.10.2020)

https://www.afr.com/technology/cloud-computing-finally-killed-the-mac-vs-pc-debate-after-30-years-20160519-goylua (10.10.2020)

https://www.skyhighnetworks.com/cloud-security-blog/11-advantages-of-cloud-computing-and-how-your-business-can-benefit-from-them/ (10.10.2020)

https://www.datamation.com/cloud-computing/survey-reveals-cloud-computing-benefits-and-challenges.html (11.10.2020)

https://nexia.com/insights/global-insight/the-benefits-and-risks-of-cloud-computing/ (12.10.2020)

https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/TUBITAK-BILGEM_YTE-BulutAltyapiHizmetiRehberi.pdf (12.10.2020)

https://www.hakanuzuner.com/cloud-computing-risk-and-security-assesment-bulut-bilisim-risk-ve-gvenlik-degerlendirmesi/ (16.10.2020)

https://downloads.cloudsecurityalliance.org/assets/research/security-guidance/security-guidance-v4-FINAL.pdf (17.10.2020)

https://www.kargem.com.tr/dosyalar/2016/04/Arastirma-Yazisi-3-Isletmelerde-Egitim-ve-Egitim-Ihtiyac-Analizi.pdf (18.10.2020)

https://www.ibm.com/cloud/learn/data-centers (20.10.2020)

https://crmtrilogix.com/Cloud-Blog/IaaS-and-PaaS/Cloud-Infrastructure--Data-Center-Architecture/160 (21.10.2020)

https://fdocuments.in/document/cloud-computing-use-cases-whitepaper-4-0.html (22.10.2020)

https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital-strategy/25-point-implementation-plan-to-reform-federal-it.pdf (25.10.2020)

https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2013/04/Yeni-BTS_Kuresel-Egilimler_Ulke_Inc_Bilgi_teknolojileri_sektoru.pdf (26.10.2020)

https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/omb/assets/egov_docs/federal-cloud-computing-strategy.pdf (26.10.2020)

https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-information-technology-outlook-2010_it_outlook-2010-en#page1 (27.10.2020)

https://www.cio.gov/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ (28.10.2020)

https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=6c9daf49-3ab7-42e1-9d63-e24741609258 (01.11.2020)

https://www.idg.com/tools-for-marketers/2018-cloud-computing-survey/ (01.11.2020)

https://www.idg.com/tools-for-marketers/2020-cloud-computing-study/ (01.11.2020)

https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:EN:PDF (02.11.2020)

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_12_38 (02.11.2020)

https://www.zdnet.com/article/cerns-european-cloud-computing-mission/ (02.11.2020)

https://turk-internet.com/avrupa-bulut-bilisim-platformu-olusturuldu-helix-nebula-the-science-cloud/ (03.11.2020)

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2013/01/Replay_of_the_Helix_Nebula_-_the_Science_cloud_public_event_part_2 (03.11.2020)

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprises (04.11.2020)

https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/towards-more-secure-and-trusted-cloud-europe (04.11.2020)

https://www.politico.eu/article/eu-pledges-e10-billion-to-power-up-industrial-cloud-sector/ (04.11.2020)

https://venturebeat.com/2012/04/17/notion-capital-raises-100-million-cloud/ (06.11.2020)

https://www.gov.uk/guidance/how-to-use-cloudstore (06.11.2020)

https://www.cloudindustryforum.org/content/uk-cloud-adoption-rate-reaches-88-finds-new-research-cloud-industry-forum (06.11.2020)

https://www.gov.uk/guidance/government-cloud-first-policy (06.11.2020)

https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=4ed69a04-0611-49ce-a324-6c2f5bdbbdd0 (12.11.2020)

https://www.statista.com/statistics/476503/g-cloud-monthly-spending-uk/ (17.11.2020)

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/Releases/Telecommunications/news090317_1.html (18.11.2020)

https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Japan-to-hire-Amazon-to-build-government-cloud (19.11.2020)

https://opengovasia.com/how-worlds-first-cloud-specific-law-will-impact-south-koreas-public-sector/ (15.11.2020)

https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=cbdef3bc-6cd5-46fa-b86e-e1a5f212c8e6 (23.11.2020)

https://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Singapore.pdf (18.11.2020)

https://www.zdnet.com/article/singapore-looks-to-reengineer-government-it-systems-with-cloud-tech-stack/ (25.11.2020)

https://digilocker.gov.in/ (08.12.2020)

http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2019/08/Kamu_bit_yatirimlari_2019.pdf (08.12.2020)

http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2015/02/050200_Eylem07.pdf (08.12.2020)

http://www.bilgitoplumu.gov.tr/strateji-ve-eylem-planlari-2/2006-2010-bilgi-toplumu-stratejisi/ (08.12.2020)

https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/btyk25_yeni_kararlar_toplu.pdf (09.12.2020)

https://www.utikad.org.tr/images/BilgiBankasi/11ulastirmadenizcilikvehaberlesmesurasisonucbildirgesi-2652.pdf (09.12.2020)

https://www.bthaber.com/ulusal-kamu-entegre-veri-merkezi-fizibilitesi-tamamlaniyor/ (09.12.2020)

https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/2020_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (09.12.2020)

https://statik.tse.org.tr/upload/tr/dosya/icerikyonetimi/1202/17032015093613-3.pdf (09.12.2020)

https://www.uyap.gov.tr/Genel-Bilgi (10.12.2020)

https://www.bthaber.com/bilisim-bir-bakanligi-hak-ediyor/ (10.12.2020)

https://geant3plus.archive.geant.net/Pages/default.aspx (10.12.2020)

https://indico.cern.ch/event/429895/contributions/1064295/attachments/927066/1312393/TR-Grid_Initiative_Status-April_2006.pdf (10.12.2020)

https://ulakbim.tubitak.gov.tr/tr/hizmetlerimiz/truba-0 (10.12.2020)

https://www.b3lab.org/hakkimizda/ (10.12.2020)

https://www.b3lab.org/sayfa/gumruk_muhafazanin_tespit_kapasitesinin_gelistirilmesi_icin_teknik_yardim_projesi-19 (10.12.2020)

https://www.b3lab.org/sayfa/tuik_buyuk_veri_ileri_analitik_projesi-10 (10.12.2020)

https://www.belediye.gov.tr/hakkimizda (11.12.2020)

https://www.bthaber.com/sgk-bolge-bulut-bilisim-merkezi-olacak/ (11.12.2020)

https://www.turksat.com.tr/tr/hakkimizda/uydu-tarihcesi (11.12.2020)

https://www.satcloud.com.tr/en/dosya-turksat (11.12.2020)

https://www.satcloud.com.tr/en/sanallastirma (11.12.2020)

https://bulutsehir.csb.gov.tr/ (11.12.2020)

https://yalova.csb.gov.tr/bulut-sehir-uygulamasi-devreye-girmistir-haber-232578 (11.12.2020)

https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/aspilsan-havelsanin-bulut-bilisim-sistemine-gecti/1718249 (12.12.2020)

https://www.aspilsan.com/icerik.asp?id=43 (12.12.2020)

https://www.turkcell.com.tr/kurumsal/kurumsal-cozumler/turkcell-coklu-bulut (12.12.2020)

https://medya.turktelekom.com.tr/yeni-bulut-servisi-dijital-depo/ (12.12.2020)

http://medyamerkezi.vodafone.com.tr/basin-bultenleri/denizbank-vodafone-bulut-santral-ile-evden-calismaya-gecisi-hizlandirdi (12.12.2020)

https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/ (13.12.2020)

https://aws.amazon.com/tr/about-aws/ (13.12.2020)

https://aws.amazon.com/tr/ec2/ (13.12.2020)

https://aws.amazon.com/tr/ses/ (13.12.2020)

https://aws.amazon.com/tr/s3/ (13.12.2020)

https://aws.amazon.com/tr/vpc/ (13.12.2020)

https://news.microsoft.com/about/ (13.12.2020)

https://azurecloudblog.com/index.php/azure/history-of-azure/ (13.12.2020)

https://azure.microsoft.com/ (13.12.2020)

https://www.cnet.com/news/microsoft-ditches-skydrive-for-onedrive-after-bskyb-dispute/ (13.12.2020)

https://www.microsoft.com/tr-tr/microsoft-365/onedrive/online-cloud-storage (13.12.2020)

https://about.google/our-story/ (13.12.2020)

https://about.google/intl/ALL_tr/products/ (13.12.2020)

https://cloud.google.com/products/ (13.12.2020)

https://www.google.com/drive/ (13.12.2020)

https://www.google.com/docs/about/ (13.12.2020)

https://www.alibabacloud.com/about (14.12.2020)

https://www.cozumpark.com/alibaba-cloud-nedir/ (14.12.2020)

https://www.cyberark.com/what-is/identity-security/ (14.06.2021)

https://www.kaspersky.com.tr/resource-center/threats/ddos-attacks (14.06.2021)

https://tr.wikipedia.org/wiki/SQL_Injection (14.06.2021)

https://fordefence.com/saldiri-tespit-ve-onleme-sistemleri-ids-ips/ (17.06.2021)

https://medium.com/ltunes/simetrik-blok-şifreleme-algoritmalari-ve-yapisi-c76fbe80ed4 (17.06.2021)

https://www.ntt-review.jp/archive/ntttechnical.php?contents=ntr201407fa5.html (17.06.2021)

https://www.gsl.com.tr/guumlvenli-a287-trafi287i-iccedilin-ipsec-vpn-nedir-nas305l-ccedilal305351305r.html (17.06.2021)

https://www.beyaz.net/tr/destek/makaleler/felaket_kurtarma_merkezi_neden_onemlidir.html (17.06.2021)

https://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/rtuk-skaas (17.06.2021)

ÖZET

1950'li yıllardan itibaren bilişim sistemleri hem iş hayatına hem de insanların kişisel hayatına etki etmeye başlamıştır. Bu gelişim 1990'lı yıllarda hız kazanarak bilişim sistemlerini, kurumsal hayatın ve tüm sektörlerin merkezine konumlandırmıştır. Artan kullanıcı talepleri ve yaşanan teknolojik gelişmeler, bilişim sistemlerinde yeni model ve mimarilere olan ihtiyacı doğurmuştur. Bu ihtiyaçlara cevap olarak, sanallaştırma teknolojileri ve dağıtımlı hesaplama modellerinin öncülüğünde bulut bilişim adı verilen yeni bir bilişim teknolojisi modeli ortaya çıkmıştır.

Düşük maliyetli, esnek, ölçeklenebilir ve mobil hayata uygun olarak her yerden erişilebilir bir teknoloji olan bulut bilişim, özel sektördeki başarılı uygulamalardan sonra kamu sektöründe de kendine yer bulmuştur. Bu kapsamda bazı ülkeler kamu kurumları arasındaki iletişimi sağlamak amacıyla kendi kamu bulutlarını oluşturmaktadır. Ayrıca entegre kamu bulut veri merkezleri ile eş zamanlı olarak farklı kurumlardaki personeller, çeşitli uygulamaları bulut bilişim teknolojileri üzerinden merkezî olarak kullanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında; bulut bilişim teknolojilerinin temel özellikleri, paydaşları, dağıtım ve servis modelleri hakkında bilgi verilmiştir. Bulut bilişimin kamu sektörü üzerine olan avantajlarına dikkat çekilmiştir. Ayrıca bulut bilişimin sahip olduğu bazı riskler çözüm yolları ile birlikte aktarılmıştır. Dünyadaki ve ülkemizdeki çeşitli kamu bulutları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Yapılan araştırmalar ve incelemeler sonucunda; kamu sektörünün bulut bilişim teknolojilerine geçiş aşamasında izlemesi gereken yol haritası ayrıntılı bir şekilde aktarılmıştır. Ülkemizdeki kamu bulutu çalışmalarının eksiklikleri belirlenmiş ve bu çalışmaların ilerlemesine katkıda bulunmak amacıyla çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bulut Bilişim, Kamuda Bulut Bilişim, Dünyada Bulut Bilişim, Bulut Bilişim Uygulamaları.

ARŞİV Kayıt Bilgileri

Tezin Adı	Bulut Bilişimin Teknik ve İşletimsel Açıdan İncelenmesi: Kamu Bilişim Sistemlerinde Kullanımı
Tezin Yazarı	Mehmet Erdem YENER
Tezin Danışmanı	Orhan GÜMÜŞSOY
Tezin Konumu	Uzmanlık Tezi
Tezin Tarihi	Haziran 2021
Tezin Alanı	Bulut Bilişim
Tezin Yeri	RTÜK – ANKARA
Anahtar Kelimeler	Bulut Bilişim, Kamuda Bulut Bilişim, Dünyada Bulut Bilişim, Bulut Bilişim Uygulamaları.

ABSTRACT

Since the 1950s, information systems have started to affect both business life and people's personal lives. This development gained momentum in the 1990s and positioned information systems at the center of corporate life and all sectors. Increasing user demands and technological developments have created the need for new models and architectures in information systems. In response to these needs, a new information technology model called cloud computing has emerged under the leadership of virtualization technologies and distributed computing models.

Cloud computing, which is a low cost, flexible, scalable and accessible technology suitable for mobile life, has found a place in the public sector after successful applications in the private sector. In this context, some countries create their own public clouds in order to ensure communication between public institutions. In addition, personnel in different institutions can use various applications centrally through cloud computing technologies simultaneously with integrated public cloud data centers.

In this thesis; information was given about the basic features, stakeholders, distribution and service models of cloud computing technologies. The advantages of cloud computing over the public sector are highlighted. In addition, some risks of cloud computing are explained with solutions. Various public clouds in the world and in our country have been studied in detail.

As a result of the researches and examinations; the road map that the public sector should follow during the transition to cloud computing technologies was presented in detail. The lacks of public cloud studies in our country have been identified and various suggestions have been made to contribute to the progress of these studies.

Keywords: Cloud Computing, Cloud Computing in the Government, Cloud Computing in the World, Cloud Computing Applications.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Adapazarı'nda doğan Mehmet Erdem YENER, ilk ve orta öğrenimini Ankara Ağa Ceylan İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini ise Ankara Sincan Süleyman Demirel Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2008 - 2013 yılları arasında Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimi aldı. 2021 yılında başlamış olduğu Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgi Güvenliği Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

İş hayatına 2014 yılında Ziraat Bankası Bilgi Teknolojileri Müfettiş Yardımcılığı ile başladı. Ardından 2016 yılında Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü'ne Mühendis olarak atandı. Radyo ve Televizyon Üst Kurulu'nun açmış olduğu sınavda başarılı olarak 2018 yılı Şubat ayında Üst Kurul Uzman Yardımcısı unvanıyla göreve başlamış olan Mehmet Erdem YENER, evli ve bir çocuk babasıdır.