

YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ALANINDA AKADEMİK TARTIŞMALAR

Editör: Doç.Dr. Senem ALTAN

yaz
yayınları

Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Akademik Tartışmalar

Editör

Doç.Dr. Senem ALTAN

yaz
yayınları

2026

**Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında
Akademik Tartışmalar**

Editör: Doç.Dr. Senem ALTAN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8926-28-6

Haziran 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

- Bulut Bilişimde Sürdürülebilirlik: Yeşil
Teknolojiler ve Çevresel Sorumluluk.....1**
Ezgi Pelin YILDIZ, Elif GÜL
- Enterprise Architecture Governance in Regulated
Digital Environments.....28**
Cemal GÜMÜŞ
- The Impact of Human-AI Interaction on Perceived
Psychological Well-Being and Social Behavior.....54**
*Ayşe Gülenay ÖZEN, Başak DURUSU, Sude KARABİNA,
Şeyma ADIYAMAN, İlkin Ecem EMRE*
- Gönüllü Coğrafi Bilgiye Dayalı Gayrimenkul YBS'de
Veri Yönetişimi, Mahremiyet, Hukuk ve Bilgi
Güvenliği.....77**
Mustafa ERGÜN

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

BULUT BİLİŞİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: YEŞİL TEKNOLOJİLER VE ÇEVRESEL SORUMLULUK

Ezgi Pelin YILDIZ¹

Elif GÜL²

1. GİRİŞ

Teknolojik dönüşümün uluslararası düzeyde ivmelendiği çağımızda, veri üretimi, muhafaza ve analiz edilmesi çağdaş ekonomik yapının en etkin, destekleyici kaynaklarından bir tanesi konumuna gelmiştir. Toplumsal ve ekonomik yaşamın tüm alanlarına uyum sağlayan yapay zeka, büyük veri analitiği, nesnelerin interneti (IOT) ve otonom sistemler gibi inovatif, teknolojik araçlar insanlık tarihinde benzersiz çapta dijital veri hareketliliğini beraberinde getirmiştir. Söz konusu geniş çaplı veri ekosisteminin sürekli, emniyetli, yüksek performanslı ve ölçeklenebilir bir şekilde idare edilme gereksinimi, klasik lokal veri işleme sistemlerinin konumunu süratle bulut bilişim (cloud computing) alt yapı modellerine devretmesine neden olmuştur. Bulut bilişim; kurumlara donanım, yazılım, ağ ve veri saklama kaynaklarını çevrimiçi olarak dinamik bir biçimde hizmete sunarak başlangıç giderlerini aşağı çekmiş, operasyonel performansını yükseltmiş ve dünya çapındaki dijitalleşme süreçlerini hızlandırmıştır. Fakat dijital ekosistemde “bulut” teriminin çağrıştırdığı kavramsal, hafif ve sürdürülebilir

¹ Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi, Kazım Karabekir Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, ORCID: 0000-0002-9987-9857.

² Kafkas Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans), ORCID: 0009-0000-8974-6922.

beklentinin aksine, dünya çapındaki sistemlerin gerisinde çok büyük donanımsal yapılar ve küresel ölçekte konuşlandırılmış büyük ölçekli veri tesisleri (data centers) bulunmaktadır. Bu nedenle dijital dönüşümün insanlara sunduğu kolaylığın önemli seviyede gerçek, fiziksel ve ekolojik bedeli söz konusudur.

Bu çerçevede veri tesislerinin yoğun enerji kullanımı, karbon emisyonları, elektronik çöpler gibi zararlı ekolojik etkilerini en aza indirmeyi amaç edinen “Yeşil Bulut Bilişim” (Green Cloud Computing) modelleri, doğa dostu ve sürdürülebilirlik bakımından önemli bir mecburiyet durumuna dönüşmüştür. Bu çalışma bulut teknolojisinde sürdürülebilirlik kavramını hem sistemsel/donanım tabanlı teknik çözüm yöntemleri (temiz enerji uyarlaması, inovatif serinletme sistemleri) hem de sistemsel yazılım geliştirmeleri (dijital kaynak soyutlama, çevre dostu AI modelleri) çerçevesinde kapsamlı olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada ilk olarak, bulut teknolojisinin uluslararası karbon ve çevresel etki toplamı sistematik analizle ortaya konulacak, daha sonra çevre dostu bir dijital gelecek oluşturmak amacıyla ortaya konan yeni yöntemler akademik alana kapsamlı ve planlı bakış açısı sunacaktır.

2. BULUT BİLİŞİMİN KÜRESEL EKOLOJİK AYAK İZİ

Dijitalleşmenin ve bulut altyapı modellerinin global düzeyde elde ettiği büyüme ivmesi aynı zamanda ciddi düzeyde ekolojik sorumluluk ve kaynak kullanımı sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bilişim sektörü, geleneksel endüstriyel alanlardan ayrı olarak çevre dostu ve hafif bir sektör görüntüsüne her ne kadar sahip olsa da bulut bilişim hizmetlerinin alt yapısında aktif olan veri işleme merkezleri, iletişim ağ sistemleri, ısı kontrol sistemleri, elektrik altyapı üniteleri, donanım, üretim ve lojistik zincirleri, kayda değer bir karbon yükü ortaya çıkarmaktadır. Bu

yüzden bulut teknolojisinin doğa üzerindeki etkisi tek başına veri işleme merkezlerinin harcadığı enerjiyle sınırlı olmadan karbon salımı, su harcaması, termal yük, fiziksel ekipman üretimi, üretim aşamasındaki karbon ayak izi, e-atık ve ürün yaşam süreci etkileri birlikte değerlendirilmelidir. (Hoosain, Paul, Kass, & Ramakrishna, 2023; Üçtuğ & Ünver, 2023; Aslan et al., 2025).

Son dönemlerde gerçekleştirilen araştırmalar, veri işleme merkezlerinin çevre üzerindeki etkisinin daha iç içe geçmiş ekolojik denge meselesine evrildiğini göstermektedir. Bilhassa AI uygulamaları, büyük veri analitiği, veri depolama nesnelerin interneti ve yüksek hızlı hesaplama altyapıları, bilgi işlem tesislerine yönelik talebi çoğaltmakta; bu büyüme güç sistemleri, sera gazı yönetimi, kaynak optimizasyonu yönünden yeni zorluklar yaratmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı, veri merkezlerinin 2024 yılına kadar yaklaşık 415 TWh elektrik tüketeceğini ve bunun küresel elektrik talebinin %1.5'ine denk geldiğine vurgu yapmaktadır. Raporda, yapay zeka ve dijital hizmetlere yönelik artan talep nedeniyle veri merkezlerindeki elektrik tüketiminin 2030 yılına kadar 945 TWh'ye ulaşabileceği belirtilmektedir (International Energy Agency [IEA], 2025). Dolayısıyla, bulut bilişimin sürdürülebilirliği sadece teknik verimlilikle sınırlı değil aynı zamanda enerji tedariki, emisyon azaltma, donanım politikaları ve ekolojik yönetim ile birebir bağlantılı stratejik bir konudur.

2.1. Veri Merkezlerinin Karbon Emisyonu ve Enerji Krizi

Bulut bilişim hizmetlerini istikrarlı ve verimli bir şekilde sunmak üzere geliştirilen veri merkezleri, modern dijital ekonominin en önemli ancak enerjisi yoğun altyapılarından biridir. Bu merkezler, sunucu kümeleri, depolama birimleri, ağ anahtarları, güç dağıtım sistemleri, batarya yedekleme altyapısı ve soğutma sistemleriyle 7/24 çalışır; bu da veri merkezlerini

sürekli enerji taleplerini karşılayan endüstriyel tesislere dönüştürür. Üçtuğ ve Ünver'in Türkiye'deki Tier veri merkezine ilişkin yaşam döngüsü analizi çalışması, veri merkezi yönetim süreçlerinde çevre üzerindeki etkilerin önemli bir kısmının enerji kullanımından doğduğunu belirtmektedir. Çalışma, elektrik tüketiminin toplam çevresel etkilerin %98'inden fazlasından sorumlu olduğunu; özellikle soğutma sistemleri ve kesintisiz güç kaynaklarında gerçekleştirilecek iyileştirmelerin çevresel etkileri yıllık ortalama %15'e varan oranlarda azaltabileceğini ortaya koymuştur (Üçtuğ & Ünver, 2023). Bu bulgular, enerji tüketiminin veri merkezi sürdürülebilirliğinde en önemli değişkenlerden biri olduğunu göstermektedir.

Bir veri merkezinin karbon emisyonları, yalnızca kullandığı elektrik miktarıyla değil, bununla birlikte bu elektriğin geldiği enerji kaynağıyla da doğrudan ilişkilidir. Kömür, doğal gaz ve diğer fosil yakıtlarla çalışan veri merkezlerinin, aynı miktarda elektrik kullanan ancak çoğunlukla yenilenebilir enerjiyle çalışan binalara göre daha yüksek karbon ayak izine sahip olabileceği belirtiliyor. Aslan ve arkadaşları, veri merkezlerinin iklim nötr hedeflerine ulaşabilmesi için enerji verimliliği, varlık yaşam döngüsü yönetimi, yenilenebilir enerji kullanımı, sera gazı envanterleri ve karbon azaltma stratejilerinin eş zamanlı olarak ele alınması gerektiğini savunmaktadır (Aslan vd., 2025). Dolayısıyla bulut servis sağlayıcılarının tek başına daha yüksek performanslı sunucu tercih etmesi yeterli değildir; bununla birlikte veri işleme merkezlerinin kurulduğu alanın enerji üretim yapısı, güç dağıtım sistemlerinin sera gazı yoğunluğu ve sürdürülebilir enerjiye erişim düzeyi ekolojik başarı düzeyini tayin eden temel faktörler arasındadır.

Enerji krizinin bir diğer yönü de bilgi işlem süreçleri dışındaki amaçlar için kullanılan enerjidir. Sunucular ve ağ ekipmanları tarafından üretilen aşırı ısı, optimum çalışma koşullarını korumak için düzenli olarak uzaklaştırılmalıdır. Bu

nedenle, soğutma sistemleri bir veri merkezinin enerji tüketiminin en önemli alt bileşenlerinden biridir. Cai ve Gou, veri merkezlerinde serinletme sistemlerinin bilişim ekipmanları dışında en yoğun enerji kullanım unsurlarından biri olduğunu; pasif tasarım, mekanik soğutma, likit soğutma, dış hava ile soğutma, çift fazla soğutma yaklaşımlarının enerji tasarrufunu geliştirmede kritik bir rol üstlendiğini belirtmektedir(Cai & Gou, 2026). Çalışmada, enerji, ekonomik ve çevresel göstergeler açısından hava, su, serbest faz ve iki fazlı soğutma teknolojileri karşılaştırılmıştır; soğutma yükünü azaltmak için pasif ve aktif tasarım yaklaşımlarının eş zamanlı olarak değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Veri merkezi enerji verimliliği bakımından en çok tercih edilen göstergelerden biri Güç Kullanım Etkinliği, yani Power Usage Effectiveness (PUE) değeridir. PUE, toplam enerji tüketiminin bilişim ekipmanlarının tükettiği enerjiye kıyasını belirtir. Bu değer 1 değerine yaklaşması enerjinin çoğunluğunun doğrudan veri işleme görevlerine tahsis edildiğini gösterir. Ancak, PUE tek başına sürdürülebilirlik için yeterli değildir; çünkü karbon yoğunluğu, su kullanımı, ekipman ömrü döngüsü, emisyonlar ve elektronik atık gibi etkileri doğrudan yansıtmaz. Bu sebeple güncel literatürde PUE'nin yanında Karbon Kullanım Verimliliği (CUE), Su Kullanım Verimliliği (WUE), yaşam döngüsü değerlendirmesi ve çok kriterli sürdürülebilirlik göstergelerinin beraber kullanılmasını önermektedir. (Cai & Gou, 2026; Hoosain et al., 2023; Uptime Institute, 2024).

Yapay zeka uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte veri merkezlerinin enerji ve karbon ayak izi daha da belirgin hale gelmiştir. Derin öğrenme modellerinin eğitimi, büyük ölçekli çıkarım süreçleri ve GPU yoğun hesaplama mimarileri alışılmış bulut bilişim yükleriyle karşılaştırıldığında; belirgin şekilde daha yüksek enerji gereksinim seviyesine ihtiyaç duyabilmektedir. de

Vries-Gao, yapay zekanın veri merkezlerinin elektrik tüketimindeki artışın temel itici gücü haline geldiği belirtmekte; ancak veri merkezi işletmecilerinin çevresel performans verilerini paylaşmada şeffaflık eksikliği, karbon ve su ayak izinin hesaplanmasını güçleştirdiğini ortaya koymaktadır (de Vries-Gao, 2026). Bu durum, bulut bilişimde sürdürülebilirlik konusunun optimizasyonla sınırlı kalmaması gerektiğini; şeffaflık, çevresel bilgilerin yayılması ve siyasi mevzuatla da desteklenebileceğini göstermektedir.

Son yıllarda, enerji verimliliğini artırmak için yapay zeka tabanlı yöntemler de önemli bir araştırma odağı haline gelmiştir. Kahil ve arkadaşları, veri işleme merkezi enerji etkinliği için pekiştirmeli öğrenme ve derin pekiştirmeli öğrenme algoritmalarını inceleyen kapsamlı literatür analizlerinde, bu tekniklerin ısı kontrol sistemleri, iş planlama, kaynak yönetimi, sanal makine konumlandırma, veri akış kontrolü, gibi çeşitli alanlarda uygulanabildiğini ortaya koymaktadır. Öte yandan bu çalışma, anlık doğrulama yetersizliği, standart ölçütlerin eksikliği, multi ölçekli iyileştirme gerekliliği gibi kritik literatür eksikliklerine de işaret etmektedir (Kahil, Sharma, Vălisuo, & Elmusrati, 2025). Bu bağlamda, yapay zeka yalnızca veri merkezlerinin enerji talebini artıran bir faktör olarak değil; doğru şekilde geliştirildiği takdirde enerji yönetimini iyileştirebilecek bir araç olarak da görülebilmektedir.

2.2. Elektronik Atık Yönetimi ve Donanım Döngüsü

Bulut bilişimin çevresel ayak izinin bir diğer önemli yönü, genellikle enerji tüketimine dayalı olarak, elektronik atık yönetimi ve donanımsal yaşam döngüsüdür. Veri merkezlerinde kullanılan sunucular, işlemciler, GPU'lar, depolama sistemleri, ağ ekipmanları, güç kaynakları ve pillerden oluşan altyapı sürekli değişmektedir. Artan performans beklentileri, işlemci mimarilerindeki hızlı gelişmeler ve yapay zeka gibi yoğun işlem

gücü gerektiren uygulamaların yaygınlaşması, cihaz değiştirme döngülerini hızlandırmaktadır. Bu durum sadece enerji tüketimini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda karbon emisyonları, hammadde tüketimi, tedarik zinciri üzerindeki etkiler ve kullanım ömrü sonundaki elektronik atıklar gibi sorunları da beraberinde getirmektedir (Hoosain et al., 2023; Üçtuğ & Ünver, 2023).

Elektronik atıklar, çevresel sürdürülebilirlik için büyük bir tehdittir. Sunucu anakartları, kablolama sistemleri, piller, güç kaynakları ve depolama aygıtları kurşun, cıva, kadmiyum, bromlu alev geciktiriciler ve çeşitli zehirli kimyasallar içerebilir. Bu bileşenlerin yakılması, sökülmesi veya uygun olmayan koşullar altında atılması hava, su ve toprak kirliliğine yol açabilir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), elektronik atıkların dünyada en hızlı büyüyen katı atık türlerinden biri olduğunu vurgulamakta; 2022 yılında küresel olarak 62 milyon ton elektronik atık üretilmiş olduğunu ve bunun yalnızca %22,3'ünün resmi olarak toplanıp geri dönüştürüldüğünü belirtmektedir (World Health Organization [WHO], 2024). Benzer şekilde Global E-waste Monitor 2024 raporuna göre, elektronik atık üretiminin geri işleme kapasitesinden daha süratle büyüdüğünü ve 2030 yılı itibarıyla global e-atık hacminin 82 milyon ton seviyesine çıkabileceği tahmin edilmektedir (Baldé et al., 2024).

Veri merkezlerinde e-atık yönetimi, yalnızca eski ekipmanların geri dönüşümünden ibaret değildir. Asıl önemli olan, ekipmanın tüm yaşam döngüsünün sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Hoosain ve arkadaşları, sürdürülebilir veri merkezleri için döngüsel ekonomi yaklaşımının önemini vurgulayarak, ekipmanların sökülmesi, yenilenmesi ve yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir şekillerde geri tasarlanmasının önemini ortaya koymaktadır (Hoosain et al., 2023). Bu anlayış donanımın, sadece tedarik edilme ve işletim süreciyle sınırlı olmayıp; hammadde elde edilmesi, imalat, taşıma ve dağıtım, kullanım süreci, servis, tekrar kullanım ve son geri

kazanım aşamalarına yoğunlaşmaktadır. Dolayısıyla, veri merkezi sürdürülebilirliği, operasyonel enerji tüketiminin ötesine geçerek, donanımın temelini oluşturan çevresel etkileri kapsayan bütüncül bir çerçeveyi içermektedir.

Bu noktada Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment - LCA), bulut bilişim altyapılarının çevresel etkisini değerlendirmek için sağlam bir yöntem olarak tanımlanmıştır. Bu yaklaşım, bir ürün veya sistemin çevresel etkisini yalnızca kullanım aşamasında değil, hammadde çıkarımından üretime, taşımaya, işlemeye ve kullanım sonu bertaraf süreçlerine kadar kapsamlı bir şekilde ele alır. Üçtuğ ve Ünver'in Türkiye'deki Tier 4 veri merkezi üzerinde yaptığı araştırma, veri merkezlerinin ekolojik yönden etkilerinin analiz edilmesinde LCA yaklaşımının kritikliğini vurgulamaktadır. Çalışma, elektrik tüketimini çevresel etkinin ana kaynağı olarak belirlemiş; ancak ofis ekipmanları, su, yakıt tüketimi, doğrudan emisyonlar ve kullanım sonu süreçleri de sistem kapsamına dahil edilmiştir. (Üçtuğ & Ünver, 2023). Bu tablo veri merkezi çevresel performans incelemelerinde tek başına enerji maliyetlerini, Pue değerini dikkate almanın yeterli olmadığını belirgin şekilde ortaya koymaktadır.

Bulut hizmet sağlayıcılarının donanım yaşam döngüsü açısından içselleştireceği temel yol planlarından bazıları arasında; ekipman ömrünün uzatılması, modüler cihaz tasarımı, yeniden kullanım ve yenileme, ikinci el sunucu pazarlarının geliştirilmesi, parça geri dönüşümü, tedarik zinciri yönetimi ve üretici sorumluluk mekanizmaları yer almaktadır. Bu stratejiler, elektronik atık miktarını azaltmanın ötesinde; karbon emisyonlarını azaltmada, kritik minerallerin kullanımını düşürmede ve daha da önemlisi veri merkezlerinin genel çevresel etkisini yönetmede rol oynamaktadır. Dolayısıyla bulut bilişimin çevre dostu devamlılığı tek başına temiz enerji tedarik sözleşmeleri veya optimize edilmiş termal yönetim çözümleri ile

güvence altına alınmaz. Bunların yanı sıra, bütüncül sürdürülebilirlik, enerji etkinliğini, emisyon düşürümünü, su kaynaklarının kullanımını, cihaz ömür yönetimini, dijital atık yönetim politikalarını ve ekolojik bilinç uygulamalarını bir araya getiren yönetsel bir anlayışı gerekli hale getirir.

3. EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN ALTYAPISAL VE YAZILIMSAL ÇÖZÜMLER

Bulut bilişim ekosisteminin küresel çevresel etkisi ve kaynak tüketimi nedeniyle, teknoloji sektöründe yalnızca uygulama için değil, sürdürülebilirlik için de esnekliğe acil ihtiyaç duyulmaktadır. Sürdürülebilir bir bulut altyapısı; enerji sağlama modelinden, bilgi işlem merkezi planlamasına, termal yönetim teknolojilerinden, ekipman ömür döngüsüne, yazılım yöntemlerinden görev planlama stratejilerine kadar kapsamlı bir yaklaşım gerektirir (Rostirolla et al., 2022; Hoosain, Paul, Kass, & Ramakrishna, 2023; Aslan et al., 2025).

Yeşil bulut bilişim yaklaşımı, altyapı ve yazılım çözümlerine odaklanmaktadır. Altyapı çözümleri arasında yenilenebilir enerji entegrasyonu, enerji depolama sistemleri, düşük karbonlu şebekelerin kullanımı, yüksek verimli soğutma teknolojileri ve ekipman yaşam döngüsü yönetimi yer almaktadır. Yazılım çözümlerinde ise algoritmik verimlilik, dinamik kaynak tahsisi, sanallaştırma, konteynerleştirme, karbona duyarlı iş yükü stratejisi ve yapay zeka destekli enerji optimizasyonu gibi enerji tüketimini direkt etkileyen uygulamalar yer almaktadır (Katal, Dahiya, & Choudhury, 2023; Wu et al., 2022). Özetle, bulut bilişimde çevresel sürdürülebilirlik, yalnızca daha az enerji verimli sunucular kullanmakla değil; aynı zamanda enerji, yazılım ve operasyonel yönetim katmanlarını eş zamanlı olarak optimize ederek de sağlanabilir.

3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Entegrasyonu: Güneş, Rüzgar ve Jeotermal Enerji

Veri merkezlerinin fosil yakıta dayalı enerji ağlarına olan bağımlılığını azaltmak, karbon nötr hedeflerine ulaşmada önemli bir faktördür. Veri merkezleri sürekli olarak büyük miktarda elektriğe ihtiyaç duyduğundan, kullandıkları elektriğin kaynağı karbon ayak izlerini doğrudan belirler. Kömür, doğal gaz veya diğer fosil yakıtlarla çalışan veri merkezleri yüksek karbon yoğunluğuna sahip olabilir; enerji karışımına güneş, rüzgar, hidroelektrik ve jeotermal gibi yenilenebilir kaynakların dahil edilmesi, işletme emisyonlarını azaltmada önemli bir rol oynayabilir (Rostirolla et al., 2022; Aslan et al., 2025).

Yenilenebilir enerji entegrasyonu, yalnızca veri merkezinin elektrik tüketiminin “yeşil enerji” ile karşılması anlamına gelmez. Asıl mesele, veri merkezlerinin yüksek süreklilik ve güvenilirlik gereksinimleri ile yenilenebilir kaynakların değişken üretim karakteri arasında teknik denge kurabilmektir. Güneş enerjisi gündüz saatlerinde yüksek üretim sağlarken gece üretim durmakta; rüzgar enerjisi ise coğrafi ve meteorolojik koşullara bağlı olarak dalgalı bir üretim profili göstermektedir. Bu yüzden, yenilenebilir enerjilerin entegrasyonu, akıllı şebeke işletimi, enerji depolama çözümleri, tahmin algoritmaları ve esnek planlama ile beraber değerlendirilmelidir (Rostirolla et al., 2022; IEA, 2025).

Veri merkezleri, güneş ve rüzgar enerjisine kıyasla yenilenebilir bir enerji kaynağı sundukları için dikkat çekmektedir. Bilhassa daha büyük jeotermal sistemler, 7/24 çalışma gerektiren veri merkezlerinin artan ihtiyaçları için daha uygun bir kaynak profili oluşturabilir. Öte yandan, jeotermal enerji tüm ülkelerde mevcut değildir; arz kapasitesi, arazi mevcudiyeti, yatırım maliyetleri, şebekelere bağlantı ve

lisanslama mekanizmaları bu yaklaşımın uygulanabilirliğinin önemli belirleyicileridir. Bundan ötürü jeotermal enerji, veri merkezleri için her yerde uygulanabilir bir çözüm değil; elverişli coğrafi ve finansal ortamlarda sürdürülebilir enerji karmasını destekleyebilecek istikrarlı, az karbon salımlı bir enerji seçeneği olarak da değerlendirilmelidir (IEA, 2025; IEA, 2026).

Batarya enerji depolama sistemleri, akıllı altyapı ve karbon bilincine sahip iş yükü yönetimi, yenilenebilir kaynakların veri merkezi operasyonlarını desteklemesinde kritik bir rol oynamaktadır. Enerji depolama sistemleri, güneş ve rüzgar gibi çeşitli kaynaklardan gelen fazla elektriğin depolanmasına ve düşük üretim dönemlerinde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Dahası, büyük veri analizi, depolama, model eğitimi veya toplu işleme gibi kritik olmayan görevler, yenilenebilir enerji üretiminin yüksek ve elektriğin karbon yoğunluğunun düşük olduğu zamanlara kaydırılabilmektedir. Bu yaklaşım, veri merkezlerinin yalnızca enerji verimliliği sağlayan yapılar olmasının ötesine geçerek, düşük karbon salımına sahip sürdürülebilir dijital altyapılar hâline gelmesini sağlamaktadır. (Rostirolla et al., 2022; Radovanovic et al., 2023; Zhao & Zhou, 2022).

3.2. Ekolojik ve Yenilikçi Soğutma Teknolojileri: Doğal ve Sıvı Soğutma

Veri merkezlerinin enerji tüketiminin önemli bir kısmı, sunucuları ve ağ ekipmanlarını güvenli sıcaklıklarda tutan soğutma sistemlerinden kaynaklanmaktadır. CPU'lar, GPU'lar ve bellek modülleri yoğun çalışma sırasında çok fazla ısı üretir; verimsiz ısı kaybı, performans düşüşüne, ekipman arızasına ve hizmet kesintisine yol açabilir. Bundan ötürü, termal yönetim yalnızca veri merkezi istikrarının teknik bir bileşeni değil, aynı zamanda enerji verimliliğini artıran ve sistem güvenilirliğini

sağlayan temel mühendislik alanlarından biridir (Cai & Gou, 2026; Azarifar, Arik, & Chang, 2024).

Hava soğutma sistemleri, geleneksel veri merkezlerinde uzun zamandır standart çözüm olarak kabul edilmekteydi. Bununla birlikte, yapay zeka, yüksek performanslı bilgi işlem ve yoğun GPU tabanlı mimarilerin yaygınlaşması, raf başına güç yoğunluğunu artırarak hava soğutmanın sınırlamalarını daha belirgin hale getirmiştir. Azarifar ve arkadaşları, yeni nesil mikro işlemcilerin termal tasarımının, güç arttıkça hava soğutmayı yetersiz hale getirebileceğini ve sıvı soğutmaya geçişi giderek daha gerekli hale getirdiğini belirtmektedir (Azarifar et al., 2024).

Doğal soğutma, iklim koşullarından yararlanarak veri merkezlerinde mekanik soğutma ihtiyacını azaltmayı amaçlayan bir yöntemdir. Enerji tasarrufu, dış havanın doğrudan veya ısı eşanjörleri aracılığıyla uygun sıcaklığa getirilmesiyle sağlanır. Öte yandan, bu yöntemin işe yaraması hava koşulları, hava kalitesi ve nem gibi faktörlere bağlıdır. Bu nedenle, doğal soğutma genellikle coğrafi konum ve hibrit soğutma stratejileriyle ilişkili bir biçimde ele alınmalıdır (Cai & Gou, 2026).

Sıvı soğutma teknolojileri, yüksek güç yoğunluğuna sahip veri işleme merkezleri için giderek daha kritik hale gelmektedir. Likitler hava ile karşılaştırıldığında daha yüksek termal iletkenlik kapasitesine sahip oldukları yoğun işlemci ve GPU yüklerinin oluşturduğu ısyıyı daha verimli şekilde dışarı atabilir. Azarifar ve arkadaşları, veri merkezlerinde dört temel likit soğutma yaklaşımını incelemiştir; arka kapak ısı değiştiricili dolaylı likit soğutma, soğuk plaka veya evaporatör temelli doğrudan likit soğutma, tek aşamalı daldırma soğutma ve iki aşamalı daldırma soğutma olmak üzere (Azarifar et al., 2024).

Sıvı daldırma soğutma sistemlerinde sunucu bileşenleri yalıtkan özel sıvıların içine yerleştirilerek doğrudan soğutulur.

Tek fazlı mimarilerde sıvı ısıyı emerek ısı değiştiriciye iletirken, iki fazlı sistemlerde sıvı ısı ile buhar fazına geçip yeniden yoğunlaşarak döngüye katılır. Bu yaklaşım, fan ve hava kanalı gereksinimini azaltarak yoğun işlem gücüne sahip sistemlerde daha verimli bir soğutma sağlar. Bu bağlamda iki fazlı sistemlerde kullanılan akışkanların çevresel etkileri, maliyet yapısı, güvenilirlik düzeyi ve güvenlik boyutları dikkatle değerlendirilmelidir. (Azarifar et al., 2024; Cai & Gou, 2026).

Soğutma performansının ölçülmesinde Güç Kullanım Etkinliği (Power Usage Effectiveness - PUE) yaygın bir metrik olarak başvurulan bir göstergedir. PUE'nin 1 değerine yaklaşması, veri merkezinde harcanan enerjinin daha büyük kısmının doğrudan bilişim ekipmanları tarafından tüketildiğini göstermektedir. Ancak bu metrik tek başına sürdürülebilirliği açıklamak için yeterli değildir; çünkü karbon salımı, su tüketimi, soğutucu akışkanların ekolojik etkisi, donanım ömrü ve e-atık gibi unsurları doğrudan yansıtmaz. Bu nedenle PUE'ye ek olarak karbon verimliliği, su verimliliği, yaşam döngüsü analizi ve çok boyutlu sürdürülebilirlik göstergelerinin birlikte ele alınması önerilmektedir. (Cai & Gou, 2026; Uptime Institute, 2024; Hoosain et al., 2023).

3.3. Yeşil Yapay Zekâ ve Algoritmaları: Yazılımsal Enerji Tasarrufu ve Sanallaştırma

Ekolojik sürdürülebilirlik açısından yalnızca fiziksel ve donanımsal unsurlar değil, yazılımsal verimlilik de önemli bir boyut olarak öne çıkmaktadır. Yazılım performansı, algoritma karmaşıklığı, model mimarisi ölçeği ve iş yükü planlaması, donanımın çalışma yoğunluğunu ve enerji tüketim profilini doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda bulut bilişimde sürdürülebilirlik, altyapı tasarımının ötesinde yazılım geliştirme süreçleriyle de doğrudan ilintilidir (Katal et al., 2023; Schwartz, Dodge, Smith, & Etzioni, 2020; Wu et al., 2022).

Büyük ölçekli yapay zeka modellerinin eğitimi ve çalıştırılması, enerji kullanımı ve karbon salımı bakımından giderek daha fazla tartışılan bir konu haline gelmiştir. Büyük dil modelleri, derin öğrenme sistemleri ve yüksek parametrelili yapay zeka sistemleri yoğun işlem gücü gerektirmektedir. Bu bağlamda yapay zeka sistemlerinin çevresel etkilerini azaltmak amacıyla yalnızca doğruluk değil, hesaplama maliyeti, enerji tüketimi, donanım kullanımı ve karbon ayak izi gibi ölçütler de dikkate alınmalıdır. (Schwartz et al., 2020; Wu et al., 2022).

Yeşil Yapay Zeka anlayışı, yapay zeka algoritmalarının yalnızca başarı oranı veya doğruluk düzeyi üzerinden değil; hesaplama maliyeti, enerji tüketimi ve karbon salımı gibi çevresel kriterlerle birlikte analiz edilmesini ön plana çıkarmaktadır. Schwartz ve arkadaşları, sürekli büyüyen modeller ve yüksek doğruluk hedeflerini “Red AI” anlayışıyla açıklarken, daha düşük kaynak kullanımıyla benzer başarı sağlayan sistemleri “Green AI” yaklaşımı kapsamında ele almaktadır (Schwartz et al., 2020). Bu çerçevede model budama, kuantizasyon, bilgi damıtma, seyrek ağ mimarileri gibi yöntemler; model doğruluğunu önemli ölçüde korurken enerji kullanımı ve daha az donanım gereksinimiyle sunmayı amaçlayan yöntemler arasında değerlendirilmektedir (Schwartz et al., 2020; Wu et al., 2022).

Yazılımsal enerji verimliliğinin önemli bileşenlerinden biri karbon odaklı iş yükü zamanlamasıdır. Bu yöntemde veri merkezleri, zaman açısından kritik olmayan görevleri elektrik şebekesinin karbon yoğunluğunun daha düşük olduğu zaman aralıklarına veya yenilenebilir enerji üretiminin yüksek seviyede bulunduğu dönemlere yönlendirebilmektedir. Radovanovic ve arkadaşlarının tanımladığı Karbon Akıllı Hesaplama Yönetimi yaklaşımı, Google veri merkezlerinde karbon yoğunluğu düşük zaman aralıklarında yürütülmesini amaçlamaktadır (Radovanovic et al., 2023). Benzer şekilde Zhao ve Zhou tarafından önerilen yaklaşım, dağıtık bulut veri merkezlerinde karbon farkındalıklı

sanal makine yerleşimi sağlayarak karbon salımını düşürmeyi ve temiz enerji kullanımını artırmayı amaçlamaktadır(Zhao & Zhou, 2022).

Sanallaştırma ve konteynerizasyon teknolojileri, veri merkezlerinde yazılımsal sürdürülebilirliğin en köklü uygulamalarından biri olarak kabul edilmektedir. Klasik yapılarda her uygulama için ayrı fiziksel sunucu ayrılması, donanım kaynaklarının verimsiz kullanılmasına ve boşta çalışan sistemlerin enerji tüketmesine neden olmaktadır. Sanallaştırma teknolojileri aynı fiziksel sistem üzerinde çok sayıda sanal makinenin çalışmasına imkan tanırken; konteyner teknolojileri uygulamaların daha hafif ve esnek biçimde çalıştırılmasına olanak vermektedir. Katal ve arkadaşları, enerji tüketiminin azaltılmasında yazılım tabanlı çözümler ile konteyner tabanlı optimizasyonların enerji verimliliğini artırmada etkili yöntemler olduğunu ifade etmektedir (Katal et al., 2023). Dolayısıyla sanallaştırma ve konteyner teknolojileri, fiziksel sunucu ihtiyacını azaltarak kaynak kullanımını optimize eden ve veri merkezlerinde enerji verimliliğini artıran önemli sürdürülebilirlik araçları olarak öne çıkmaktadır (Katal et al., 2023; Rostirolla et al., 2022; Wu et al., 2022).

Veri merkezlerinde enerji tasarrufu sağlamak amacıyla dinamik kaynak yönetimi ve yapay zeka tabanlı optimizasyon yöntemleri yaklaşımları giderek daha stratejik hale gelmektedir. Pekiştirmeli öğrenme ile derin pekiştirmeli öğrenme algoritmaları; soğutma sistemleri, görev zamanlama süreçleri, kaynak tahsisi, sanal makine yerleşimi ve ağ trafik kontrolü gibi farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Kahil ve arkadaşları, bu yöntemlerin enerji verimliliği açısından önemli fırsatlar sunduğunu ifade ederken; gerçek zamanlı doğrulama eksikliği, standart değerlendirme ölçütlerinin bulunmaması ve çok katmanlı optimizasyon problemlerinin de devam ettiğini ifade etmektedir (Kahil, Sharma, Vălisuo, & Elmusrati, 2025).

3.4. Ölçüm, Yönetişim ve Yaşam Döngüsü Temelli Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi

Ekolojik sürdürülebilirlik, bulut bilişim alanında yalnızca teknik çözümlerin uygulanmasıyla değil, bu uygulamaların ölçülebilir, izlenebilir ve karşılaştırılabilir olmasıyla değer kazanır. Önceki alt başlıklarda değerlendirilen yenilenebilir enerji entegrasyonu, gelişmiş soğutma çözümleri, yeşil yapay zeka, sanallaştırma ve karbon duyarlı iş yükü yönetimi, sürdürülebilir bulut mimarisi açısından önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bu çözümlerin gerçek çevresel etkisini ortaya koymak için sadece enerji tüketimi veya performans göstergeleri artışı gibi sınırlı göstergelere odaklanmak yeterli değildir. Veri merkezlerinin çevresel etkisi; karbon emisyonları, su tüketimi, donanım yaşam döngüsü, elektronik atık oluşumu, gömülü emisyonlar ve bölgesel kaynak kullanımı gibi birçok değişkenin beraber ele alınmasını gerektirir. Bu bağlamda sürdürülebilir bulut bilişimde ölçüm ve yönetim mekanizmaları, teknik altyapılar kadar stratejik konuma sahiptir.

Güç Kullanım Etkinliği (Power Usage Effectiveness - PUE), veri merkezlerinde enerji verimliliğinin izlenmesinde önemli bir ölçüt olsa da sürdürülebilirliği bütüncül olarak açıklamakta sınırlı bir çerçeve sunmaktadır. PUE, toplam enerji tüketiminin bilişim ekipmanlarının enerji tüketimine oranını ifade ederken, elektriğin üretim biçimi, su tüketimi, soğutucu akışkanların çevresel etkileri, donanım yenileme döngüleri ve elektronik atık oluşumu gibi çevresel boyutları doğrudan içermez. Bu sebeple modern veri merkezi sürdürülebilirlik analizlerinde PUE ile birlikte Karbon Kullanım Etkinliği (Carbon Usage Effectiveness - CUE), Su Kullanım Etkinliği (Water Usage Effectiveness - WUE), yenilenebilir enerji kullanımı, yenilenebilir enerji oranı, donanım geri dönüşüm düzeyi ve yaşam döngüsü odaklı ekolojik göstergelerin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece, enerji verimliliğinin

ötesinde çevresel sorumluluğu da dikkate alan veri merkezlerinin belirlenmesini sağlamaktadır.

Sürdürülebilir veri merkezi yönetiminde yalnızca ölçüm göstergelerinin güvenilirliği değil, aynı zamanda bu göstergelerin açık, düzenli ve erişilebilir şekilde raporlanması önemlidir. Uzun yıllar boyunca temel enerji etkinliği göstergesi olarak kullanılan PUE'nin yanında, artık karbon yoğunluğu, su kullanım düzeyi, yenilenebilir enerji oranı ve donanım yenileme politikaları daha kapsamlı çevresel göstergelerin de raporlanması beklenmektedir. Uptime Institute'un (2024) verileri, sürdürülebilirlik ile operasyonel performans ölçütlerinin veri merkezi sektöründe giderek daha fazla öne çıktığını belirtmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir bulut bilişimde raporlama mekanizmaları yalnızca kurumsal itibar oluşturmayı hedeflememeli; hesap verebilirlik, denetlenebilirlik ve kıyaslanabilirlik sağlamak amacıyla da oluşturulmalıdır. Büyük ölçekli sağlayıcıların standartlaştırılmış çevresel veriler paylaşması, hem akademik çalışmaların hem de düzenleyici süreçlerin daha güvenilir kaynaklara dayanmasına katkı sağlayacaktır.

Bulut bilişim altyapılarının çevresel etkilerini değerlendirmede Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment - LCA), altyapının tüm yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan çevresel etkileri kapsamlı biçimde incelemek için kullanılan güçlü yöntemlerden biridir. LCA yaklaşımı, çevresel etkileri yalnızca kullanım sürecine odaklanarak değil; hammadde temini, üretim, lojistik, işletim, bakım, yenileme ve kullanım sonrası aşamaları da değerlendirme içine almaktadır. Veri merkezlerinde kullanılan sunucular, işlemciler, veri depolama sistemleri, bataryalar, ağ altyapıları ve soğutma ekipmanları düzenli aralıklarla yenilediğinden, çevresel etkinin önemli bir kısmı sadece işletme sırasında değil, üretim ve kullanım sonrası süreçlerde de ortaya çıkmaktadır. Hoosain, Paul, Kass ve Ramakrishna (2023), sürdürülebilir veri merkezi yaklaşımında

yaşam döngüsü değerlendirmesi, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve kaynak verimliliği uygulamalarının kritik rol oynadığını belirtmektedir. Bu nedenle yeşil bulut bilişim yalnızca enerji tasarrufu sağlayan teknik çözümler bütünü olarak değil; donanımın yeniden kullanılabilir, onarılabilir ve geri kazanılabilir döngüsel bir altyapı yaklaşımı olarak ele alınmalıdır.

Su tüketimi, sürdürülebilirlik analizlerinde çoğu zaman geri planda kalsa da veri merkezi değerlendirmelerinde kritik bir gösterge olarak öne çıkmaktadır. Tartışmalar genellikle enerji kullanımını ve karbon salımı etrafında yoğunlaşsa da, soğutma sistemlerinde ortaya çıkan su kullanımını önemli ekolojik baskılar yaratabilmektedir. Bu nedenle su stresi bulunan bölgelerde veri merkezi yatırımlarının yalnızca enerji giderleri veya ağ performansı dikkate alınarak yapılmasının eksik bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Mytton (2021), veri merkezlerinin su kullanımının daha sistematik şekilde ölçülmesi ve raporlanması gerektiğini belirtmektedir. Bu çerçevede yer seçimi yapılırken yenilenebilir enerji potansiyeli, bölgesel karbon yoğunluğu ve doğal soğutma kapasitesinin yanında su kaynaklarının durumu da değerlendirilmelidir. Özellikle kuraklık riski yüksek alanlarda, WUE göstergesi ile birlikte yerel su stresi ve iklim risk göstergelerinin birlikte kullanılması sürdürülebilirlik açısından kritik rol oynamaktadır.

Karbon muhasebesi, ölçüm ve raporlama süreçlerinin önemli bir diğer bileşenini oluşturmaktadır. Veri merkezlerinin iklim üzerindeki etkisini sağlıklı analiz edilebilmesi için yalnızca doğrudan enerji tüketimi değil; elektrik şebekesinin karbon yoğunluğu, tedarik zinciri emisyonları, donanım üretim süreçleri, ekipman yenileme sıklığı ve kullanım sonu aşamaları da hesaba katılmalıdır. Aslan ve arkadaşları (2025), iklim-nötr veri merkezlerinde sera gazı envanteri, emisyon projeksiyonları ve değer zinciri etkilerinin birlikte ele alınmasının önemine dikkat çekmektedir. Bu çerçevede, karbon nötrlüğün yalnızca yenilenebilir

enerji satın alma anlaşmalarına dayanamayacağını göstermektedir. Gerçek anlamda iklim-nötr bir bulut altyapısı için ölçülebilir, şeffaf ve doğrulanabilir emisyon azaltım mekanizmalarına ihtiyaç vardır. Aksi takdirde karbon nötr söylemi, artan enerji tüketimi ve donanım yenileme süreçlerinin yarattığı çevresel etkileri perdeleyebilir.

Sürdürülebilir bulut bilişimde karbon muhasebesinin yazılım katmanı ile bütünleştirilmesi, giderek daha stratejik bir konuya dönüşmektedir. Veri merkezlerinin çevresel etkisi yalnızca fiziksel altyapı performansına verimliliğiyle değil, iş yüklerinin hangi zaman aralığında, hangi veri merkezi üzerinde ve hangi enerji karışımıyla çalıştırıldığı da belirleyici bir faktördür. Radovanovic ve arkadaşları (2023), karbon farkındalıklı hesaplama yaklaşımının, iş yüklerinin karbon yoğunluğu daha düşük zaman aralıklarına kaydırılabildiğini ifade etmektedir. Bu yaklaşım, sürdürülebilirlik sistemlerinin yalnızca geçmişe dönük raporlama yapan pasif yapılar olmaması gerektiğini; aynı zamanda gerçek zamanlı karar mekanizmalarını yönlendiren aktif sürdürülebilirlik mekanizmalarına dönüşmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Böylece geleceğin bulut yönetiminde karbon yoğunluğu, yenilenebilir enerji durumu ve iş yükü esnekliği birlikte değerlendirilerek daha sürdürülebilir operasyonel kararlar oluşturulabilir.

Dijital dönüşümün enerji gereksinimi üzerindeki etkisi incelenirken, verimlilik artışlarının her zaman çevresel iyileşme sağlayacağı kabulü yeniden düşünülmelidir. Daha yüksek verimli işlem üniteleri, gelişmiş soğutma mekanizmaları ve düşük enerji tüketimli yazılım mimarileri birim işlem başına sarfiyatını azaltabilir. Ancak bulut hizmetlerinin ucuzlaması ve yaygınlaşması; veri üretimi, depolama ihtiyacı ve yapay zeka kullanımını artırarak toplam talebi büyütebilir. Lange, Pohl ve Santarius (2020), dijitalleşmenin yalnızca enerji tasarrufu üretmediğini; aynı zamanda yeni enerji talep alanları da doğuran

çift yönlü etkiler üretebildiğini belirtmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir bulut bilişim, yalnızca teknik verimlilik değil, aynı zamanda toplam dijital tüketimin yönetimine de odaklanmalıdır.

Bulut bilişimde ekolojik dengeyi koruyabilmek için teknik çözümler, teknik yeniliklerin çevresel ölçümlene ve yönetim çerçeveleriyle birlikte ele alınması gereklidir. Yenilenebilir enerji kullanımı, sıvı soğutma sistemleri, sanallaştırma teknolojileri ve yeşil yapay zeka gibi çözümler tek başına yeterli değildir; bu yaklaşımlar karbon salımı, su tüketimi, donanım kullanım ömrü, elektronik atık ve yaşam döngüsü etkileriyle birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle bulut sağlayıcılarının PUE'nin ötesine geçen çok boyutlu sürdürülebilirlik metrikleri kullanması, göstergeleri benimsemesi, politika yapıcılarının ise karbon, su, e-atık ve yaşam döngüsü gibi unsurları kapsayan bütüncül standartlar geliştirmesi önemlidir. Bu vasıta ile yeşil bulut bilişim, teknik verimlilik odaklı şeffaf ve denetlenebilir bir çevresel sorumluluk temelli dijital altyapı modeline dönüşebilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bulut bilişim ve yapay zeka destekli dijital sistemler, modern ekonominin temel bileşenlerinden biri haline gelirken enerji tüketimi ve karbon salımı başta olmak üzere çeşitli çevresel sorunları da gündeme taşımıştır. Bu bölümde ortaya çıkan temel sonuç, bulut bilişimin ekolojik ayak izinin yalnızca veri merkezlerinin elektrik tüketimi üzerinden değerlendirilemeyeceğidir. Sürdürülebilir bir yapı için enerji tedariki, termal yönetim, donanım süreçleri ve yazılım temelli optimizasyonların bütüncül biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir (Freitag et al., 2021).

Bulut bilişimde sürdürülebilirlik tartışmaları yalnızca enerji tüketimine indirgenmemelidir. Çevresel etkiler;

sunucuların işletilmesi, soğutma sistemleri ve enerji arzı kadar, donanım üretimi, ekipman değişim süreçleri, stratejik hammaddelerin kullanımı ve elektronik atık süreçlerinden de etkilenmektedir. Bu nedenle bulut bilişimin ekolojik etkileri, yalnızca enerji tasarrufu sağlayan veri merkezleri perspektifiyle değil; yaşam döngüsü yönetimi ve döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmelidir. Hoosain, Paul, Kass ve Ramakrishna (2023), veri merkezlerinde sürdürülebilirlik açısından yeniden kullanım, geri dönüşüm, kaynak etkinliği ve yaşam döngüsü değerlendirme araçlarının önemini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Aslan ve arkadaşları (2025), iklim nötr veri merkezlerinin hedefinde operasyonel emisyonlara ek olarak sera gazı envanteri, azaltım politikaları ve değer zinciri etkilerinin de dikkate alınması gerektiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda yeşil bulut bilişim, yalnızca enerji tasarrufu sağlayan teknolojiler olarak değil; donanım, enerji, yazılım ve atık yönetimini ortak sürdürülebilirlik ekseninde birleştiren bütünsel bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir.

Elde edilen bulgular, “Yeşil Bulut Bilişim” yaklaşımının tek bir teknik çözümden ziyade kapsamlı bir dönüşüm modeli olduğunu ortaya koymaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımı, veri merkezlerinin karbon emisyonlarını azaltmada önemli bir katkı sağlarken, bu kaynakların değişken üretim karakteri enerji depolama sistemleri, akıllı şebekeler ve uyarlanabilir iş yükü planlaması ile güçlendirilmelidir (Rostirolla et al., 2022).

Bu bütünsel yaklaşımın en önemli sonuçlarından biri, veri merkezlerinde çevresel performansın yalnızca PUE göstergesiyle açıklanamayacağıdır. PUE enerji verimliliğini değerlendirmede önemli bir ölçüt olsa da su kullanımı, karbon yoğunluğu, soğutucu gazların çevresel etkileri, donanım yaşam döngüsü ve elektronik atık gibi boyutları doğrudan içermez. Bu sebeple sürdürülebilirlik değerlendirmelerinde PUE ile birlikte WUE, CUE, yenilenebilir enerji oranı, donanım geri dönüşüm düzeyi ve

yaşam döngüsü performansı gibi ek göstergelerin de kullanılması gerekmektedir. Uptime Institute (2024), PUE'nin sektör için temel izleme araçlarından biri olduğunu ortaya koyarken, günümüz veri merkezlerinin sürdürülebilirlik performansının daha geniş bir ölçüm araçlarıyla değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu doğrultuda Hoosain ve arkadaşlarının (2023), yaşam döngüsü ve döngüsel ekonomi merkezli yaklaşımı, veri merkezlerinin toplam çevresel etkisini değerlendirmek amacıyla daha geniş bir çerçeveye sunmaktadır.

Doğal soğutma ve sıvı soğutma sistemleri de benzer şekilde enerji verimliliği açısından önemli fırsatlar sunmaktadır; fakat bu sistemlerin etkinliği yalnızca PUE metriği ile ölçülmemeli, su tüketimi, kullanılan akışkanların ekolojik etkisi ve yaşam döngüsü analizleri de dikkate alınmalıdır (Cai & Gou, 2026).

Yazılım katmanında yeşil yapay zeka, sanallaştırma teknolojisi, konteyner tabanlı mimariler ve dinamik kaynak yönetimi teknikleri, veri merkezlerinde enerji kullanım verimliliğini yükselten başlıca unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Yapay zeka sistemleri yalnızca doğruluk performansına indirgenmemeli; enerji maliyeti, işlem gücü tüketimi ve karbon emisyonu sürdürülebilirlik ölçütleri de dikkate alınmalıdır (Schwartz et al., 2020). Bu çerçevede bulut hizmet sağlayıcılarının karbon duyarlı zamanlama ve yazılım temelli enerji optimizasyonunu sürdürülebilirlik politikalarına entegre etmesi gerekmektedir. (Katal et al., 2023).

Genel değerlendirmeye göre sürdürülebilir bulut bilişim yalnızca donanım verimliliği ile açıklanabilecek bir sistem değildir. Veri merkezlerinin konumlandırılması; yenilenebilir enerji kapasitesi, karbon yoğunluğu, doğal soğutma potansiyeli ve su kaynakları üzerindeki baskı gibi kriterler dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu nedenle değerlendirme yalnızca PUE metriğiyle

sınırlandırılmamalı, karbon ayak izi, su tüketimi, elektronik atık yönetimi ve yaşam döngüsü analizleri de değerlendirmeye dahil edilmelidir.

Gelecek araştırmalarda sıvı soğutma çözümlerinin uzun vadeli etkileri, yapay zeka modellerinin çıkarım süreçlerinin enerji tüketimi ve karbon farkındalıklı iş yükü yönetimi konuları daha kapsamlı şekilde ele alınmalıdır. Bu doğrultuda bulut bilişim, dijital dönüşümün teknik altyapısının yanı sıra, sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçası haline gelebilir (Kaack et al., 2022).

KAYNAKÇA

- Aslan, T., Holzapfel, P. K. R., Stobbe, L., Grimm, A., Nissen, N. F., & Finkbeiner, M. (2025). Toward climate neutral data centers: greenhouse gas inventory, scenarios, and strategies. *iScience*, 28(1), 111637. doi:10.1016/j.isci.2024.111637
- Azarifar, M., Arik, M., & Chang, J.-Y. (2024). Liquid cooling of data centers: a necessity facing challenges. *Applied Thermal Engineering*, 247, 123112. doi:10.1016/j.applthermaleng.2024.123112
- Baldé, C. P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R., D'Angelo, E., Althaf, S., Wagner, M. (2024). *The global e-waste monitor 2024*. International Telecommunication Union & United Nations Institute for Training and Research. <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>
- Cai, S., & Gou, Z. (2026). Towards energy-efficient data centers: a comprehensive review of passive and active cooling strategies. *Energy and Built Environment*, 7(1), 206–226. doi:10.1016/j.enbenv.2024.08.009
- de Vries-Gao, A. (2026). The carbon and water footprints of data centers and what this could mean for artificial intelligence. *Patterns*, 7(1), 101430. doi:10.1016/j.patter.2025.101430
- Freitag, C., Berners-Lee, M., Widdicks, K., Knowles, B., Blair, G. S., & Friday, A. (2021). The real climate and transformative impact of ICT: a critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns*, 2(9), 100340. doi:10.1016/j.patter.2021.100340
- Hoosain, M. S., Paul, B. S., Kass, S., & Ramakrishna, S. (2023). Tools towards the sustainability and circularity of data

centers. *Circular Economy and Sustainability*, 3(1), 173–197. doi:10.1007/s43615-022-00191-9

International Energy Agency. (2025). *Energy and AI*. Paris: IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

International Energy Agency. (2026, January 23). Investment in next-generation geothermal is surging: policies are key to further growth. IEA. <https://www.iea.org/commentaries/investment-in-next-generation-geothermal-is-surging-policies-are-key-to-further-growth>

Kaack, L. H., Donti, P. L., Strubell, E., Kamiya, G., Creutzig, F., & Rolnick, D. (2022). Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 12(6), 518–527. doi:10.1038/s41558-022-01377-7

Kahil, H., Sharma, S., Välisuo, P., & Elmusrati, M. (2025). Reinforcement learning for data center energy efficiency optimization: a systematic literature review and research roadmap. *Applied Energy*, 389, 125734. doi:10.1016/j.apenergy.2025.125734

Katal, A., Dahiya, S., & Choudhury, T. (2023). Energy efficiency in cloud computing data centers: a survey on software technologies. *Cluster Computing*, 26(3), 1845–1875. doi:10.1007/s10586-022-03713-0

Lange, S., Pohl, J., & Santarius, T. (2020). Digitalization and energy consumption: does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, 176, 106760. doi:10.1016/j.ecolecon.2020.106760

Mytton, D. (2021). Data centre water consumption. *npj Clean Water*, 4, 11. doi:10.1038/s41545-021-00101-w

Radovanovic, A., Koningstein, R., Schneider, I., Chen, B., Duarte, A., Roy, B., Cirne, W. (2023). Carbon-aware

computing for datacenters. *IEEE Transactions on Power Systems*, 38(2), 1270–1280.
doi:10.1109/TPWRS.2022.3173250

Rostirolla, G., Grange, L., Minh-Thuyen, T., Stolf, P., Pierson, J. M., Da Costa, G., Lecuivre, J. (2022). A survey of challenges and solutions for the integration of renewable energy in datacenters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111787. doi:10.1016/j.rser.2021.111787

Schwartz, R., Dodge, J., Smith, N. A., & Etzioni, O. (2020). Green AI. *Communications of the ACM*, 63(12), 54–63. doi:10.1145/3381831

Shao, X., Zhang, Z., Song, P., Feng, Y., & Wang, X. (2022). A review of energy efficiency evaluation metrics for data centers. *Energy and Buildings*, 271, 112308. doi:10.1016/j.enbuild.2022.112308

Uptime Institute. (2024). *Global data center survey results 2024*. <https://uptimeinstitute.com/resources/research-and-reports/uptime-institute-global-data-center-survey-results-2024>

Üçtuğ, F. G., & Ünver, T. C. (2023). Life cycle assessment-based environmental impact analysis of a tier 4 data center: a case study in Turkey. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 56, 103076. doi:10.1016/j.seta.2023.103076

World Health Organization. (2024). *Electronic waste (e-waste)*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-%28e-waste%29>

Wu, C. J., Raghavendra, R., Gupta, U., Acun, B., Ardalani, N., Maeng, K., Hazelwood, K. (2022). Sustainable AI: environmental implications, challenges and opportunities. *Proceedings of Machine Learning and Systems*, 4, 795–

813.

https://proceedings.mlsys.org/paper_files/paper/2022/has/h/462211f67c7d858f663355eff93b745e-Abstract.html

Zhao, D., & Zhou, J. (2022). An energy and carbon-aware algorithm for renewable energy usage maximization in distributed cloud data centers. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 165, 156–166. doi:10.1016/j.jpdc.2022.04.001

ENTERPRISE ARCHITECTURE GOVERNANCE IN REGULATED DIGITAL ENVIRONMENTS¹

Cemal GÜMÜŞ²

1. INTRODUCTION

Enterprise architecture (EA) has become one of the most widely adopted approaches for managing technological complexity and coordinating digital transformation initiatives in contemporary organizations. As organizations increasingly depend on integrated digital infrastructures, enterprise architecture provides structured frameworks for aligning technological resources, organizational processes, and strategic objectives. Through architectural standards, models, repositories, and governance principles, enterprise architecture enables organizations to coordinate technology-related activities across organizational units and manage increasingly complex information systems environments.

In highly regulated industries such as banking, telecommunications, healthcare, and insurance, enterprise architecture has become particularly important. Organizations operating in these sectors manage large-scale technological infrastructures that require coordinated governance arrangements capable of supporting operational continuity, cybersecurity,

¹ This book chapter is derived and revised from the author's doctoral dissertation focusing on enterprise architecture governance and organizational efficiency in the banking industry.

² Dr. Assoc. Prof., İstanbul 29 Mayıs University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Management Information Systems, ORCID: 0009-0004-3629-1388.

compliance management, and digital transformation initiatives simultaneously.

Financial institutions, in particular, operate highly interconnected technological environments involving core banking systems, digital channels, payment infrastructures, cybersecurity systems, customer onboarding platforms, risk management systems, and regulatory reporting environments. Coordinating these technological systems requires governance structures capable of integrating technological decision-making with organizational priorities and regulatory requirements.

Prior enterprise architecture research has frequently emphasized business–IT alignment, standardization, and organizational coordination as the primary sources of architectural value. Enterprise architecture frameworks have been associated with improved interoperability, reduced technological fragmentation, and more effective management of organizational systems. However, despite extensive investments in enterprise architecture initiatives, many organizations continue to struggle in realizing measurable organizational benefits from architectural practices.

This situation has encouraged researchers to increasingly question the mechanisms through which enterprise architecture generates organizational value. Existing studies suggest that architectural artifacts such as standards, repositories, and models do not directly produce organizational outcomes unless they are embedded within governance structures capable of guiding organizational decision-making processes. Architectural maturity alone may therefore be insufficient for improving organizational performance.

In practice, organizations frequently develop extensive architectural documentation without effectively integrating architectural principles into operational governance mechanisms.

As a result, enterprise architecture initiatives may remain largely symbolic and disconnected from organizational routines. Architectural standards may exist formally but fail to influence actual technological decision-making practices across organizational units.

These observations suggest that enterprise architecture should not be interpreted solely as a technological modeling activity. Instead, enterprise architecture may be viewed as a governance capability that structures organizational coordination and technological decision-making processes. Governance mechanisms determine whether architectural principles become operationally effective within organizational environments.

This chapter adopts a socio-technical governance perspective to examine how enterprise architecture capabilities contribute to organizational outcomes in regulated digital environments. Drawing on survey data collected from 397 information technology professionals in the banking sector, the study investigates how enterprise architecture maturity and enterprise architecture completion influence governance effectiveness and organizational efficiency.

The study argues that governance effectiveness functions as the primary mechanism through which enterprise architecture capabilities generate organizational value. In addition, the chapter examines the moderating role of human experience in strengthening the relationship between architectural maturity and governance effectiveness.

The findings demonstrate that enterprise architecture maturity and architectural completion do not directly improve organizational efficiency. Instead, their effects are fully mediated through governance effectiveness. The results further indicate that experienced professionals play a significant role in

translating architectural maturity into effective governance practices.

The chapter contributes to the enterprise architecture and IT governance literature in several ways. First, it reconceptualizes enterprise architecture as a socio-technical governance capability rather than merely a business–IT alignment mechanism. Second, it provides empirical evidence demonstrating the mediating role of governance effectiveness in transforming architectural capabilities into organizational outcomes. Third, it highlights the importance of governance structures and professional expertise in technologically complex and institutionally constrained environments.

2. ENTERPRISE ARCHITECTURE AND GOVERNANCE PERSPECTIVE

2.1. Enterprise Architecture and Organizational Coordination

Enterprise architecture provides organizations with structured representations of business processes, information systems, applications, technological infrastructures, and organizational relationships. These architectural representations enable organizations to coordinate technological initiatives, standardize infrastructures, and improve consistency across organizational units.

Enterprise architecture frameworks such as TOGAF and the Zachman Framework have institutionalized architectural practices by providing standardized approaches for documenting organizational systems and technological environments. These frameworks enable organizations to define architectural principles, establish shared technological standards, and improve interoperability among systems and organizational units.

Prior research suggests that enterprise architecture maturity improves organizational coordination by creating shared representations of technological infrastructures and business processes. Mature architectural environments generally include integrated repositories, standardized frameworks, clearly defined architectural principles, and governance structures capable of guiding technological decision-making processes.

Enterprise architecture also contributes to organizational transparency. Shared architectural standards reduce ambiguity in technology-related decisions and facilitate communication between business and IT units. Through standardized architectural principles, organizations may improve consistency in system development, technology investments, infrastructure management, and digital transformation activities.

These coordination capabilities are particularly important in technologically complex and highly regulated industries. In sectors such as banking, organizations must simultaneously manage operational efficiency, cybersecurity requirements, digital transformation initiatives, customer expectations, and regulatory compliance obligations. Enterprise architecture therefore functions not only as a technological coordination mechanism but also as a structural capability supporting organizational control and accountability.

Enterprise architecture maturity is generally associated with more integrated technological infrastructures and stronger organizational coordination. Organizations with mature architectural practices tend to develop common standards for system integration, technology governance, and infrastructure management. Such organizations are also more capable of reducing technological redundancy and improving consistency across technological environments.

However, despite these advantages, many organizations continue to struggle in realizing measurable organizational benefits from enterprise architecture initiatives. Architectural documentation and modeling activities often remain disconnected from operational decision-making processes. Organizations may establish architectural frameworks without effectively integrating architectural principles into governance arrangements capable of coordinating organizational action.

This limitation suggests that enterprise architecture maturity alone may not directly generate organizational value. Architectural capabilities require governance mechanisms capable of operationalizing architectural principles and integrating them into organizational routines.

2.2. Alignment Perspective and Its Limitations

A substantial body of information systems research has emphasized business–IT alignment as a primary mechanism through which enterprise architecture contributes to organizational performance. Strategic alignment theory suggests that organizational performance improves when technological resources, business strategies, and organizational processes are mutually reinforcing.

From this perspective, enterprise architecture supports organizational alignment by creating structured representations linking technological infrastructures with organizational objectives. Architectural frameworks provide organizations with mechanisms for coordinating technological initiatives with strategic priorities and business requirements.

Alignment-based perspectives have significantly influenced enterprise architecture research. Many studies have suggested that enterprise architecture creates value by improving

communication between business and IT units, enabling strategic consistency, and supporting organizational coordination.

However, empirical findings regarding the relationship between alignment and organizational performance remain mixed. While some studies report positive associations between alignment and organizational outcomes, others suggest that alignment alone does not guarantee improved organizational performance.

One important limitation of alignment-based explanations is that alignment primarily focuses on strategic coherence and shared understanding between organizational actors. Alignment may create common strategic direction, but it does not necessarily ensure coordinated organizational action. Organizations may develop aligned strategies and architectural models without establishing governance arrangements capable of implementing architectural guidance in practice.

This limitation is particularly visible in large organizations operating complex technological infrastructures. Architectural models and standards may remain largely symbolic if governance structures do not translate architectural principles into enforceable organizational practices. Consequently, alignment alone may be insufficient for explaining how enterprise architecture generates organizational value.

Organizations frequently establish enterprise architecture teams, architectural repositories, and formal standards while continuing to experience fragmentation in technological decision-making processes. In such environments, architectural maturity may improve structural transparency without necessarily improving operational coordination.

These observations have encouraged researchers to increasingly focus on governance mechanisms as a more comprehensive explanation for architectural value realization.

2.3. Governance Effectiveness and Enterprise Architecture

IT governance refers to the structures, processes, accountability mechanisms, and decision rights that guide technology-related decision-making within organizations. Governance mechanisms enable organizations to coordinate technological investments, manage cross-unit dependencies, and ensure that technological initiatives support organizational objectives.

From a governance perspective, enterprise architecture can be interpreted as an organizational capability that structures technological decision-making processes. Architectural standards, principles, and models provide shared representations that guide organizational actors in evaluating and implementing technological initiatives.

However, architectural artifacts alone cannot govern organizations. Their effectiveness depends on governance arrangements capable of operationalizing architectural guidance within organizational routines. Governance effectiveness therefore plays a central role in translating enterprise architecture capabilities into coordinated organizational action.

Effective governance arrangements clarify accountability structures, define decision rights, establish compliance mechanisms, and improve transparency in technological decision-making processes. Governance structures also facilitate coordination among organizational units and reduce fragmentation in technological infrastructures.

Enterprise architecture governance enables organizations to standardize system development practices, improve consistency in technological investments, and coordinate technology-related decisions across organizational units.

Governance mechanisms therefore transform architectural principles into operational practices capable of supporting organizational coordination.

In regulated digital environments, governance mechanisms perform additional institutional functions. Organizations operating under regulatory oversight must ensure that technological decisions comply with legal requirements, industry standards, and institutional expectations. Architectural governance therefore supports not only operational coordination but also regulatory alignment and organizational accountability.

The banking sector provides a particularly important empirical context for examining these relationships. Banks operate highly interconnected digital environments involving payment systems, mobile banking infrastructures, customer onboarding platforms, cybersecurity mechanisms, and reporting systems. Governance structures are therefore essential for coordinating technological activities and maintaining operational consistency.

Enterprise architecture maturity and enterprise architecture completion are expected to strengthen governance effectiveness because mature and comprehensive architectural environments provide stronger structural foundations for coordinated technological decision-making. Governance effectiveness, in turn, is expected to improve organizational efficiency by enabling more consistent implementation of technological initiatives.

2.4. Human Experience and Socio-Technical Governance

Enterprise architecture governance depends not only on technological structures but also on human expertise and organizational experience. Socio-technical perspectives

emphasize that organizational outcomes emerge through interactions between technological systems and organizational actors.

Architectural frameworks and governance structures alone cannot produce organizational coordination unless organizational actors possess the knowledge and expertise necessary to interpret and implement architectural principles. Experienced professionals facilitate communication among organizational units, interpret architectural standards more effectively, and support governance processes capable of operationalizing enterprise architecture initiatives.

Enterprise architecture initiatives frequently involve complex technological and organizational considerations. Experienced enterprise architects and IT professionals play critical roles in coordinating cross-unit dependencies, interpreting architectural principles, and translating governance structures into operational practices.

Experienced professionals are also better positioned to manage conflicts among organizational units and ensure consistency in technological decision-making processes. They may facilitate collaboration between business and IT functions while supporting implementation of governance standards across organizational environments.

Consequently, organizations with higher levels of professional expertise may be better positioned to transform architectural maturity into effective governance practices. Human experience therefore strengthens the relationship between enterprise architecture maturity and governance effectiveness.

This interaction reflects the socio-technical nature of enterprise architecture governance, where technological structures require human interpretation and enactment to become operationally meaningful.

3. RESEARCH MODEL AND METHODOLOGY

3.1. Research Model

This chapter examines the relationships among enterprise architecture maturity, enterprise architecture completion, governance effectiveness, and organizational efficiency. Governance effectiveness is conceptualized as the central mechanism linking architectural capabilities to organizational outcomes.

The study proposes that enterprise architecture maturity positively influences governance effectiveness by providing structured architectural standards and coordination mechanisms. Enterprise architecture completion is also expected to strengthen governance effectiveness by increasing consistency across technological infrastructures and organizational units.

Governance effectiveness is expected to improve organizational efficiency by enabling coordinated technological decision-making and reducing fragmentation in organizational systems. In addition, human experience is proposed to strengthen the relationship between architectural maturity and governance effectiveness.

The conceptual model therefore reflects a governance-based explanation of enterprise architecture value creation in regulated digital environments.

3.2. Data Collection and Sample

The empirical analysis is based on survey data collected from 397 information technology professionals working in the banking sector. Participants included enterprise architects, infrastructure specialists, system analysts, technology managers, and professionals involved in enterprise architecture governance and technology management processes.

The banking sector provides a suitable empirical setting because financial institutions operate highly complex technological infrastructures while simultaneously complying with strict regulatory requirements. Banks manage interconnected digital platforms, cybersecurity systems, reporting infrastructures, and risk management environments that require coordinated governance arrangements.

These characteristics increase the importance of enterprise architecture governance in ensuring coordination, compliance, and technological consistency across organizational units.

The respondents represented diverse organizational roles associated with enterprise architecture and governance activities. This diversity enabled the study to capture multiple perspectives regarding architectural maturity, governance effectiveness, and organizational coordination within regulated digital environments.

3.3. Measurement Structure

The constructs used in the study were measured using multi-item Likert-type scales adapted from prior enterprise architecture and IT governance research.

Enterprise architecture maturity measured the extent to which architectural frameworks, standards, and governance practices were systematically implemented within organizations. Enterprise architecture completion captured the degree to which architectural initiatives had been deployed across organizational and technological domains.

Governance effectiveness measured the ability of organizations to coordinate technology-related decision-making processes, enforce architectural standards, and manage accountability structures. Organizational efficiency captured perceived improvements in coordination, technological resource

utilization, and operational performance associated with enterprise architecture initiatives.

Human experience measured respondents' professional expertise related to enterprise architecture governance and technology management processes.

The reliability and validity of the measurement model were evaluated using standard structural equation modeling procedures. Reliability analyses indicated satisfactory internal consistency among measurement items, while validity analyses confirmed that the constructs represented distinct conceptual dimensions within the research model.

3.4. Data Analysis

The proposed research model was evaluated using structural equation modeling techniques. Structural equation modeling enables simultaneous examination of relationships among latent constructs and allows researchers to evaluate mediation and moderation effects within complex theoretical models.

The analysis proceeded in two stages. First, the reliability and validity of the measurement model were assessed using standard measurement evaluation procedures. Second, the structural model was evaluated to examine the relationships among enterprise architecture maturity, governance effectiveness, and organizational efficiency.

Mediation analysis was conducted to evaluate whether governance effectiveness mediates the relationship between enterprise architecture capabilities and organizational efficiency. Moderation analysis was also performed to examine the moderating role of human experience.

4. FINDINGS

4.1. Descriptive Findings

The descriptive findings indicated moderate to high levels of enterprise architecture maturity and governance effectiveness across participating organizations. Correlation analyses demonstrated positive relationships among enterprise architecture maturity, governance effectiveness, and organizational efficiency.

The results suggest that organizations with more mature architectural environments generally exhibit stronger governance capabilities and more coordinated technological decision-making processes.

The descriptive analyses also indicated that respondents perceived governance effectiveness as a critical organizational capability supporting coordination among technological initiatives and organizational units. Particularly in highly regulated banking environments, governance effectiveness appeared closely associated with improved operational consistency and technology management capabilities. Table 1 presents the descriptive statistics and correlations among the constructs examined in the study.

Table 1. Descriptive Statistics and Correlations

Construct	Mean	Std. Dev.	1	2	3	4
1. EA Maturity	3.91	0.71	—			
2. EA Completion	3.78	0.69	0.68	—		
3. Governance Effectiveness	4.02	0.73	0.72	0.64	—	
4. Organizational Efficiency	3.88	0.66	0.59	0.56	0.74	—

The correlation findings indicate that governance effectiveness demonstrates the strongest relationship with organizational efficiency, supporting the governance-centered interpretation proposed in this chapter.

4.2. Measurement Model Assessment

The reliability and validity analyses demonstrated satisfactory measurement properties for all constructs included in the research model.

Cronbach's alpha and composite reliability values exceeded accepted threshold levels, indicating strong internal consistency among measurement items. Average variance extracted values also demonstrated satisfactory convergent validity.

Discriminant validity analyses confirmed that each construct represented a distinct conceptual dimension within the model. Overall, the measurement model provided a reliable and valid representation of the constructs examined in the study.

These findings support the suitability of the data for evaluating the proposed relationships among enterprise architecture maturity, governance effectiveness, and organizational efficiency. Table 2 summarizes the reliability and validity assessment results.

Table 2. Reliability and Validity Assessment

Construct	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	AVE
Enterprise Architecture Maturity	0.967	0.91	0.66
Enterprise Architecture Completion	0.966	0.89	0.63
Governance Effectiveness	0.967	0.92	0.68
Organizational Efficiency	0.965	0.88	0.61

All constructs exceeded recommended threshold values for reliability and convergent validity. These findings indicate that the measurement model demonstrates satisfactory psychometric properties.

4.3. Structural Model Results

The structural model results indicate that enterprise architecture maturity positively influences governance effectiveness. Organizations with more mature architectural environments appear better able to establish governance mechanisms capable of coordinating technological initiatives across organizational units.

Similarly, enterprise architecture completion demonstrates a positive relationship with governance effectiveness. Organizations that more comprehensively implement enterprise architecture frameworks appear more successful in establishing consistent technological standards and governance practices.

Governance effectiveness also demonstrates a strong positive relationship with organizational efficiency. Effective governance arrangements improve coordination among organizational units, reduce duplication in technological initiatives, and support more consistent implementation of organizational processes.

The mediation analysis indicates that governance effectiveness fully mediates the relationship between enterprise architecture capabilities and organizational efficiency. This finding suggests that architectural maturity alone does not directly generate organizational benefits. Instead, governance mechanisms operationalize architectural principles and transform architectural capabilities into coordinated organizational action.

The moderation analysis further demonstrates that human experience strengthens the relationship between enterprise architecture maturity and governance effectiveness. Organizations with more experienced professionals appear more capable of translating architectural maturity into effective governance practices.

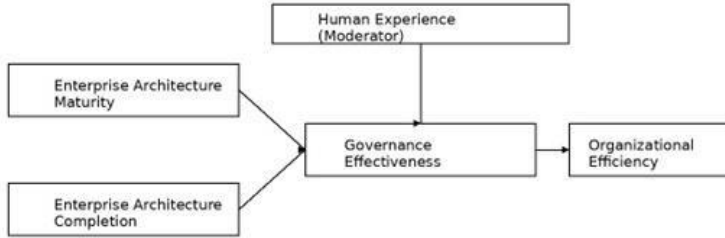
Overall, the findings support the governance-based interpretation of enterprise architecture value creation proposed in this chapter. Table 3 presents the structural model and hypothesis testing results.

Table 3. Structural Model and Hypothesis Testing Results

Hypothesis	Path	Standardized β	p-value	Result
H1	EA Maturity → Governance Effectiveness	0.41	<0.001	Supported
H2	EA Completion → Governance Effectiveness	0.36	<0.001	Supported
H3	Governance Effectiveness → Organizational Efficiency	0.52	<0.001	Supported
H4	Governance mediates EA Capabilities → Efficiency	—	—	Supported
H5	Human Experience moderates EA Maturity → Governance	0.18	0.021	Supported

The findings indicate that governance effectiveness functions as the primary mechanism through which enterprise architecture capabilities influence organizational efficiency. These results reinforce the argument that enterprise architecture creates organizational value indirectly through governance structures and coordinated technological decision-making processes. Figure 1 illustrates the conceptual research model examined in this study.

Figure 1. Research Model



Human Experience moderates the relationship between Enterprise Architecture Maturity and Governance Effectiveness.

5. DISCUSSION

5.1. Enterprise Architecture as a Governance Capability

The findings suggest that enterprise architecture should be interpreted primarily as a governance capability rather than solely as a technological modeling activity. Architectural frameworks, repositories, and standards provide structural conditions for organizational coordination, but governance mechanisms determine whether these structures become operationally effective.

This interpretation challenges traditional assumptions suggesting that enterprise architecture maturity directly improves organizational performance. Instead, the results indicate that governance effectiveness functions as the primary mechanism through which architectural capabilities generate organizational value.

Architectural maturity may establish structural transparency and coordination potential, but organizational outcomes depend on governance arrangements capable of

integrating architectural principles into organizational routines and decision-making processes.

This governance-centered interpretation also contributes to broader information systems research by demonstrating how technological capabilities generate value indirectly through organizational coordination mechanisms.

The findings reinforce the view that enterprise architecture initiatives should be integrated into governance structures rather than treated solely as technical modeling exercises. Architectural standards become operationally meaningful only when governance arrangements support their implementation across organizational environments.

The results also support socio-technical interpretations of organizational capability development. Enterprise architecture does not operate independently from organizational actors and governance processes. Instead, architectural structures and governance mechanisms interact dynamically in shaping organizational coordination and technological decision-making practices.

5.2. Implications for Regulated Digital Environments

The findings have important implications for organizations operating in regulated digital environments characterized by technological complexity and institutional oversight.

In sectors such as banking, enterprise architecture governance supports not only operational coordination but also regulatory compliance and organizational accountability. Governance structures enable organizations to integrate technological decision-making with institutional requirements and regulatory expectations.

Enterprise architecture governance therefore functions as a regulatory alignment capability capable of supporting transparency, accountability, and coordination within technologically complex environments.

The findings also demonstrate that governance structures are critical for coordinating large-scale digital transformation initiatives in regulated industries. Financial institutions increasingly operate hybrid technological environments involving cloud platforms, digital banking channels, cybersecurity infrastructures, artificial intelligence systems, and data governance mechanisms. Coordinating these environments requires governance mechanisms capable of maintaining consistency across organizational units.

Managers operating in regulated industries should consequently avoid treating enterprise architecture as a documentation-driven activity isolated from governance processes. Instead, enterprise architecture initiatives should be integrated into formal governance structures that define decision rights, accountability mechanisms, and compliance procedures.

The findings further suggest that governance maturity may become increasingly important as organizations continue expanding digital transformation initiatives involving cloud-native infrastructures, open banking ecosystems, and platform-based digital services.

5.3. Human Expertise and Organizational Coordination

The findings also highlight the importance of professional expertise in enterprise architecture governance. Experienced professionals facilitate interpretation of architectural standards, coordination among organizational units, and implementation of governance mechanisms.

This observation reinforces socio-technical perspectives emphasizing that organizational outcomes emerge through interactions between technological structures and human capabilities. Architectural frameworks require experienced actors capable of translating architectural principles into operational governance practices.

Enterprise architecture governance therefore depends on organizational learning and professional expertise as much as technological maturity. Organizations seeking to improve enterprise architecture governance should invest not only in technological frameworks but also in professional expertise and organizational learning capabilities.

These findings are particularly important for organizations managing large-scale digital transformation initiatives. As technological environments become increasingly complex, governance effectiveness depends heavily on professionals capable of coordinating organizational activities across technological and business domains.

The moderating role of human experience identified in this study suggests that governance effectiveness is not solely a structural or technological issue. Instead, governance outcomes emerge through interactions between architectural maturity, organizational capabilities, and professional expertise.

5.4. Managerial Implications

The chapter offers several managerial implications for organizations implementing enterprise architecture initiatives.

First, organizations should integrate enterprise architecture into formal governance structures rather than treating architectural activities primarily as technical documentation exercises. Governance mechanisms should clearly define

architectural decision rights, accountability structures, and compliance procedures.

Second, organizations should establish governance arrangements capable of coordinating technology-related decisions across organizational units. Architecture review boards, governance committees, and standardized compliance processes may improve coordination and reduce fragmentation within technological infrastructures.

Third, organizations should recognize the importance of professional expertise in enterprise architecture governance. Investments in architectural frameworks should be complemented by investments in experienced enterprise architects and governance professionals capable of operationalizing architectural guidance.

Fourth, organizations operating in regulated environments should recognize enterprise architecture governance as a strategic capability supporting digital transformation, regulatory coordination, and organizational accountability.

Finally, enterprise architecture governance should be viewed as a long-term organizational capability rather than a short-term technology management initiative. Sustainable architectural governance requires organizational commitment, governance maturity, and continuous coordination across organizational environments. Table 4 summarizes the key managerial implications emerging from the study.

Table 4. Managerial Implications for Enterprise Architecture Governance

Managerial Practice	Governance Contribution
Establish architecture governance boards	Improves coordination of technology decisions
Define architectural decision rights	Strengthens accountability and governance authority
Integrate EA with IT governance processes	Supports organizational consistency
Employ experienced enterprise architects	Improves governance implementation
Align EA governance with regulatory requirements	Enhances compliance and reduces regulatory risk

6. CONCLUSION

This chapter examined how enterprise architecture capabilities contribute to organizational outcomes in regulated digital environments. Drawing on a socio-technical governance perspective, the study demonstrated that governance effectiveness functions as the primary mechanism through which enterprise architecture maturity and architectural implementation generate organizational value.

The findings indicate that enterprise architecture maturity and completion do not directly improve organizational efficiency. Instead, governance structures operationalize architectural principles and enable coordinated technological decision-making processes across organizational units.

The study further demonstrates the importance of human expertise in enterprise architecture governance. Experienced professionals strengthen the relationship between architectural maturity and governance effectiveness by facilitating interpretation, coordination, and implementation of architectural standards.

Overall, the findings reconceptualize enterprise architecture as a socio-technical governance capability that supports organizational coordination, accountability, and regulatory alignment in technologically complex environments.

This perspective contributes to understanding how organizations can more effectively manage digital transformation processes in regulated industries characterized by institutional constraints and technological complexity.

Future research may further examine how enterprise architecture governance evolves in emerging digital environments shaped by cloud-native infrastructures, ecosystem architectures, artificial intelligence systems, and platform-based organizational models.

REFERENCES

- Ahlemann, F., Stettiner, E., Messerschmidt, M., & Legner, C. (2012). *Strategic enterprise architecture management: Challenges, best practices, and future developments*. Springer.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482.
- Chan, Y. E., & Reich, B. H. (2007). IT alignment: What have we learned? *Journal of Information Technology*, 22(4), 297–315.
- De Haes, S., & Van Grembergen, W. (2009). An exploratory study into IT governance implementations and its impact on business/IT alignment. *Information Systems Management*, 26(2), 123–137.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2019). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) (2nd ed.)*. Sage Publications.
- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1993). Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Systems Journal*, 32(1), 4–16.
- Lankhorst, M. (2017). *Enterprise architecture at work: Modelling, communication and analysis (4th ed.)*. Springer.
- Leonardi, P. M. (2011). When flexible routines meet flexible technologies: Affordance, constraint, and the imbrication of human and material agencies. *MIS Quarterly*, 35(1), 147–167.

- Orlikowski, W. J. (2000). Using technology and constituting structures: A practice lens for studying technology in organizations. *Organization Science*, 11(4), 404–428.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903.
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. (2006). *Enterprise architecture as strategy: Creating a foundation for business execution*. Harvard Business School Press.
- Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., & Grover, V. (2003). Shaping agility through digital options: Reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms. *MIS Quarterly*, 27(2), 237–263.
- Tamm, T., Seddon, P. B., Shanks, G., & Reynolds, P. (2011). How does enterprise architecture add value to organizations? *Communications of the Association for Information Systems*, 28(1), 141–168.
- Weill, P., & Ross, J. W. (2004). *IT governance: How top performers manage IT decision rights for superior results*. Harvard Business School Press.

THE IMPACT OF HUMAN-AI INTERACTION ON PERCEIVED PSYCHOLOGICAL WELL- BEING AND SOCIAL BEHAVIOR

Ayşe Gülenay ÖZEN¹

Başak DURUSU²

Sude KARABİNA³

Şeyma ADIYAMAN⁴

İlkim Ecem EMRE⁵

1. INTRODUCTION

In today's digital age, advancements in technology have made artificial intelligence a major part of people's lives. In particular, the widespread adoption of chatbots and digital assistants has led to a significant increase in the use of artificial intelligence. While AI tools initially served as simple tools that enabled individuals to perform many tasks easily and save time, they have gradually become tools that people frequently use in their daily lives and have come to rely on overtime. Accordingly, AI tools are being used increasingly widely and are becoming a key factor in individuals' academic, educational, professional,

¹ Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ORCID: 0009-0003-3739-1885

² Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ORCID: 0009-0008-1952-1953

³ Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ORCID: 0009-0004-9989-010X

⁴ Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ORCID: 0009-0009-7787-1166

⁵ Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ORCID: 0000-0001-9507-8967.

and daily routines. Although AI tools were initially defined as functional tools used exclusively for technical tasks, recent developments have transformed them into social actors that influence and shape individuals' emotions and behaviors. Thus, AI tools have led to changes and the reshaping of individuals' psychological and social processes (Selvi et al., 2024).

With the increasing use of AI technologies, the relationship between humans and artificial intelligence has evolved from being purely tool-oriented to also becoming an emotional partnership (Liu, 2025). Today, people have begun sharing their feelings with chatbots and digital assistants rather than with a professional or their friends, and they have started to form a strong bond with AI tools because they have an entity that does not judge them and is always available. With this strong bond, artificial intelligence has become not just a tool but an important part of individuals' social lives, significantly influencing their communication habits and emotional needs (Shneiderman, 2020).

This study aims to examine how individuals' interactions with artificial intelligence tools affect individuals in the social and psychological dimensions, and to determine the impact of these interactions on the fulfillment of individuals' psychological needs, in relation to their competency in using AI and the relationships they establish. This research is for the literature in this developing field by examining the social and psychological dimensions of human-AI interactions. Understanding the effects of AI technologies on individuals' social and psychological processes holds significant potential in this field.

2. CONCEPTUAL FRAMEWORK

AI systems have evolved from tools that simplify daily tasks to active agents playing a significant role in individuals'

social lives. Understanding the psychosocial consequences of individuals' interactions with AI tools, their social and emotional behaviors, and their impact on the fulfillment of psychological needs is of great importance to the literature.

2.1. The Psychosocial Implications of Human-AI Interaction

At the core of individuals' interactions with artificial intelligence tools lies their perception of these systems not as tools but as entities in their own right (Arğın, 2025). Although individuals are aware that they are interacting with a computer when using these tools, they establish a relationship with them just as they would with a human being; for this reason, artificial intelligence tools are referred to in the literature as social actors (Ho et al., 2018). Since auditory and visual-based artificial intelligence systems can distort individuals' perception of reality, and because individuals associate these characteristics exclusively with humans, these tools are viewed as social entities (Schneider et al., 2022). As individuals continue to interact with these systems, they tend to interpret the ideas and decisions generated by artificial intelligence as if they were their own (Pagliari et al., 2022). When emotions such as empathy and trust combine with cognitive processes like transparency and ease of understanding, individuals' adoption of artificial intelligence accelerates; conversely, when negative emotions such as fear and anxiety combine with cognitive difficulties, mistrust may arise, potentially driving individuals away from artificial intelligence systems. Accordingly, the psychological implications of interactions with artificial intelligence are explained by the way individuals' emotional and cognitive processes shape one another (Khan, 2025).

2.2. The Impact of Artificial Intelligence on Social Behavior

AI systems are causing profound changes in individuals' social behaviors and communication styles in everyday life. For example, command-based interactions with voice-activated AI assistants disrupt the balance of mutual communication in human interactions, leading to disruptions in everyday communication (Arğın, 2025). At the same time, frequent interactions with artificial intelligence systems can have a direct negative impact on relationships between real people. Studies have shown that people who frequently interact with AI tools experience a significant decline in their social interactions with real people (Fang et al., 2025). Since artificial intelligence systems lack the capacity for empathy, they have a negative impact on genuine interpersonal relationships by merely masking this deficiency and projecting the illusion that they possess empathy and other human emotions. In addition to mimicking human emotions, artificial intelligence systems continuously monitor individuals' emotions and behaviors and record the data, thereby causing individuals to lose their autonomy and privacy (Naveenraj, 2025).

2.3. The Impact of Chatbots on Individuals' Loneliness

AI companions are tools used to help reduce the sense of loneliness that people experience (De Freitas et al., 2024). In a study aiming to determine the extent to which interaction with individual-focused chatbots affects individuals' feelings of loneliness, participants engaged in daily conversations with the AI tool for a week, and a significant decrease in loneliness levels was observed on the first day, and this decrease continued on subsequent days. Based on these findings, it has been demonstrated that interactions with AI tools reduce loneliness as effectively as interaction with real people, and this effect persists continuously (Fang et al., 2025). Related to this result, it has been

observed that artificial intelligence systems behave based on individuals' momentary emotions and facilitate the formation of genuine emotional bonds among individuals (De Freitas et al., 2024). It has been predicted that this artificial bond would pose a threat, particularly to individuals who feel lonely and anxious and are reluctant to seek social support for these feelings. In Liu's study, it was observed that individuals with fearful and anxious attachment styles developed a strong sense of closeness to artificial intelligence systems as a result of their interactions with them and consequently cultivated an emotional attachment to them (Liu, 2025). In relationships formed with chatbots, the sudden shutdown of these systems by companies for reasons such as updates can have traumatic effects on individuals, similar to losing a person with whom they have formed a bond (Smith et al., 2025).

2.4. Basic Psychological Needs and Competence

AI tools are being developed to help individuals satisfy their basic psychological needs, such as being seen, heard, and understood (De Freitas et al., 2024). In this regard, because individuals believe that these tools will not reject or judge them unlike real people, they are able to communicate with chatbots in a much more open and sincere manner than they would under normal circumstances. In particular, because artificial intelligence communicates with individuals in an affirming manner, there has been an increase in individuals' levels of self-affirmation. Consequently, due to these behaviors that they do not see in real people, they feel that artificial intelligence tools understand them and accept them unconditionally (Ho et al., 2018). However, these systems have the potential to negatively impact individuals' self-efficacy. As decision-making processes are influenced, individuals face the threat of losing their autonomy and may lose their confidence in their ability to think

and feel independently by relying on artificial intelligence systems (Ani et al., 2025).

3. METHODOLOGY

This study aims to examine the interactions individuals establish with AI-based systems and the social and psychological implications of these interactions in terms of the fulfillment of basic psychological needs. The research was conducted using quantitative research methods; the data were collected via a survey and subjected to statistical analysis.

3.1. Research Model and Hypotheses

This study is based on a conceptual model grounded in the assumption that AI tools are not solely tied to technical actions but are also used to address individuals' feelings of loneliness and psychological needs. The primary focus of the study is to determine the impact of individuals' behaviors when using artificial intelligence tools on the fulfillment of basic psychological needs.

The impact of interactions with AI on individuals was examined in line with the following research questions:

- RQ₁: Do individuals' competency levels in using artificial intelligence play a decisive role in the level of their relationship with these technologies?
- RQ₂: Are there gender-based differences in preferences regarding the use of artificial intelligence tools?
- RQ₃: Does the frequency of AI use have a positive effect on the process of meeting individuals' basic psychological needs?

In line with these research questions, three hypotheses were formulated to be tested in the study:

H₁: There is a positive and statistically significant relationship between perceived competence in using artificial intelligence and the level of relationship established with artificial intelligence.

H₂: There is a statistically significant relationship between participants' gender and their most preferred AI tool.

H₃: The frequency of AI tool use has a positive and statistically significant effect on the fulfillment of psychological needs.

3.2. Measurement Instruments

A two-part survey was developed within the scope of this study to measure the impact of interactions and related psychosocial processes among individuals using artificial intelligence tools. In addition to demographic characteristics such as gender, year of birth, education level, and employment status of the participants a scale was used. The "Scale of Satisfaction of Basic Psychological Needs Through the Use of Artificial Intelligence " developed by Kaya, Çınar, and Cenkseven Önder (2025) was selected to evaluate the participants' experiences and attitudes while using AI tools, which was developed in Turkish, consists of 12 items and 4 subdimensions. Items 1–3 are associated with the Autonomy subdimension, items 4–6 with the Competence subdimension, items 7–9 with the Relationship with Other subdimension, and items 10–12 with the Relationship with Artificial Intelligence subdimension. A 5-point Likert scale was used, where 1 indicates “Never” and 5 indicates “Always”. Reliability analysis was conducted during the scale development process, and the reliability of the scale was confirmed. Confirmatory Factor Analysis results showed that the fit indices were within an acceptable range (Kaya et al., 2025). The necessary permissions were obtained from the developers of the scale.

This survey aimed to collect data from individuals who use artificial intelligence tools in their daily lives and work. Data was collected online in December 2025 through a survey created using Google Forms. As sampling convenience and snowball sampling methods were used to reach participants with diverse experiences with AI. A total of 161 people were reached through the survey, and the dataset was compiled using 157 participants who provided valid data for statistical analysis.

3.3. Data Pre-Processing

For the analysis of data collected through the survey to yield accurate results, important steps such as missing data analysis, outlier analysis, Likert scale coding, variable coding, and grouping must be followed. Implementing these steps before analysis will ensure accurate results.

To perform the analyses, survey responses based on a 5-point Likert scale were converted into a numerical format; therefore, a scale from 1 to 5 has been applied, ranging from the “Never” option to the “Always” option (1=Never, 2=Rarely, 3=Sometimes, 4=Often, 5=Always). The dataset was checked for any missing values, and it was determined that there were no missing values in any column of the dataset. By performing outlier analysis, 4 participants who consistently gave extreme (very low or very high) answers to the scale questions were identified, and their data were removed from the dataset to ensure the analysis was accurate. Additionally, to prepare the data for analysis, categorical variables such as gender, age, education level, and employment status were reformatted into new columns.

Before testing the hypotheses, it was analyzed whether the variables exhibited a normal distribution. Although the Shapiro-Wilk test for hypothesis H_1 showed a significant p-value ($p < 0.05$), the skewness and kurtosis values of the relevant variables were found to be in the range of +1.5 and -1.5. Since

these values were considered sufficient for the assumption of normal distribution, the Pearson correlation coefficient, a parametric method, was used in the analysis. In hypothesis H₃, while the dependent variable, total score, exhibited a normal distribution, the independent variable, frequency of AI use, was found not to exhibit a normal distribution. Specifically, the kurtosis value of the independent variable being high at 4.637 indicated a peaked distribution and a dominance of extreme values. Since this variable does not exhibit a normal distribution, the non-parametric Kruskal-Wallis H test was preferred in the analysis.

3.4. Reliability Analysis

Cronbach's Alpha reliability test was applied to measure the consistency of responses to the scale's items. According to the reliability analysis results presented in the table, the internal consistency coefficients of the responses Scale of Satisfaction of Basic Psychological Needs Through the Use of Artificial Intelligence and its sub-dimensions used in the study are high (Table 1).

Table 1. Reliability Analysis Results

	Cronbach's Alpha	N
Scale of Satisfaction of Basic Psychological Needs Through the Use of Artificial Intelligence	0.857	12
Autonomy	0.766	3
Competence	0.727	3
Relationship with Others	0.630	3
Relationship with AI	0.745	3

3.5. Data Analysis

Before analyzing the hypotheses, the normality of the data distribution was examined using skewness and kurtosis values, Q-Q plots, and the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests. Since the skewness and kurtosis values ranged between -1.5 and

+1.5, and the Q-Q plots indicated a normal distribution of the data, parametric and non-parametric test methods were then chosen according to the data structure. Accordingly, Pearson correlation analysis was used to test the relationships between variables, the Chi-Square test was used for relationships between categorical variables, and the Kruskal-Wallis test was used to test the effects.

4. FINDINGS

In this section of the study, data preprocessing steps were applied to the collected data, and the results of descriptive statistics, reliability analysis, normality tests, and hypothesis tests are presented.

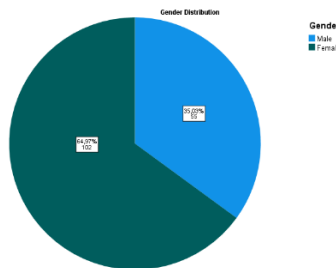
4.1. Descriptive Results

The survey examined the gender, year of birth, education level, employment status, frequency of use, purposes of use, and most frequently used AI tool of the individuals who participated in the study.

4.1.1. Demographic Characteristics

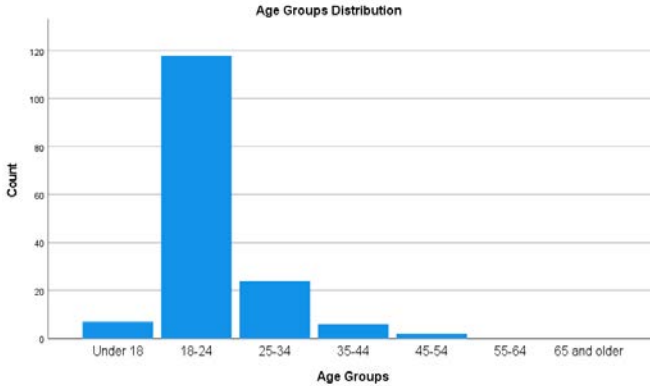
The results of the analyses revealed that the vast majority of the 157 participants in this study were women. According to the findings, 64.97% of the study participants were female (n=102), while 35.03% (n=55) were male (Figure 1).

Figure 1. Gender Distribution Chart



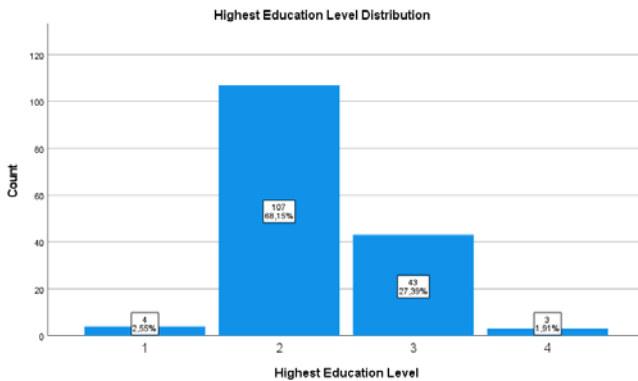
When the distribution by age group is examined, 77.1% of participants were in the 18–24 age group, 13.4% were in the 25–34 age group, 7.0% were under 18, 1.13% were in the 35–39 age group, and 1.3% were 40 and older. The histogram chart by age and the bar chart by age group is provided below (Figure 2).

Figure 2. Age Group Distribution Chart



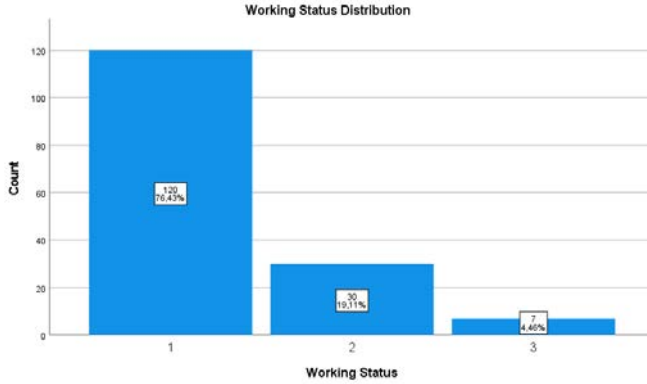
When educational levels were examined, it was determined that 68.15% of the participants were high school graduates, 27.39% had a bachelor's or associate's degree, 1.91% had a master's or doctoral degree, and 2.55% were primary school graduates (Figure 3).

Figure 3. Highest Education Level Distribution



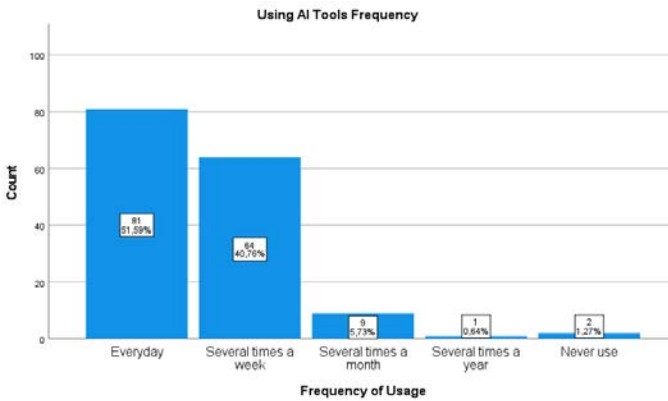
When employment status was examined, it was found that 76.43% of the participants were students, 19.11% were employed, and 4.46% were unemployed (Figure 4).

Figure 4. Working Status Distribution Chart



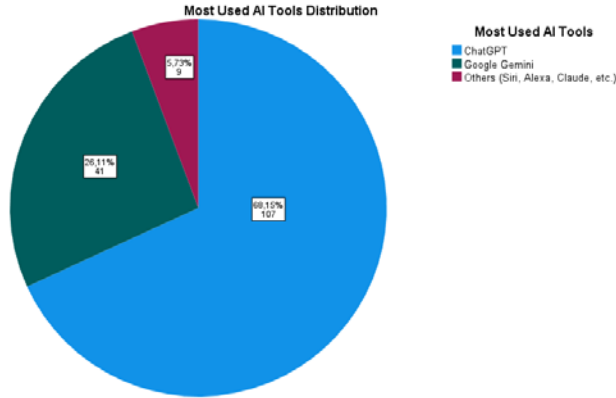
The frequency of participants' use of artificial intelligence tools was as follows: 51.59% of participants use them every day, 40.76% use them a few times a week, 5.73% use them a few times a month, 0.64% use them a few times a year, while 1.27% reported never using them (Figure 5).

Figure 5. Frequency Distribution Chart of Artificial Intelligence Tool Usage



An analysis of the most widely used AI tools revealed that ChatGPT accounts for 68.15%, Google Gemini for 26.11%, and other applications (Siri, Alexa, Claude, etc.) for 5.73% (Figure 6).

Figure 6. Distribution Chart of the Most Widely Used AI Tools



4.1.2. Descriptive Statistics of Key Variables

Descriptive statistics regarding the sub-dimensions of the scale used in the study were examined. According to the results, the subscale with the highest average score was perceived autonomy, with an average value of 3.94. This finding indicates that survey participants felt they had freedom and control while using AI tools. The average for the perceived competence subscale was calculated as 3.63. This result indicates that participants felt competent while using AI tools. The sub-dimension with the lowest average score was "Relationship with Artificial Intelligence," calculated as 2.67. This result indicates that participants viewed AI tools purely as technical tools and did not establish an emotional or social connection with them.

4.2. Hypothesis Testing

The hypotheses were tested using correlation analysis, the chi-square test of independence, and regression analysis based on the data obtained from the survey.

4.2.1. Competence and the Level of Relationship Established Through AI

In line with the research question, “Do individuals’ competency levels in using artificial intelligence play a decisive role in the level of their relationship with these technologies?”, the following hypothesis was developed to determine whether there is a relationship between the relationship established with artificial intelligence and the level of perceived competence:

H₁: There is a positive and statistically significant relationship between perceived competence in using artificial intelligence and the level of relationship established with artificial intelligence.

A Pearson correlation analysis, conducted to determine the relationship between the variables, revealed a statistically significant and positive correlation between individuals’ perceived level of competence and their relationship with AI. ($r_s=0.442$, $p<0.01$). It appears that as individuals’ competence levels increase, the nature of their relationship with artificial intelligence also tends to improve significantly (Table 2).

Table 2. Results of the Correlation Analysis for Hypothesis H₁

		Competence	Relationship with AI
Competence	Pearson Correlation	1	.442**
	Sig. (2-tailed)	.	<.001
	N	157	157
Relationship with AI	Pearson Correlation	.442**	1.000
	Sig. (2-tailed)	<.001	.
	N	157	157

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

4.2.2. The Relationship Between Preferred AI Tool and Gender

Based on the research question “Are there gender-based differences in preferences regarding the use of artificial intelligence tools?” included in the study, the following hypothesis was developed to determine whether there are differences in the preferred AI tools based on gender.

H₂: There is a statistically significant relationship between participants’ gender and their most preferred AI tool.

Since the variables in Hypothesis H₂ are categorical, the Chi-Square Independence Test was applied to test the hypothesis. The analysis revealed a statistically significant relationship between the participants’ perceived gender and their preferred AI tool ($p = 0.008$) (Table 3).

Table 3. Results of the Chi-Square Test of Independence for Hypothesis H₂

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.556 ^a	2	.008
Likelihood Ratio	9.341	2	.009
Linear-by-Linear Association	6.933	1	.008
N of Valid Cases	157		
a. 1 cells (16.7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.15.			

An analysis of the expected and observed frequency values revealed that the vast majority of female participants preferred ChatGPT (72.9%), while male participants showed a lower preference rate. Male participants preferred the Google Gemini tool more frequently (53.7%) than female participants. Based on these findings, Hypothesis H₂ was accepted (Table 4).

Table 4. Crosstabulation Results for Hypothesis H₂

			Grouped Most Used AI Tools			
			ChatGPT	Google Gemini	Other AI Tools	Total
Gender	0	Expected Count	37.5	14.4	3.2	55.0
		% within Grouped Most Used AI Tools	27.1%	53.7%	44.4%	35.0%
		% of Total	18.5%	14.0%	2.5%	35.0%
	1	Expected Count	69.5	26.6	5.8	102.0
		% within Grouped Most Used AI Tools	72.9%	46.3%	55.6%	65.0%
		% of Total	49.7%	12.1%	3.2%	65.0%
Total		Expected Count	107.0	41.0	9.0	157.0
		% within Grouped Most Used AI Tools	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% of Total	68.2%	26.1%	5.7%	100.0%

4.2.3. The Relationship Between the Satisfaction of Psychological Needs and the Frequency of Use of Artificial Intelligence Tools

In line with the research question, “Does the frequency of AI use have a positive effect on the process of meeting individuals' basic psychological needs?”, the following hypothesis was developed to determine whether the frequency of AI tool use has an effect on the fulfillment of basic psychological needs.

H₃: The frequency of AI tool use has a positive and statistically significant effect on the fulfillment of psychological needs.

Since the assumption of a normal distribution is not met, the nonparametric Kruskal-Wallis test must be used to test the hypothesis (Table 5).

Table 5. Results of the Kruskal-Wallis Test for Hypothesis H₃

	Total Score
Kruskal-Wallis H	15.199
df	4
Asymp. Sig.	.004

The analysis revealed that the frequency of AI use among survey participants had a positive and statistically significant effect on their scores for the satisfaction of basic psychological needs ($p < 0.05$). Accordingly, Hypothesis H₃ was accepted (Table 6).

Table 6. Kruskal-Wallis Test Mean Rank Results for Hypothesis H₃

	Frequency of AI Use	Ranks	
		N	Total Score
Total Score	1	2	3.00
	2	1	40.50
	3	9	66.11
	4	64	69.24
	5	81	90.49
	Total	157	

5. DISCUSSION AND CONCLUSION

The aim of this study is to examine the effects of interaction with AI-based tools on the psychological needs and social well-being of individuals. The findings provide an important perspective on how users perceive AI tools, their usage habits, and the psychological implications of this technology. The findings contain both significant similarities and notable differences compared to the results of existing and previous studies in the literature.

Demographic characteristics and habits regarding the use of artificial intelligence tools, obtained from the survey results, were analyzed using descriptive statistics methods. Based on the

analyses, it was determined that the majority of participants were women (64.97%), aged 18–24 (77.1%), and had a high school education as their highest level of education (68.15%). It was also observed that the majority of participants use AI tools on a daily basis (51.59%).

One of the key findings of the study is that individuals view artificial intelligence not as an entity with which they form emotional or social bonds, but rather as a functional tool that supports their sense of autonomy and competence. Statistical analyses revealed that the frequency of AI use has a positive and statistically significant effect on the fulfillment of basic psychological needs. This suggests that as users interact more frequently with AI tools, their perceived competence and autonomy increase rather than being negatively affected, and that this plays a positive role in psychological satisfaction.

Artificial intelligence applications are designed to satisfy the fundamental psychological need to feel heard and understood. Previous studies have demonstrated that conversing with AI companions reduces loneliness just as effectively as talking to a real person (De Freitas et al., 2024).

Individuals' intention to use artificial intelligence depends on how useful this technology is in helping them achieve their goals and how easy it is to use (Năstasă et al., 2024). The increase in positive attitudes toward technology and the tendency to use it as individuals' competence grows aligns directly with the principles of the Technology Acceptance Model in literature. Transparency and explainability in technological tools play a vital psychological role in increasing adoption by enabling individuals to feel competent and in control while using artificial intelligence tools (Khan, 2025). In this context, it can be argued that participants' high perceived competence transforms technology into a useful tool and strengthens the relationship.

The literature emphasizes that individuals' adoption of artificial intelligence tools depends not only on performance expectations but also on sociodemographic characteristics such as age and gender (Năstasă et al., 2024). The findings of this study support the existing literature by demonstrating that there is a statistically significant gender-based difference in the preference for AI tools.

In terms of emotional context, it was found that the vast majority of users who form deep psychological bonds with their AI companions are young men (Chu et al., 2025). Our findings suggest that vehicle preferences and motivations for use vary by gender, indicating a need for future studies to examine the underlying design and purpose preferences in detail.

While this study has confirmed the positive effects of AI use, the literature indicates that in cases of excessive use and psychological impact, AI tools can become objects of dependency that undermine individuals' control and their ability to socialize with real people. Therefore, AI tools must be used in a balanced manner.

In conclusion, this study demonstrates that the use of artificial intelligence actively contributes to psychological satisfaction by fostering feelings of autonomy and competence. For future research, it is recommended to conduct a more in-depth investigation into the specific motivations driving high usage frequency and to monitor the long-term psychosocial effects of frequent use of this technology.

It is assumed that the individuals who contributed to the study answered the survey questions accurately. Furthermore, the scale used has been tested and validated to reliably measure the socio-psychological effects of individuals' use of AI. The study sample consisted of 161 participants, and data collection was conducted through an online survey. Furthermore, the study

examines the effects of individuals' interactions with artificial intelligence on specific variables in social and psychological processes. Long-term effects are outside the scope of this study, so the findings may not be generalizable to the entire population.

REFERENCES

- Ani, F., Hamzah, S., Akmal Damin, Z., Rameli, N., & Farid, S. (2025). Understanding the Human-AI Interaction: Psychological and Social Impacts of AI Integration in Daily Life. *Journal of Techno-Social*, 17(2). doi:10.30880/jts.2024.17.02.012
- Arğın, E., Turgut, M., Üniversitesi, Ö., Fakültesi, M., İletişim, G., & Bölümü, T. (2025). Yapay Zekânın Sosyal Davranışlar Üzerindeki Etkisi: İnsan-Makine Etkileşiminin Sosyolojisi The Impact of Artificial Intelligence on Social Behaviors: The Sociology of Human-Machine Interaction. doi:10.5281/zenodo.17080593
- Chu, M. D., Gerard, P., Pawar, K., Bickham, C., & Lerman, K. (2025). Illusions of Intimacy: How Emotional Dynamics Shape Human-AI Relationships. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/2505.11649>
- De Freitas, J., Uğuralp, A. K., Uğuralp, Z. O., & Puntoni, S. (2024). *AI Companions Reduce Loneliness*.
- Fang, C. M., Liu, A. R., Danry, V., Lee, E., Chan, S. W. T., Pataranutaporn, P., ... Agarwal, S. (2025). *How AI And Human Behaviors Shape Psychosocial Effects Of Chatbot Use: A Longitudinal Randomized Controlled Study*.
- Ho, A., Hancock, J., & Miner, A. S. (2018). Psychological, relational, and emotional effects of self-disclosure after conversations with a chatbot. *Journal of Communication*, 68(4), 712–733. doi:10.1093/joc/jqy026
- Kaya, B., Çınar, S., & Cenkseven Önder, F. (2025). AI Literacy and Digital Wellbeing: The Multiple Mediating Roles of Positive Attitudes Towards AI and Satisfying Basic Psychological Needs. *International Journal of Human-*

Computer

Interaction.

doi:10.1080/10447318.2025.2499162

- Liu, L. (2025). Exploring the Behavioral Differentiation and Psychological Impact of Different Attachment Types of Users Interacting with AI. *Communications in Humanities Research*, 74(1), 8–16. doi:10.54254/2753-7064/2025.lc25585
- Năstasă, A., Dumitra, T. C., & Grigorescu, A. (2024). Artificial intelligence and sustainable development during the pandemic: An overview of the scientific debates. *Heliyon*, 10(9). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e30412
- Naveed, D., & Khan, A. (n.d.). Journal of Media Horizons Human AI Interaction Through A Psychological Lens: Emotions, Cognition, And Behaviour, 6(7), 2025. doi:10.5281/zenodo.17951228
- Khan, N. A. (2025). Journal of Media Horizons Human AI Interaction Through A Psychological Lens: Emotions, Cognition, And Behaviour. *Journal of Media Horizons*, 6(7), 436–455. doi:10.5281/zenodo.17951228
- Naveenraj, X. (2025). *AI and Social Interactions: How Artificial Intelligence is Shaping Human Psychology and Social Dynamics*. *Journal of Informatics Education and Research* (Vol. 5). Retrieved from <http://jier.org>
- Pagliari, M., Chambon, V., & Berberian, B. (2022, September 29). What is new with Artificial Intelligence? Human-agent interactions through the lens of social agency. *Frontiers in Psychology*. Frontiers Media S.A. doi:10.3389/fpsyg.2022.954444
- Schneider, S., Beege, M., Nebel, S., Schnaubert, L., & Rey, G. D. (2022, March 1). The Cognitive-Affective-Social Theory

of Learning in digital Environments (CASTLE). *Educational Psychology Review*. Springer. doi:10.1007/s10648-021-09626-5

Selvi, A., Mounika, V., Rubika, V., & Uvadarane, B. (2024). *COLLEGEBOT: Virtual Assistant System for Enquiry Using Natural Language Processing*. In *2nd International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things, IDCIoT 2024* (pp. 1407–1414). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. doi:10.1109/IDCIoT59759.2024.10467608

Shneiderman, B. (2020). *Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2002.04087v1>

Smith, M. G., Bradbury, T. N., & Karney, B. R. (2025). Can Generative AI Chatbots Emulate Human Connection? A Relationship Science Perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 20(6), 1081–1099. doi:10.1177/17456916251351306

GÖNÜLLÜ COĞRAFI BİLGİYE DAYALI GAYRİMENKUL YBS'DE VERİ YÖNETİŞİMİ, MAHREMİYET, HUKUK VE BİLGİ GÜVENLİĞİ

Mustafa ERGÜN¹

1. GİRİŞ

Gönüllü Coğrafi Bilgi (GCB), Mekansal Yönetim Bilişim Sistemlerinde (MYBS) önemli bir mekansal veri kaynağı haline gelmiştir. MBYS ile Gayrimenkul değerlendirmesinde karar verme süreçlerini kolaylaştırabilir ve geleneksel veri kaynakları aracılığıyla elde edilemeyecek yerel coğrafi bilgiler sağlanabilir. Bununla birlikte, GCB ve diğer konum tabanlı bilgilerin değeri yalnızca veri kalitesine değil, aynı zamanda sorumlu yönetişime de bağlıdır. Konum tabanlı bilgileri toplayan, depolayan, entegre eden, analiz eden ve paylaşan bir MYBS, gizlilik, yasal sorumluluk, etik sorumluluk, bilgi güvenliği, kullanıcı onayı, veri sahipliği, koruma ve kurumsal hesap verebilirlik konularını ele almalıdır.

Bu bölümde mekânsal bilgi yönetiminin yönetim boyutu ele alınmaktadır. Gayrimenkul değerlendirmesinde kullanılan mekânsal veriler tarafsız değildir; evlere, mahallelere, mülkiyet yapısına, müşteri kayıtlarına, günlük hareketliliğe, yerel risklere, mülk özelliklerine ve kişisel konum izlerine işaret edebilir. Bu veriler, değerlendirme doğruluğunu ve karar süreçlerini desteklerken aynı zamanda bireyler, kurumlar ve kamu otoriteleri için çeşitli

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi, Bulancak KK UBYO, Lojistik Yönetimi, ORCID: 0000-0003-1675-0802.

riskler de doğurabilmektedir. Scassa, (2013) “Fikri mülkiyet, sorumluluk, iftira ve gizlilik gibi yasal sorunlar, GCB faaliyetleri bağlamında ortaya çıkmakta ve ilgili kişilerin hak ve yükümlülüklerini etkilemektedir” diyerek bu noktayı açıkça ortaya koymuştur. Bu ifade, ilgili bölümün yasal ve etik temelini oluşturmaktadır. GCB'nin sadece teknik bir veri kaynağı olmadığını; aynı zamanda haklar, sorumluluklar ve olası zararlar alanı olduğunu göstermektedir.

Gayrimenkul sektörü, gayrimenkulün doğrudan kişisel yaşam, ekonomik varlıklar ve mekânsal kimlikle bağlantılı olması nedeniyle bu konulara özellikle duyarlıdır. Bir mülk sadece bir piyasa nesnesi değildir. Aynı zamanda ev, iş yeri veya günlük hayatın yaşandığı bir yer olabilir. MYBS tarafından işlenen konum verileri, dolaylı olarak bireyler, hane halkı, gelir düzeyi, hareketlilik, alışkanlıklar, tercihler, sosyal statü ve güvenlik açıkları hakkındaki bilgileri ortaya çıkarabilmektedir. Bu nedenle literatürde, ev adresleri ve günlük güzergâhlar gibi kişisel konum verilerinin; kişisel bilgilerin çıkarımı, tersine tanımlama ve güvenlik ihlalleri gibi coğrafi gizlilik riskleri taşıdığı vurgulanmaktadır (Ribeiro vd., 2022; Fan & Gote, 2021). Bunun önemi, konum verilerinin konumdan daha fazlasını ortaya çıkarabileceği gerçeğinde yatmaktadır. Konum verileri kişisel çıkarıma giden bir yol haline gelebilir.

Bu nedenle gizlilik, temel bir YBS sorunudur. Birçok bilgi sisteminde gizlilik, veri toplama işlemi gerçekleşikten sonra tartışılır. Ancak, MYBS’de gizlilik baştan itibaren dikkate alınmalıdır çünkü konum verileri doğası gereği açıklayıcıdır. İsimler kaldırılrsa bile, mekansal kalıplar tanımlanabilir kalabilir. Bir evin konumu, kullanılan rutin yollar veya mahalle düzeyindeki veri noktası, ters tanımlamaya olanak sağlayabilir. Bu nedenle, bir MYBS’de yalnızca basit anonimleştirmeye güvenilemez. Kısacası güvenli bir MYBS, gizliliği koruma

yöntemleri, bilgilendirilmiş onay, veri minimizasyonu, erişim kontrolü, maskeleye ve sorumlu yönetim içermelidir.

Etik de merkezi bir öneme sahiptir çünkü GCB katılım yoluyla üretilir. Katılımcılar gönüllü olarak bilgi sağlayabilirler, ancak bu durum, verileri toplayan, işleyen veya yeniden kullananların sorumluluğunu ortadan kaldırmaz. Kullanıcılar, katkılarının daha sonra diğer veri kümeleriyle nasıl birleştirileceğini, değerlendirme göstergelerine nasıl dönüştürüleceğini veya karar destek sistemlerinde (KDS) nasıl kullanılacağını tam olarak anlamayabilirler. Alraves vd., (2020), bu konuyla ilgili olarak “Gayrimenkul değerlendirmesi için konum verilerinin paylaşımının etik hususları, kullanıcılara verilerinin nasıl işlendiği konusunda şeffaf iletişim sağlanması ve veri kullanımına ilişkin bilgilendirilmiş onaylarının alınması etrafında dönmektedir” demişlerdir. Bu da iki temel ilkeyi vurgulamaktadır: şeffaflık ve bilgilendirilmiş onay. Kullanıcılar, verilerinin nasıl kullanıldığını anlamalı ve verecekleri onaylar sadece biçimsel değil aynı zamanda da anlamlı olmalıdır. Ayrıca bu bölümde GCB yönetimi yasal düzenlemelerle de ilişkilendirilmiştir. Yine bununla ilgili olarak Cho, (2014), yaptığı çalışmada GCB faaliyetleri, veri kalitesi, mülkiyet, manevi haklar ve sorumlulukla ilgili yasal endişeleri gündeme getirerek, VGI gelişiminde 'caydırıcı' bir faktör olarak coğrafi sorumluluğu azaltmak için yasal bir çerçeve ve yönetim yapısı gerektirdiğini belirtmiştir. Bu ifade önemlidir çünkü coğrafi sorumluluğu ortaya koymaktadır. Kuruluşlar, belirsiz veya tartışmalı coğrafi verileri kullanmanın yasal sonuçlarından çekinirlerse, GCB Sistemlerini kullanmaktan da kaçınabilirler. Öte yandan, GCB'yi yönetim olmadan kullanırlarsa, kendilerini ve başkalarını zarara uğratabilirler. Çözüm, kaçınmak değil, yapılandırılmış yönetiştir.

Bilgi güvenliği de önemli bir endişe kaynağıdır. Gayrimenkul kuruluşları müşteri bilgilerini, mülk kayıtlarını,

finansal detayları, konum verilerini ve işleme ilgili belgeleri işler. Bu tür veriler bilgi sistemleri aracılığıyla depolandığında ve aktarıldığında, siber saldırılar için cazip hedefler haline gelirler. Bir GBS, yalnızca veri doğruluğunu değil, aynı zamanda veri gizliliğini, bütünlüğünü ve kullanılabilirliğini de korumalıdır (Anandan vd., 2020; Oladokun ve Mooya, 2024).

Bu bölümün temel argümanı, sorumlu CBS'nin doğru verilerden ve güçlü analitik modellerden daha fazlasını gerektirdiğidir. İnsanları koruyan, hakları netleştiren, sorumluluğu yöneten, bilgi sistemlerini güvence altına alan ve GCB ve konum verilerinin etik olarak kullanılmasını sağlayan bir yönetim yapısı gerektirir. Bu tür bir yönetim olmadan, MYBS teknik olarak gelişmiş ancak sosyal açıdan riskli çıktılar üretebilir. Uygun bir yönetimle, GCB ve mekansal veriler daha bilinçli, şeffaf ve sorumlu gayrimenkul karar verme süreçlerini destekleyebilir. Bu bölümde, gayrimenkul değerlendirmesinde mekânsal bilgi sistemleri için bir yönetim çerçevesi geliştirilmiştir. Öncelikle gizlilik; hukuk, etik ve güvenlik unsurlarının neden CBS tasarımına entegre edilmesi gerektiği açıklanmıştır. Ardından fikri mülkiyet, sorumluluk, mülkiyet hakları, manevi haklar ve coğrafi sorumluluk gibi yasal konular ele alınmıştır. Konum ifşası, ters tanımlama, ev adresleri, günlük güzergâhlar ve anlamsal çıkarımlara ilişkin gizlilik riskleri incelenmiştir. Bölümde ayrıca bilgilendirilmiş onam, şeffaflık, koruma, maskeleye, sahte anonimleştirme ve gizliliği koruma mekanizmalarının rolü analiz edilmiştir. Sonraki başlıklarda makine öğrenimi, hem analitik bir fırsat hem de potansiyel bir gizlilik riski olarak tartışılmış ve bölüm MYBS için entegre bir yönetim modeli sunulmaktadır.

1.1. Mekânsal YBS'de Temel Bir Unsur Olarak Yönetişim

Bir MYBS, veri, analiz ve yönetim olmak üzere birbirine bağımlı üç temel unsur üzerine inşa edilmektedir. Veri, karar verme süreçleri için gerekli bilgi tabanını sağlar. Analitik yöntemler, bu verileri anlamlı bilgilere ve eyleme dönüştürülebilir içgörülere çevirir. Yönetişim ise hem verinin hem de analizin sorumlu, yasal, etik ve güvenli biçimde yönetilmesini sağlar. Yönetişimin önemi, coğrafi bilginin önemli ekonomik, sosyal ve yasal sonuçları olan kararları etkileyebilmesinden kaynaklanmaktadır. Gayrimenkul değerlemesi, yatırım planlaması, arazi kullanım yönetimi, kentsel gelişim ve mülk işlemleri, mekansal bilgilere bağlı olabilir. Bu nedenle, bu tür bilgilerin hatalı kullanımı, yetkisiz ifşası veya etik dışı uygulanması bireyleri, kuruluşları ve toplulukları etkileyebilir (Droj vd. 2024; Siejka, 2017).

Literatürde, yönetim kaygılarının teknik kaygılardan ayrılmaz olduğu vurgulanmaktadır. Veeraiah vd., (2024), gayrimenkul değerlemesi için coğrafi bilgi kullanımının; veri doğruluğu, koruma, kapsayıcılık ve teknik çerçeveye ilişkin zorluklar doğurduğunu ve bunların etik açıdan ele alınması gereken kritik konular olduğunu belirtmektedir. Bu ifade, yönetişimin yalnızca yasal uyumlulukla sınırlı olmadığını; veri kalitesi, kapsayıcılık, koruma, hesap verebilirlik ve sorumlu sistem tasarımı gibi unsurları da kapsadığını göstermektedir. Yönetişim, kurum ve kuruluşların bir dizi temel soruyu ele almasını gerektirir:

Verinin sahibi kimdir?

Kimler verilere erişebilir?

Hangi koşullar altında yeniden kullanılabilirler?

Katkıda bulunanlar veri kullanımı hakkında nasıl bilgilendirilmelidir?

Gizliliği korumak için hangi mekanizmalar kullanılmalıdır?

Hatalar nasıl düzeltilmelidir?

Yanlış bilgiler zarar verdiğinde sorumluluk kimdedir?

Şeffaflık ve hesap verebilirlik konusunda hangi yükümlülükler mevcuttur?

Bu sorular, yönetişimin çok katmanlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bireysel düzeyde yönetişim; katkıda bulunanlar, kullanıcılar, müşteriler ve mülk sahiplerini ilgilendirmektedir. Kurumsal düzeyde yönetişim; politikalar, prosedürler, güvenlik kontrolleri, uyumluluk mekanizmaları ve kurumsal hesap verebilirlik ile ilişkilidir. Toplumsal düzeyde yönetişim ise adalet, kapsayıcılık, güven, kamu yararı ve mekânsal bilgi kullanımının daha geniş toplumsal sonuçlarını kapsamaktadır (Akinsola, 2025; Pillai vd., 2021).

Yönetişim özellikle önemlidir çünkü teknik kalite tek başına etik sonuçları garanti etmez. Bir veri kümesi doğru olsa bile gizliliği ihlal edebilir; analitik bir model istatistiksel olarak sağlam görünse de adaletsiz sonuçlar doğurabilir. Teknolojik açıdan gelişmiş bir haritalama platformu ise veri kullanımında yeterli şeffaflık sağlamayabilir. Bu nedenle yönetişim, teknik yetkinliğin yasal yükümlülükler ve etik ilkelerle uyumlu hale getirilmesini sağlayan temel mekanizma işlevi görür. MYBS'de yönetişim, dışsal bir kısıtlama değil, sistem tasarımının ayrılmaz bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Etkin yönetişim güveni artırır, riski azaltır, uyumluluğu destekler ve yeniliği sağlar. Yönetişim olmaksızın, teknik açıdan gelişmiş sistemler dahi ciddi yasal, etik ve itibar sorunlarına yol açabilir

2. GCB'YE DAYALI GAYRİMENKUL DEĞERLEMESİNDE ETİK SORUMLULUKLAR

Etik sorumluluk, insanları, bilgileri ve kararların sonuçlarını dikkatlice değerlendirmeyi gerektirir. GCB'ye dayalı gayrimenkul değerlemesinde, etik sorumluluğun başlangıç noktası, gönüllü olarak üretilen verilerin daha sonra katkıda bulunanlar tarafından öngörülmeven amaçlar için kullanılabilceğini kabul etmektir. Bir birey, kamuya açık bir harita platformuna yollar, altyapı alanları, yerel hizmetler veya mahalleler hakkında bilgi ekleyebilir. Ancak bu katkı daha sonra bir değerlendirme modeline, yatırım KDS'ye veya gayrimenkul piyasası analizine dahil edilebilir. Katkının ilk amacı, daha sonraki kurumsal kullanımla her zaman örtüşmeyebilir.

Antoniou (2023), GCBlerin coğrafi bilgi uzmanı olmayan kişiler tarafından üretildiğini ve özellikle gayrimenkul değerlendirme gibi alanlarda veri kalitesi ve amaca uygunluğu konusunda endişeler yarattığını belirtmektedir. Bu gözlem hem teknik hem de etik bir uyarı içermektedir. Uzman olmayan kişilerin katkıları yüksek etkili karar alma süreçlerinde kullanılıyorsa, bu verileri kullanan kurumlar uygunluk değerlendirmeleri yapmalıdır. Sorumluluğu sadece veri sağlayana yüklemek ve verileri olduğu gibi resmi değerlendirme süreçlerine dahil etmek etik açıdan yeterli değildir.

Etik sorumluluğun bir diğer boyutu da kapsayıcılıktır. GCBler, bazı grupların ve yerlerin daha görünür hale gelmesine yol açarken, diğerleri veri sistemlerinde yeterince temsil edilmeyebilirler. Dijital olarak aktif topluluklara sahip mahalleler daha ayrıntılı olarak haritalandırılabilirken, dijital katılımın düşük olduğu alanlar veri sistemlerinde daha az öne çıkabilir. Bu durum, bazı alanların gayrimenkul bilgi sistemlerinde daha görünür, diğerlerinin ise daha az görünür olmasına yol açabilir. Bu

nedenle, sadece daha fazla veri toplamak etik sorunu çözmez. Hangi verilerin temsil edildiği, hangi yerlerin haritalandırıldığı ve hangi çıkarların görünür hale getirildiği de sorgulanmalıdır (Spash, 2000; Alter ve Gonzalez, 2018). Bu konu özellikle kentsel planlama, kamu değerlemesi ve arazi yönetimi gibi alanlarda önemlidir. Bu alanlarda, bilgi sistemleri kaynak tahsisini, kamu yatırımlarını, gayrimenkul değerlerini ve mekânsal öncelikleri etkileyebilir. Büyük ölçüde GCB'ye dayanan bir sistemde, verilerin sosyal ve mekânsal temsil gücü incelenmelidir. Aksi takdirde, farkında olunmadan bilgi sisteminde mevcut eşitsizlikler yeniden üretilebilir. Etik kullanım için şeffaflık temel koşuldur. Kullanıcılar, katkıda bulunanlar ve etkilenen bütün paydaşlar, mekansal verilerin nasıl toplandığını, işlendiğini ve kullanıldığını anlayabilmelidirler (Jaljolie vd., 2023; Aaltonen, 2022). Alrayes vd. (2020), konum verilerinin paylaşımına ilişkin etik kaygıların, verilerin nasıl işlendiği konusunda net bir iletişim kurulması ve kullanıcılardan bilgilendirilmiş onay alınmasıyla ilgili olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle, şeffaflık yalnızca gizlilik için değil, aynı zamanda güven için de temel bir koşuldur.

2.1. Hukuki Konular: Fikri Mülkiyet, Sorumluluk ve Gizlilik

GCB'nin MYBS içinde kullanılması çeşitli hukuki sorunları beraberinde getirir. Mekânsal verinin açık, gönüllü veya kamusal erişime açık olması, bu verinin hukuki açıdan sorunsuz olduğu anlamına gelmez. Scassa (2013), GCB faaliyetlerinde fikri mülkiyet, sorumluluk, hakaret ve mahremiyet konularının gündeme geldiğini ve bu konuların ilgili aktörlerin hak ve yükümlülüklerini etkilediğini ifade etmektedir. Fikri mülkiyet temel bir konudur ve katılımcılar sistemde coğrafi bir özellik oluşturabilirler veya düzenleyebilirler. Aynı zamanda platform bu bilgiyi saklayabilir ve dağıtabilir. Bir gayrimenkul işletmesi ise bu veriyi ticari veya analitik amaçlarla kullanabilir. Bu sürecin

her aşamasında hak sahipliği, lisans koşulları, atıf zorunlulukları ve yeniden kullanım sınırları gündeme gelebilir. GCB veri tabanlarına, haritalara, panellere, değerlendirme modellerine veya KDS'ye dâhil edildiğinde fikri mülkiyet konusu daha da önem kazanmaktadır.

İkinci konu sorumluluktur. GCB'ye dayalı bir verinin hatalı olması ve kullanıcıların bu bilgiye güvenerek karar alması durumunda sorumluluğun kimde olacağı belirsizleşebilir. Katkı sağlayıcı mı, platform mu, veriyi yeniden kullanan kurum mu, analizi yapan uzman mı, yoksa bu analize dayanarak karar alan kişi mi sorumlu olacaktır? GCB çoğu zaman dağıntık üretim ve yeniden kullanım süreçlerine dayandığı için bu sorular basit biçimde cevaplanamaz. Bu nedenle GCB'yi kullanan gayrimenkul firmaları, verinin gönüllü üretilmiş olmasını, sorumluluğu ortadan kaldıran bir unsur olarak görmemelidir (Rak vd., 2012; Sester vd., 2014).

Üçüncü konu hakaret veya itibar zedeleyici içeriktir. Mekânsal bilgi yalnızca konum veya nesne tanımı içermeyebilir. Bazı durumlarda yerler, işletmeler, mahalleler veya kişiler hakkında olumsuz etiketler ve açıklamalar da içerebilir. Gayrimenkul bağlamında bu tür bilgiler bir yerin değer, güvenlik, çekicilik veya risk algısını etkileyebilir. Bu nedenle kullanıcı üretimli açıklamalar veya sınıflandırmalar bilgi sistemlerine dâhil edilirken dikkatli olunmalıdır (Persson vd., 2003; Hollenstein ve Purves, 2010; Dunkel, 2015).

Dördüncü konu mahremiyettir. Konum verileri, bireylerin veya hanelerin özel yaşamına ilişkin çıkarımlar yapılmasına yol açabilir. Bu nedenle mahremiyet hem hukuki hem de etik bir konudur. GCB kullanımında mahremiyetin dikkate alınması, mekânsal verilerin yalnızca teknik standartlarla değil, aynı zamanda hukuki düzenlemeler ve sorumlu bir biçimde yönetilmesini gerekli kılar.

2.2. Veri Sahipliği, Manevi Haklar ve Coğrafi Sorumluluk

Cho (2014), GCB faaliyetlerinin veri kalitesi, mülkiyet, manevi haklar ve sorumlulukla ilgili hukuki kaygılar doğurduğunu; coğrafi sorumluluğun GCB gelişimi üzerinde caydırıcı bir etki oluşturmaması için hukuki çerçeve ve yönetim yapısına ihtiyaç bulunduğunu belirtmektedir. Bu yaklaşım, GCB kullanımında hukuki belirsizliğin yalnızca risk doğurmadığını, aynı zamanda yenilikçi bilgi üretimini ve veri paylaşımını da sınırlayabileceğini göstermektedir.

Veri sahipliği GCB içinde karmaşık bir konudur. Bir katkı sağlayıcı belirli bir coğrafi nesneyi haritalayabilir; platform bu veriyi barındırabilir; bir gayrimenkul kuruluşu ise aynı veriyi analiz sürecinde kullanabilir. Veri değiştirilip başka veri kümeleriyle birleştirildiğinde veya göstergelere dönüştürüldüğünde sahiplik ilişkisi daha da karmaşıklaşır. Bu nedenle GCB operasyonel sistemlere dâhil edilmeden önce lisans koşulları, atıf gereklilikleri ve yeniden kullanım hakları dikkatle incelenmelidir (Nedović-Budić ve Pinto, 2000; da Silva ve Fernandes, 2020). Manevi haklar da bu bağlamda önemlidir. Katkı sağlayıcılar ürettikleri verinin tanınmasını veya verilerinin anlamını bozacak biçimde kullanılmamasını isteyebilirler. Gayrimenkul değerlendirme bağlamında GCB, ticari değerlendirme, yatırım analizi veya piyasa istihbaratı amacıyla yeniden kullanılabilir. Bu kullanım, katkı sağlayıcının başlangıçtaki kamusal amacıyla her zaman örtüşmeyebilir. Bu nedenle etik yönetim yalnızca hukuken izin verilen kullanıma değil, aynı zamanda verinin sorumlu ve bağlama duyarlı biçimde yeniden kullanımına da odaklanmalıdır (Weber ve Chapman, 2009; Guarda vd., 2019; Wyatt, 1996)

Coğrafi sorumluluk, mekânsal bilgiye bağlı sorumluluk alanını ifade eder. Bir harita, mekânsal analiz veya CBS tabanlı

karar destek çıktısı hatalı ya da yanıltıcı veri nedeniyle bir zarar oluşturursa, bu durum coğrafi sorumluluk kapsamında değerlendirilebilir. Gayrimenkul değerlemede coğrafi sorumluluk; yanlış konum analizi, hatalı risk haritası, yanıltıcı erişilebilirlik göstergeleri veya GCB'nin uygun olmayan biçimde değerlendirilmesine dâhil edilmesiyle ilişkili olabilir (Laliberté, 2015; Onsrud, 1999). Hukuki belirsizliğin caydırıcı etkisi bu noktada önem kazanmaktadır. Kurumlar GCB'yi kullanmaktan tamamen kaçınırsa, yerel ve güncel bilgi kaynaklarından yararlanma imkânı azalır. Buna karşılık bu verileri denetimsiz biçimde kullanmaları durumunda hukuki ve etik riskler ortaya çıkar. Bu nedenle en uygun yaklaşım, kuralları, sorumlulukları, kalite standartlarını ve mahremiyet korumalarını açıkça belirleyen bir yönetim yapısı kurmaktır.

2.3. Konum Tabanlı Gayrimenkul Verilerinde Mahremiyet Riskleri

MYBS içinde mahremiyetin özel bir yeri vardır. Çünkü konum çoğu zaman kişisel anlam taşır. Bir kişinin ev adresi, günlük güzergâhı, işyeri, okul çevresi veya düzenli ziyaret ettiği yerler, hassas bilgiler içerebilir. Gayrimenkul sistemleri ise çoğu zaman doğrudan konut adresleri, müşteri verileri, mülkiyet bilgileri ve işlem kayıtlarıyla çalıştığı için mahremiyet bakımından daha hassas bir yapıya sahiptir.

Ribeiro vd. (2022) ile Fan ve Gote (2021), ev adresleri ve günlük güzergâhlar gibi kişisel konum verilerinin, kişisel bilginin çıkarımı, tersine kimlik belirleme ve güvenlik ihlalleri bakımından riskler taşıdığını belirtmektedir. Bu riskler üç düzeyde değerlendirilebilir. İlk olarak, konum verileri kişisel bilgi çıkarımına imkân verebilir. İkinci olarak, anonim olduğu düşünülen verilerden bireylerin yeniden tanımlanması mümkün olabilir. Üçüncü olarak, konum verilerinin kötü niyetli kişilerin eline geçmesi güvenlik açıkları oluşturabilir.

Kişisel bilgi çıkarımı özellikle önemlidir. Bir kişinin günlük hareket güzergâhı bilindiğinde, işyeri, sağlık hizmeti aldığı yerler, sosyal ilişkileri, alışveriş alışkanlıkları veya ekonomik durumu hakkında çıkarımlar yapılabilir. Sistem bu bilgileri açıkça toplama bile, konumsal örüntüler bu tür çıkarımlara imkân verebilir. Gayrimenkul değerlemede ev konumu daha da hassastır. Çünkü ev adresi bireyin mekânsal kimliğinin en güçlü göstergelerinden biridir (Thériault vd., 2003; Goss, 1995). Ayrıca tersine kimlik belirleme riski de dikkate alınmalıdır. Bir veri setinden isimler çıkarılsa bile, konum örüntüleri benzersiz olabilir. Belirli bir ev konumu, tekrarlanan hareket güzergâhı veya birkaç konum noktasının birleşimi bireyi tanımlamak için yeterli olabilir. Bu nedenle MYBS'de mahremiyet koruması basit anonimleştirme tekniklerinin ötesine geçmelidir (Morehouse vd., 2025; Krumm, 2009).

Güvenlik ihlalleri ise mahremiyet riskini daha somut bir alana taşır. Konum verileri yetkisiz kişilerce ele geçirilirse gayrimenkul müşterileri ve mülk sahipleri, dolandırıcılık, takip, hırsızlık, kimlik hırsızlığı ya da itibar kaybı gibi risklere maruz kalabilirler. Bu nedenle MYBS, konum verilerini teknik ve kurumsal güvenlik önlemleriyle korumalıdır.

Coğrafi mahremiyet, bireylerin konum bilgileri üzerinden tanımlanmasını, izlenmesini veya özel yaşamlarına ilişkin çıkarımlar yapılmasını engellemeyi amaçlar. GCB bağlamında bu konu daha da önemlidir. Çünkü katkı sağlayıcılar ve kullanıcılar, farkında olarak ya da olmayarak kişisel veya hassas mekânsal örüntüler üretebilir. Gayrimenkul değerlendirme bağlamında coğrafi mahremiyet evler, mahalleler, mülkiyet ilişkileri ve hareketlilik örüntüleriyle doğrudan bağlantılıdır (Duckham ve Kulik, 2006; Ghinita, 2013)

Fan ve Gote (2021), kullanıcıların konum mahremiyetinin ihlal edilmesinin ciddi sonuçlar doğurabileceğini ve

güvenilmeyen sunucularla konum verisi paylaşılırken veri faydası ile mahremiyet arasında denge kurulması gerektiğini belirtmektedir. Bu denge, MYBS tasarımının temel sorunlarından biridir. Gayrimenkul YBS, değerlendirme ve analiz için konum verisine ihtiyaç duyar. Ancak bu verinin korunmadan kullanılması bireylerin mahremiyetini ihlal edebilir. Bu nedenle sistem tasarımında ne tüm konum verisini aşırı ölçüde bozarak analitik faydayı ortadan kaldırmak ne de veriyi olduğu gibi kullanarak mahremiyeti ihlal etmek doğru yaklaşımdır. Esas olan, analiz için yeterli mekânsal ayrıntıyı korurken kimlik belirleme ve kötüye kullanım riskini azaltacak teknik ve kurumsal önlemleri geliştirmektir.

Tersine kimlik belirleme bu bağlamda temel tehditlerden biridir. Veri seti doğrudan isim içermese bile, ev konumu, tekrarlanan hareket hattı veya konumsal örüntüler bireyleri tanımlayabilir. Gayrimenkul bilgi sistemlerinde bu risk daha da artar. Çünkü adres, mülkiyet kaydı, işlem geçmişi, müşteri profili ve konum tercihleri gibi bilgiler bir araya geldiğinde tanımlanabilirlik yükselir (Crawford ve Schultz, 2014; Altman vd., 2018). Coğrafi mahremiyet yaşam döngüsü boyunca korunmalıdır. Veri toplama, saklama, analiz, paylaşım ve görselleştirme aşamalarının her biri farklı riskler üretir. Bir sistem veriyi sorumlu biçimde toplayabilir; ancak harita çıktılarında hassas konumları açığa çıkarabilir. Veriyi güvenli biçimde saklanabilir; ancak paylaşım aşamasında kimlik belirleme riski artabilir. Bu nedenle coğrafi mahremiyet süreklilik gerektiren bir yönetim süreci olarak tasarlanmalıdır.

2.4. Şeffaflık ve Bilgilendirilmiş Onam

Şeffaflık ve bilgilendirilmiş onam, konum verisi yönetişiminin iki temel ilkesidir. Şeffaflık, kullanıcıların verilerinin nasıl toplandığını, işlendiğini, saklandığını, analiz edildiğini ve paylaşıldığını anlayabilmesini ifade eder.

Bilgilendirilmiş onam ise kullanıcının açık, anlaşılır ve yeterli bilgiye dayanarak veri kullanımını kabul etmesi ya da reddetmesi anlamına gelir.

Alrayes vd. (2020), gayrimenkul değerlendirmesinde konum verisi paylaşımına ilişkin etik konuların, kullanıcılara verilerinin nasıl işlendiğinin açık biçimde anlatılması ve veri kullanımını için bilgilendirilmiş onam alınmasıyla ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Bu ilke, gayrimenkul odaklı MYBS için temel bir kural niteliğindedir. Kişiler, konum verilerinin hangi amaçlarla kullanılacağını bilmeden bu süreçlere dâhil edilmemelidir.

Şeffaflık özellikle GCB'nin ilk bağlamı dışında yeniden kullanıldığı durumlarda önem kazanır. Bir kişi kamusal yarar amacıyla bir harita platformuna katkı sağlayabilir. Ancak aynı bilgi daha sonra gayrimenkul değerlendirme, piyasa analizi, lojistik planlama veya yatırım modellemesi için de kullanılabilir. Bu kullanım hukuken mümkün olsa bile etik sorular doğurur. Katkı sağlayıcı bu olası kullanımı biliyor muydu? Sonraki kullanım amaçları kendisine açıklandı mı? Mahremiyet riskleri anlaşılır biçimde ifade edildi mi? Bu soruları cevaplanması katkı sağlayıcı açısından oldukça önemlidir (Harvey, 2012; Sieber, 2006). Alrayes vd. (2020), çevrimiçi sosyal ağlarda konum verisinin işlenmesi konusunda kullanıcılara şeffaf bilgi verilmesi ve açık onam alınması gerektiğini de belirtmektedir. Bu değerlendirme, mekânsal veri kaynaklarının giderek dijital platformlar, mobil uygulamalar, sosyal ağlar ve kullanıcı üretimi içeriklerle ilişkilendiği günümüzde daha da önemlidir. Her durumda onam açık, anlaşılır ve amaca özgü olmalıdır. Gayrimenkul YBS için de bilgilendirilmiş onam açık veri politikalarıyla desteklenmelidir. Bu politikalar hangi verilerin toplandığını, neden toplandığını, ne kadar süre saklanacağını, kimlerin erişebileceğini, nasıl korunacağını ve değerlendirme ya da karar destek süreçlerinde kullanılıp kullanılmayacağını açıklamalıdır. Onam belirsiz

ifadeler arasında gizlenmemeli; kullanıcının gerçekten anlayabileceği açıklıkta düzenlenmelidir.

2.5. Maskeleye, Belirsizleştirme ve Sözde Anonimleştirme

Mekânsal YBS içinde mahremiyet koruması uygulanabilir yöntemler gerektirir. Bu yöntemler arasında maskeleye, belirsizleştirme, sözde anonimleştirme, mekânsal genelleştirme, veri toplulaştırma ve erişim kısıtları yer almaktadır. Özellikle konum verilerinin gayrimenkul değerlendirme süreçlerinde kullanıldığı durumlarda bu yöntemler kritik öneme sahiptir (Hargitai vd., 2018; Gursoy vd., 2018; Tzianara, 2023).

Coumans (2017), coğrafi mahremiyet çalışmalarında mahremiyeti korumak için belirsizleştirme veya maskeleye tekniklerinin önemini vurgulamakta; GCB verilerinin uygun şekilde anonimleştirilmesi için hukuki rehberlere ve düzenlemelere ihtiyaç bulunduğunu belirtmektedir. Maskeleye, hassas konumların mekânsal hassasiyetinin azaltılması, belirli koordinatların kaydırılması, verinin daha geniş alanlara toplanması veya hassas noktaların gizlenmesi gibi uygulamaları kapsayabilir.

Maskeleyenin amacı, kimlik belirleme riskini azaltırken analitik faydayı mümkün olduğunca korumaktır (Winkler, 2004). Örneğin kesin ev konumları mahalle düzeyine indirgenebilir, bireysel işe gidiş geliş güzergâhları genelleştirilebilir, hassas noktalar yer değiştirilmiş veya toplulaştırılmış olarak gösterilebilir. Bu sayede veri analiz için kullanılabilirliğini tamamen kaybetmeden mahremiyet riski azaltılabilir. Ribeiro vd. (2022), mahalle ve sağlık araştırmalarında kişisel konum verilerinin kullanılabilirliğini; ancak bu riskler nedeniyle bilgilendirilmiş onam ve sözde anonimleştirme gibi coğrafi mahremiyet koruyucu önlemlerin projenin farklı aşamalarında uygulanması gerektiğini belirtmektedir. Her ne kadar bu

değerlendirme sağlık ve mahalle araştırmaları bağlamında yapılmış olsa da, benzer mantık gayrimenkul değerlendirme için de geçerlidir. Çünkü her iki alanda da kişisel konum verileri ve mekânsal bağlam kullanılmaktadır.

Sözde anonimleştirme doğrudan kimlik belirleme riskini de azaltabilir; ancak tek başına yeterli değildir (Rubinstein ve Hartzog, 2016). Konumsal örüntüler kimlik belirlemeye imkân verebileceğinden, bu yöntem maskeleyme, toplulaştırma, erişim kontrolü ve veri minimizasyonu gibi başka önlemlerle birlikte uygulanmalıdır. Gayrimenkul YBS içinde mahremiyet koruyucu yöntemlerin seçiminde verinin hassasiyeti ve kullanım amacı dikkate alınmalıdır. İç teknik analizlerde belirli düzeyde konumsal ayrıntıya ihtiyaç duyulabilir; ancak kamuya açık rapor veya haritalarda aynı ayrıntı düzeyi gerekli olmayabilir.

2.6. Makine Öğrenmesi, Büyük Veri ve Anlamsal Mahremiyet Riskleri

Makine öğrenmesi ve büyük veri teknikleri gayrimenkul YBS için önemli analitik fırsatlar sunmaktadır. Bu teknikler örüntü tanıma, tahmin, sınıflandırma, piyasa analizi ve mekânsal modelleme süreçlerinde önemli roller üstlenirler. Ancak aynı teknikler, konum verilerinden hassas sonuçlar çıkarma kapasitesi nedeniyle mahremiyet risklerini de artırmaktadır. Bu nedenle makine öğrenmesi yalnızca analitik performans açısından değil, mahremiyet ve etik yönetim açısından da değerlendirilmelidir. Wiedemann vd. (2024), makine öğrenmesi yöntemlerinin büyük veriyi yorumlamada güçlü araçlar sağladığını; ancak yüksek kaliteli mekânsal bilginin kötüye kullanılmasının önemli mahremiyet kayıplarına yol açabileceğini belirtmektedir. Bu durum, makine öğrenmesinin çift yönlü niteliğini ortaya koymaktadır. Aynı yöntemler hem daha iyi analiz hem de daha güçlü kişisel çıkarım imkânı sağlamaktadır.

Risk yalnızca kişisel verinin doğrudan kullanılmasıyla sınırlı değildir. Asıl risklerden biri, algoritmaların açıkça verilmemiş bilgileri konumsal örüntüler üzerinden çıkarabilmesidir. Wiedemann vd. (2024), konum sınıflandırması ve kullanıcı profillemesi gibi tekniklerin, konum verisinde belirsizlik bulunsa bile mahremiyet kaybı yaratabileceğini göstermektedir. Bu tespit MYBS açısından son derece önemlidir. Çünkü eksik veya hatalı konum verileri bile algoritmik çıkarım yoluyla hassas bilgiye dönüşebilir. Konum sınıflandırması, kişinin ziyaret ettiği yer türleri hakkında bilgi verebilir. Kullanıcı profillemesi ise kişinin alışkanlıkları, tercihleri veya davranış biçimleri hakkında çıkarım yapılmasına imkân tanıyabilir. Gayrimenkul bağlamında bu çıkarımlar konut tercihi, mahalle davranışı, tüketim örüntüleri, kentsel hareketlilik alışkanlıkları veya yatırım ilgisiyle ilişkilendirilebilir. Bu tür çıkarımlar kullanıcı onamı ve yönetim ilkeleri olmadan üretildiğinde mahremiyet ihlali doğurabilir.

Bu nedenle gayrimenkul YBS içinde makine öğrenmesi sıkı yönetim ilkeleriyle kullanılmalıdır. Veri minimizasyonu, açıklanabilirlik, erişim kontrolü, mahremiyet etki değerlendirmesi, model denetimi ve çıktıların hassas bilgi üretip üretmediğinin kontrol edilmesi gereklidir. Teknik kapasite, etik yetki anlamına gelmemelidir. Bir sistemin belirli bir çıkarımı yapabilmesi, o çıkarımın yapılmasının doğru veya meşru olduğu anlamına gelmez.

2.7. Gayrimenkul Kuruluşlarında Bilgi Güvenliği

Mahremiyet ile bilgi güvenliği birbirine yakın fakat aynı olmayan iki kavramdır. Mahremiyet, kişisel bilginin uygun biçimde kullanılması ve korunmasıyla ilgilidir. Bilgi güvenliği ise bilgi sistemlerinin yetkisiz erişim, kötüye kullanım, değiştirme, kesinti veya veri hırsızlığına karşı korunmasını ifade

eder (Bertino, 2016; Weippl ve Schrittwieser, 2023). Gayrimenkul YBS ekseninde bu iki alan birlikte düşünülmelidir.

Mani vd. (2015), müşteri verilerinin saklanması ve aktarılması için bilgi sistemlerini kullanan gayrimenkul kuruluşlarının siber saldırıların potansiyel hedefi olduğunu belirtmektedir. Bu tespit sektörel açıdan önemlidir. Çünkü gayrimenkul kuruluşları, müşteri kayıtları, mülkiyet bilgileri, finansal veriler, sözleşmeler, adresler, işlem geçmişleri ve taşınmaz değerleri gibi yüksek hassasiyet taşıyan verilerle çalışmaktadır. Bu veriler kötü niyetli kişiler için ekonomik ve stratejik değer taşıyabilir. Mekânsal verilerin sisteme dâhil edilmesi riski daha da artırır. Konum verisi müşteri kayıtlarının hassasiyetini yükseltir. İsim, adres, taşınmaz değeri, işlem geçmişi ve konum tercihleri içeren bir veri tabanı siber saldırganlar için oldukça değerli olabilir. Böyle bir ihlal dolandırıcılık, takip, hırsızlık, kimlik hırsızlığı ve itibar kaybı gibi sonuçlar doğurabilir (Chandler ve Levitt, 2011; Rawal vd., 2024).

Gayrimenkul YBS alanında bilgi güvenliği çok katmanlı biçimde ele alınmalıdır. Erişim kontrolü, hangi kullanıcının hangi veriye ulaşabileceğini belirlemelidir. Şifrelemeyle, veriyi saklama ve aktarımı korunmalıdır. Kimlik doğrulama, sisteme erişen kullanıcıların güvenilirliğini sağlamalıdır. Kayıt tutma mekanizmaları, sistem faaliyetlerini izlemelidir. Yedekleme, sistem sürekliliği ve veri erişilebilirliği açısından önemlidir. Düzenli güvenlik denetimleri ise zayıflıkları ortaya çıkararak sistemin güncellenmesini sağlamalıdır. Bilgi güvenliği yalnızca teknik bir konu değildir. Aynı zamanda kurumsal güvenilirliğin temelidir. Müşteriler, katkı sağlayıcılar ve kurumsal paydaşlar verilerinin korunduğuna inandıklarında veri paylaşımına daha açık hâle gelirler. Bu nedenle siber güvenlik, MYBS'nin teknik altyapısı kadar kurumsal itibarının da bir parçasıdır.

2.8. Kamu ve Kurumsal Kullanımda Veri Koruma ve Doğruluk

GCB kamu hizmetlerinin geliştirilmesinde de kullanılabilir. Ancak bu kullanım, veri doğruluğu ve koruma yükümlülükleri açısından daha yüksek bir standart gerektirir. Veeraiyah vd. (2024), GCB'nin kamu operasyonlarına dâhil edilmesinin gayrimenkul dâhil farklı sektörlerde hizmet sunumunu geliştirme imkânı oluşturduğunu; ancak veri doğruluğu ve veri koruma gibi hukuki engellerin ele alınması gerektiğini belirtmektedir.

Kamu ve kurumsal kullanımda GCB yerel ayrıntıyı, veri güncelliğini, vatandaş katılımını ve hizmet duyarlılığını artırabilir. Gayrimenkul alanında bu bilgi arazi yönetimi, kentsel planlama, taşınmaz değerlendirme, altyapı izleme ve kamu hizmetlerinin haritalanmasında kullanılabilir. Ancak kamu kurumlarının bu veriyi kullanması daha güçlü bir hesap verebilirlik gerektirir. Kamu kararları bireylerin haklarını, vergilendirmeyi, planlamayı ve hizmet erişimini etkileyebileceğinden, veri doğruluğu ve veri koruma konuları daha hassas hâle gelir (Haklay vd., 2014; Dawes ve Helbig, 2010). Veri koruma, verilerin kötüye kullanımını, yetkisiz erişimi ve uygunsuz işlenmesini engellemeyi ifade eder. Gayrimenkul sistemlerinde bu koruma mülkiyet kayıtları, hane bilgileri, hassas adresler ve topluluk düzeyindeki göstergeler için özellikle önemlidir. Verinin doğruluğu da korumanın bir parçasıdır. Hatalı GCBye dayalı kamu kararları mülkiyet haklarını, vergilendirmeyi, planlamayı veya hizmet sunumunu olumsuz etkileyebilir (Newman, 2008; Kitchin, 2016). Dolayısıyla GCB resmi sistemlere dâhil edildiğinde şeffaflık, doğrulama, metadata yönetimi, kalite değerlendirmesi ve sorumluluk sınırları açıkça belirlenmelidir. Kurumsal kullanım, gönüllü verinin değerini artırabilir; ancak bu değer yalnızca güçlü yönetim ilkeleriyle güvence altına alınabilir.

2.9. Katılım ve Kullanıcı Teşvikleri

GCB katılıma dayanmaktadır. Kullanıcılar katkı sağlamadığında sistem yerel ayrıntı, güncellik ve topluluk bilgisinden yoksun kalır. Ancak kullanıcılar mahremiyet risklerinden, verinin kötüye kullanılmasından veya şeffaflık eksikliğinden endişe duyarsa katılım azalabilir. Bu nedenle mahremiyet koruması, katılımı sınırlayan değil, aksine destekleyen bir unsur olarak değerlendirilmelidir. Joy vd. (2016), uygun mahremiyet koruyucu mekanizmaların özel çalışmalar için kullanıcı katılımını teşvik edebileceğini ve mahremiyetin korunmasının katılımı artırmada önemli olduğunu belirtmektedir. Bu yaklaşım, mahremiyetin yalnızca bir sınırlama olmadığını göstermektedir. Güvenli ve şeffaf veri yönetimi kullanıcıların katılım isteğini güçlendirebilir.

Gayrimenkul YBS açısından bu ilke oldukça önemlidir. Vatandaşlar, müşteriler, mahalle sakinleri ve platform kullanıcıları, sistemin verilerini koruyacağına inanırlarsa mekânsal bilgi paylaşmaya daha istekli olabilirler. Buna karşılık, konum verilerinin satılabileceği, kötüye kullanılabileceği, izinsiz paylaşılabilirliği veya kendileri aleyhine kullanılabileceği düşüncesi katılımı zayıflatır. Mahremiyet koruyucu mekanizmalar açık onam süreçlerini, maskeleyen tekniklerini, veri toplulaştırmayı, sözde anonimleştirmeyi, güvenli depolamayı, sınırlı erişimi ve şeffaf veri politikalarını içermelidir. Bu mekanizmalar yalnızca bireyleri korumaz; aynı zamanda daha geniş ve kaliteli katılımı destekleyerek veri tabanının niteliğini de artırır (Henttonen, 2017; Ciampi vd., 2022). Katılım etik biçimde kurgulanmalıdır. Kullanıcılar hassas veri paylaşmaya zorlanmamalı, veri toplama amacı açık olmalı ve gereğinden fazla veri toplanmamalıdır. Katılımın meşruiyeti, kullanıcıların sisteme duyduğu güvenle doğrudan ilişkilidir.

3. ETİK, HUKUK, MAHREMİYET VE GÜVENLİĞİN YBS TASARIMINA ENTEGRASYONU

Mahremiyet, hukuk, etik ve güvenlik ayrı ayrı ele alınabilecek konular olmakla birlikte, MYBS tasarımı bütünlük biçimde düşünülmelidir. Gayrimenkul odaklı bir MYBS, başlangıçtan itibaren sorumlu bilgi ortamı olarak tasarlanmalıdır. İlk olarak, sistemde veri yönetimi kuralları bulunmalıdır. Hangi verilerin toplanacağı, kimlerin bu verilere erişeceği, verilerin nasıl doğrulanacağı, ne kadar süre saklanacağı ve hangi amaçlarla yeniden kullanılabilirliği açık biçimde belirlenmelidir. İkinci olarak, mahremiyet tasarımının doğal bir parçası hâline getirilmelidir. Hassas veriler mümkün olduğunca azaltılmalı, gerekli durumlarda maskelenmeli ve erişim kontrolleriyle korunmalıdır. Kesin konum verileri yalnızca gerçekten gerekli olduğunda kullanılmalıdır. Üçüncü olarak, hukuki uyum kontrolleri sistematik biçimde yapılmalıdır. GCB lisansları, fikri mülkiyet hakları, atıf yükümlülükleri, sahiplik kuralları ve sorumluluk riskleri veri entegrasyonundan önce değerlendirilmelidir. Dördüncü olarak, etik değerlendirme süreçleri kurulmalıdır. GCBnin kullanımı adalet, kapsayıcılık, onam, potansiyel zarar ve toplumsal etki bakımından incelenmelidir (Yoo, 2026). Beşinci olarak, bilgi güvenliği kontrolleri uygulanmalıdır. Müşteri kayıtları, taşınmaz bilgileri ve konum verileri yetkisiz erişim ve siber saldırılara karşı korunmalıdır. Altıncı olarak, şeffaflık araçları geliştirilmelidir. Kullanıcılar ve paydaşlar verilerin nasıl işlendiği ve kullanıldığı konusunda bilgilendirilmelidir. Karar destek çıktıları veri sınırlılıklarını ve belirsizlikleri açıkça göstermelidir.

Böyle bir bütünlük yaklaşım oldukça gereklidir. Çünkü yönetim sorunları çoğu zaman birbirine bağlıdır. Mahremiyet ihlali hukuki soruna, veri kalitesi sorunu etik soruna, siber güvenlik açığı mahremiyet ihlaline, şeffaflık eksikliği ise güven

kaybına dönüşebilir. Bu nedenle MYBS bütüncül bir yönetim anlayışıyla yönetilmelidir.

3.1. GCB'ye Dayalı Gayrimenkul YBS İçin Yönetişim Çerçevesi

GCBye dayalı gayrimenkul YBS için sekiz temel ilkeye dayanan bir yönetim çerçevesi önerilebilir.

Birinci ilke amaç sınırlılığıdır. GCB ve konum verileri açıkça tanımlanmış amaçlar için kullanılmalıdır. Veri bir amaçla toplanıp başka bir amaçla kullanılacaksa, bu yeniden kullanım şeffaf ve gerekçeli olmalıdır. İkinci ilke veri kalitesi sorumluluğudur. GCB'yi kullanan kurumlar verinin kalitesini ve amaca uygunluğunu değerlendirmelidir. Antoniou (2023), GCB'nin uzman olmayan kişiler tarafından üretilmesinin kalite ve uygunluk bakımından risk oluşturduğunu belirtmektedir. Bu nedenle gönüllü veri hiçbir zaman doğrudan güvenilir kabul edilmemelidir. Üçüncü ilke hukuki açıklıktır. Fikri mülkiyet, sorumluluk, hakaret, mahremiyet, sahiplik ve manevi haklar GCB resmi gayrimenkul sistemlerine dâhil edilmeden önce değerlendirilmelidir (Scassa, 2013; Cho, 2014). Dördüncü ilke bilgilendirilmiş onamdır. Kullanıcılar konum verilerinin nasıl işlendiğini anlamalı ve kişisel konum verilerinin kullanımı söz konusu olduğunda açık onam vermelidir (Alrayes vd., 2020). Beşinci ilke mahremiyet korumasıdır. Kişisel konum verileri maskeleyme, sözde anonimleştirme, coğrafi genelleştirme ve erişim kısıtlarıyla korunmalıdır (Coumans, 2017; Ribeiro vd., 2022). Altıncı ilke bilgi güvenliğidir. Gayrimenkul kuruluşları müşteri ve taşınmaz verilerini siber saldırılara ve yetkisiz erişime karşı korumalıdır (Mani vd., 2015). Yedinci ilke şeffaflıktır. Paydaşlar veri kaynakları, işleme yöntemleri, sınırlılıklar ve riskler hakkında bilgilendirilmelidir. Şeffaflık, güven ve hesap verebilirlik sağlar. Son olarak sekizinci ilke de orantılılıktır. Kullanılan veri ayrıntısı, analiz düzeyi ve paylaşım biçimi amaçla

uyumlu olmalıdır. Daha az hassas veri yeterliyse yüksek hassasiyetli verilerin kullanılması tercih edilmemelidir.

Bu çerçeve, GCB'nin ve konum verilerinin gayrimenkul YBS içinde sorumlu biçimde kullanılmasına imkân sağlar. Amaç GCB'yi kapsam dışına taşımak değil, aksine bu verinin mahremiyet, hukuk, etik ve güvenlik ilkeleri ihmal edilmeden karar süreçlerine dâhil edilmesini sağlamaktır.

3.2. Gayrimenkul Kuruluşları İçin Yönetimsel Çıkarımlar

Bu bölümde tartışılan yönetim konuları gayrimenkul kuruluşları, kamu kurumları, değerlendirme uzmanları, GIS birimleri ve platform yöneticileri açısından doğrudan sonuçlar doğurmaktadır. Mekânsal veri yönetişimi, bu aktörler için teknik bir ayrıntı değil, mesleki sorumluluğun parçasıdır.

Öncelikle kuruluşlar mekânsal verilerini hassasiyet düzeylerine göre sınıflandırmalıdır. Kamusal yol verileri veya anonimleştirilmiş mahalle göstergeleri daha düşük koruma gerektirebilirken, müşteri adresleri, işlem geçmişleri ve hareket verileri daha yüksek koruma gerektirir. Daha sonra, GCB kullanımına ilişkin açık politikalar oluşturulmalıdır. Bu politikalar lisans, kalite değerlendirmesi, atıf, doğrulama, mahremiyet ve kabul edilebilir kullanım konularını kapsamalıdır. Ayrıca personel eğitimi önemlidir. CBS, değerlendirme veri tabanları, müşteri kayıtları veya karar destek çıktılarıyla çalışan personel mahremiyet ve güvenlik yükümlülüklerini bilmelidir. Bunun yanısıra mekânsal çıktılar paylaşılmadan veya yayımlanmadan önce mahremiyet koruyucu yöntemler uygulanmalıdır. Kesin konumların paylaşılması gerekli değilse, toplulaştırılmış veya maskelenmiş veriler tercih edilmelidir. Periyodik denetimlerin yapılması çok önemlidir. Bu denetimler veri kalitesi, hukuki uyum, mahremiyet korumaları ve siber güvenlik önlemlerini kapsamalıdır. Son olarak da olarak,

müşteriler ve katkı sağlayıcılarla açık iletişim kurulmalıdır. İnsanlar verilerinin nasıl kullanıldığını ve nasıl korunduğunu bilmelidirler (Drakonakis vd., 2019; Calacci vd., 2019; Zang ve Bolot, 2011; Hasanzadeh vd., 2020).

Mani vd. (2015) tarafından vurgulanan siber saldırı riski, gayrimenkul kuruluşları açısından özellikle dikkate alınmalıdır. Veri odaklı çalışma biçimleri geliştikçe dijital risk de artmaktadır. Bu nedenle bilgi güvenliği, gayrimenkul YBS'nin ayrılmaz bir parçası hâline getirilmelidir.

3.3. Araştırmacılar ve Analistler İçin Yöntemsel Çıkarımlar

GCB'yi gayrimenkul değerlendirme çalışmalarında kullanan araştırmacılar ve analistler de yönetim ilkelerini metodolojik sürecin bir parçası olarak değerlendirmelidir. Yöntem yalnızca model kurma ve veri analiziyle sınırlı kalmamalı; mahremiyet, hukuk ve etik boyutları da içermelidir.

İlk olarak, veri kaynakları ve lisans koşulları belgelenmelidir. GCB kullanılıyorsa, verinin kaynağı, platformu, katkı yapısı ve kullanım kısıtları açık biçimde belirtilmelidir. İkinci olarak, kullanılan konum verilerinin bireyleri veya haneleri tanımlama ihtimali değerlendirilmelidir. Böyle bir risk varsa maskeleyme veya toplulaştırma uygulanmalıdır. Üçüncü olarak, gereksiz mekânsal hassasiyetten kaçınılmalıdır. Mahalle düzeyi veri yeterliyse kesin koordinat kullanımı tercih edilmemelidir. Dördüncü olarak, makine öğrenmesi uygulamalarında konum verisinin hassas bilgi çıkarımına yol açıp açmadığı değerlendirilmelidir. Wiedemann vd. (2024), konum sınıflandırması ve kullanıcı profillemesi üzerinden mahremiyet kaybı oluşabileceğini göstermektedir. Bu nedenle algoritmik analizler mahremiyet etkisi açısından denetlenmelidir. Beşinci olarak, sınırlılıklar açıkça raporlanmalıdır. GCB'nin kalitesi, mahremiyet kısıtları veya veri maskeleyme uygulamaları sonuçları

etkiliyorsa, bu durum araştırmada belirtilmelidir. Altıncı olarak, mekânsal analizlerin sosyal sonuçları dikkate alınmalıdır. Haritalar ve modeller mahallelerin, bölgelerin veya mülk piyasalarının algısını etkileyebilir. Dikkatsiz mekânsal analizler belirli yerleri farklı bir şekilde tanıtabilir veya görünürlük durumlarını azaltabilirler (Allshouse vd., 2010; Fischer vd., 2023; Scheider vd., 2020). Bu çıkarımlar, sorumlu araştırmanın yalnızca teknik yeterliliğe dayanmadığını göstermektedir. Gayrimenkul ve MYBS araştırmalarında etik ve hukuki farkındalık, yöntemin ayrılmaz bir parçası olmalıdır.

4. SONUÇ

Bu bölümde GCBye dayalı gayrimenkul YBS'nin yönetim temelleri ele alınmıştır. Mahremiyet, hukuki sorumluluk, etik ve bilgi güvenliği konularının ikincil meseleler olmadığı; mekânsal bilgi yönetiminin temel bileşenleri olduğu ortaya konulmuştur.

GCB, gayrimenkul değerlendirme süreçlerine yerel bilgi, veri güncelliği, mekânsal ayrıntı ve karar desteği sağlayabilir. Ancak bu katkının güvenli ve meşru biçimde gerçekleşebilmesi için veri kalitesi, onam, mahremiyet, hukuki haklar, sorumluluk, veri koruma ve bilgi güvenliği birlikte ele alınmalıdır. Scassa (2013), GCB kullanımında fikri mülkiyet, sorumluluk, hakaret ve mahremiyet gibi hukuki sorunların ortaya çıkabileceğini belirtmektedir. Cho (2014), veri kalitesi, mülkiyet, manevi haklar ve sorumluluk konularının hukuki çerçeve gerektirdiğini ifade etmektedir. Ribeiro vd. (2022) ile Fan ve Gote (2021), ev adresleri ve günlük güzergâhlar gibi konum verilerinin tersine kimlik belirleme ve güvenlik ihlali riskleri oluşturabileceğini göstermektedir. Alrayes vd. (2020), şeffaf iletişim ve bilgilendirilmiş onamın etik konum verisi kullanımı açısından merkezi olduğunu vurgulamaktadır. Mani vd. (2015) ise

gayrimenkul kuruluşlarının müşteri verilerini işleyen bilgi sistemleri nedeniyle siber saldırıların hedefi olabileceğini belirtmektedir.

Bu bağlamda temel sonuç şudur: Gayrimenkul odaklı MYBS, sorumlu yönetim üzerine kurulmalıdır. GCB ve konum verileri daha iyi değerlendirme, daha zengin yerel bilgi, gelişmiş karar desteği ve daha dinamik mekânsal analiz sağlayabilir. Ancak bu faydalar yalnızca mahremiyetin korunduğu, hukuki sorumlulukların belirlendiği, etik ilkelerin gözetildiği ve bilgi güvenliğinin sağlandığı durumlarda sürdürülebilir hâle gelir. Dolayısıyla MYBS'nin başarısı yalnızca teknik kapasitesine bağlı değildir, başarı aynı zamanda verinin hangi ilkelerle yönetildiğine, kullanıcıların nasıl korunduğuna, karar süreçlerinin ne ölçüde şeffaf olduğuna ve sistemin toplumsal sorumluluk bilinciyle tasarlanıp tasarlanmadığına bağlıdır. Bu çerçevede GCB ve konum verileri, ancak güvenilir, etik, hukuken açık ve güvenli bir yönetim yapısı içinde gayrimenkul kararlarını destekleyen değerli bir bilgi kaynağına dönüşebilir.

KAYNAKÇA

- Aaltonen, V. (2022). Ethics and safety of community-based geospatial data processes in the resilient urban South.
- Akinsola, K. (2025). Legal compliance in corporate governance frameworks: best practices for ensuring transparency, accountability, and risk mitigation. *Accountability, and Risk Mitigation (January 31, 2025)*.
- Allshouse, W. B., Fitch, M. K., Hampton, K. H., Gesink, D. C., Doherty, I. A., Leone, P. A., ... & Miller, W. C. (2010). Geomasking sensitive health data and privacy protection: an evaluation using an E911 database. *Geocarto international*, 25(6), 443-452.
- Alrayes, F. S., Abdelmoty, A. I., El-Geresy, W. B., & Theodorakopoulos, G. (2020). Modelling perceived risks to personal privacy from location disclosure on online social networks. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(1), 150-176.
- Alter, G., & Gonzalez, R. (2018). Responsible practices for data sharing. *American Psychologist*, 73(2), 146.
- Altman, M., Wood, A., O'Brien, D. R., & Gasser, U. (2018). Practical approaches to big data privacy over time. *International Data Privacy Law*, 8(1), 29-51.
- Anandan, A. K., Dighe, P. M., Gaikwad, A. D., Chavan, P., & Chavan, M. (2020). Revamping real estate document storage with blockchain. *International Journal of Blockchains and Cryptocurrencies*, 1(4), 342-364.
- Antoniou, V. (2023). On volunteered geographic information quality: a framework for sharing data quality information. In *Geoinformatics for Geosciences* (pp. 149-160). Elsevier.

- Bertino, E. (2016, June). Data security and privacy: Concepts, approaches, and research directions. In *2016 IEEE 40th annual computer software and applications conference (COMPSAC)* (Vol. 1, pp. 400-407). IEEE.
- Calacci, D., Berke, A., & Larson, K. (2019). The tradeoff between the utility and risk of location data and implications for public good. *arXiv preprint arXiv:1905.09350*.
- Chandler, J. A., & Levitt, K. (2011). Spatial data quality: The duty to warn users of risks associated with using spatial data. *Alberta Law Review*, 79-79.
- Cho, G. (2014, June). Some legal concerns with the use of crowd-sourced Geospatial Information. In *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 20, No. 1, p. 012040).
- Choo, K. K. R., Heravi, A., Mani, D., & Mubarak, S. (2015). Employees' intended information security behaviour in real estate organisations: A Protection Motivation perspective.
- Ciampi, M., Sicuranza, M., & Silvestri, S. (2022). A privacy-preserving and standard-based architecture for secondary use of clinical data. *Information*, 13(2), 87.
- Coumans, F. (2017). Protecting Location Privacy Brings Opportunities to the Geosector. *GIM INTERNATIONAL-THE WORLDWIDE MAGAZINE FOR GEOMATICS*, 31(1), 21-23. <https://www.gim-international.com/content/article/protecting-location-privacy-brings-opportunities-to-the-geosector>
- Crawford, K., & Schultz, J. M. (2014). Big data and due process: Toward a framework to redress predictive privacy harms. *Boston College Law Review*, 55, 93.

- da Silva, A. O., & Fernandes, R. A. S. (2020). Smart governance based on multipurpose territorial cadastre and geographic information system: An analysis of geoinformation, transparency and collaborative participation for Brazilian capitals. *Land use policy*, 97, 104752.
- Dawes, S. S., & Helbig, N. (2010, August). Information strategies for open government: Challenges and prospects for deriving public value from government transparency. In *International Conference on Electronic Government* (pp. 50-60). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Drakonakis, K., Ilija, P., Ioannidis, S., & Polakis, J. (2019). Please forget where I was last summer: The privacy risks of public location (meta) data. *arXiv preprint arXiv:1901.00897*.
- Droj, G., Kwartnik-Pruc, A., & Droj, L. (2024). A comprehensive overview regarding the impact of GIS on property valuation. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(6), 175.
- Duckham, M., & Kulik, L. (2006). Location privacy and location-aware computing. In *Dynamic and mobile GIS* (pp. 63-80). CRC press.
- Dunkel, A. (2015). Visualizing the perceived environment using crowdsourced photo geodata. *Landscape and urban planning*, 142, 173-186.
- Fan, L., & Gote, I. (2021, November). A Closer Look: Evaluating Location Privacy Empirically. In *Proceedings of the 29th International Conference on Advances in Geographic Information Systems* (pp. 488-499).
- Fischer, J., Egli, L., Groth, J., Barrasso, C., Ehrmann, S., Figgemeier, H., ... & Seppelt, R. (2023). Approaches and

tools for user-driven provenance and data quality information in spatial data infrastructures. *International Journal of Digital Earth*, 16(1), 1510-1529.

Ghinita, G. (2013). *Privacy for location-based services*. Morgan & Claypool Publishers.

Goss, J. (1995). "We know who you are and we know where you live": The instrumental rationality of geodemographic systems. *Economic geography*, 71(2), 171-198.

Guarda, T., Augusto, M. F., & Lopes, I. (2019). Geographic market intelligence as a competitive advantage. In *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-5). IEEE.

Gursoy, M. E., Liu, L., Truex, S., & Yu, L. (2018). Differentially private and utility preserving publication of trajectory data. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 18(10), 2315-2329.

Haklay, M., Antoniou, V., Basiouka, S., Soden, R., & Mooney, P. (2014). *Crowdsourced geographic information use in government*. World Bank Publications.

Hargitai, V., Shklovski, I., & Wasowski, A. (2018). Going beyond obscurity: Organizational approaches to data anonymization. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 2(CSCW), 1-22.

Harvey, F. (2012). To volunteer or to contribute locational information? Towards truth in labeling for crowdsourced geographic information. In *Crowdsourcing geographic knowledge: Volunteered geographic information (VGI) in theory and practice* (pp. 31-42). Dordrecht: Springer Netherlands.

Hasanzadeh, K., Kajosaari, A., Häggman, D., & Kytä, M. (2020). A context sensitive approach to anonymizing public

participation GIS data: From development to the assessment of anonymization effects on data quality. *Computers, Environment and Urban Systems*, 83, 101513.

Henttonen, P. (2017). Privacy as an archival problem and a solution. *Archival Science*, 17(3), 285-303.

Hollenstein, L., & Purves, R. (2010). Exploring place through user-generated content: Using Flickr tags to describe city cores. *Journal of Spatial Information Science*, (1), 21-48.

Jaljolie, R., Dror, T., Siriba, D. N., & Dalyot, S. (2023). Evaluating current ethical values of OpenStreetMap using value sensitive design. *Geo-Spatial Information Science*, 26(3), 362-378.

Joy, J., Rajwade, S., & Gerla, M. (2016, June). Participation cost estimation: Private versus non-private study. In *2016 Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (Med-Hoc-Net)* (pp. 1-5). IEEE.

Kitchin, R. (2016). Getting smarter about smart cities: Improving data privacy and data security.

Krumm, J. (2009). A survey of computational location privacy. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(6), 391-399.

Laliberté, N. (2015). Geographies of human rights: Mapping responsibility. *Geography Compass*, 9(2), 57-67.

Morehouse, K. N., Kurdi, B., & Nosek, B. A. (2025). Responsible data sharing: Identifying and remedying possible re-identification of human participants. *American Psychologist*, 80(6), 928.

- Nedović-Budić, Z., & Pinto, J. K. (2000). Information sharing in an interorganizational GIS environment. *Environment and planning B: Planning and Design*, 27(3), 455-474.
- Newman, A. (2008). *Protectors of privacy: Regulating personal data in the global economy*. Cornell University Press.
- Oladokun, S. O., & Mooya, M. M. (2024). Another look at data challenges in property valuation practice: a case of Lagos property market. *Journal of Property Investment & Finance*, 42(4), 325-347.
- Onsrud, H. J. (1999). Liability in the use of geographic information systems and geographic datasets. *Geographical information systems: Principles, techniques, management and applications*, 643-652.
- Persson, P., Espinoza, F., Fagerberg, P., Sandin, A., & Cöster, R. (2003). GeoNotes: A location-based information system for public spaces. In *Designing information spaces: the social navigation approach* (pp. 151-173). London: Springer London.
- Pillai, R., Al-Malkawi, H. A. N., & Bhatti, M. I. (2021). Assessing institutional dynamics of governance compliance in emerging markets: The GCC real estate sector. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(10), 501.
- Rak, A., Coleman, D., & Nichols, S. (2012). Legal liability concerns surrounding volunteered geographic information applicable to Canada. *Spatially enabling government, industry and citizens: Research and development perspectives*, 125-142.
- Rawal, D., Amaduzzi, S., & Seedorf, J. (2024). Crypto-Spatial: A New Direction in Geospatial Data. *The International*

Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 48, 89-96.

- Ribeiro, A. I., Dias, V., Ribeiro, S., Silva, J. P., & Barros, H. (2022). Geoprivacy in neighbourhoods and health research: a mini-review of the challenges and best practices in epidemiological studies. *Public health reviews*, 43, 1605105.
- Rubinstein, I. S., & Hartzog, W. (2016). Anonymization and risk. *Washington Law Review*, 91(2), 703.
- Scassa, T. (2013). Legal issues with volunteered geographic information. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, 57(1), 1-10.
- Scheider, S., Wang, J., Mol, M., Schmitz, O., & Karssenber, D. (2020). Obfuscating spatial point tracks with simulated crowding. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(7), 1398-1427.
- Sester, M., Jokar Arsanjani, J., Klammer, R., Burghardt, D., Haunert, J. H., Arsanjani, J. J., ... & Haunert, J. H. (2014). Integrating and generalising volunteered geographic information. In *Abstracting Geographic Information in a Data Rich World: Methodologies and Applications of Map Generalisation* (pp. 119-155). Cham: Springer International Publishing.
- Sieber, R. (2006). Public participation geographic information systems: A literature review and framework. *Annals of the association of American Geographers*, 96(3), 491-507.
- Siejka, M. (2017). The role of spatial information systems in decision-making processes regarding investment site selection. *Real Estate Management and Valuation*, 25(3), 62-72.

- Spash, C. L. (2000). Ethical motives and charitable contributions in contingent valuation: Empirical evidence from social psychology and economics. *Environmental Values*, 9(4), 453-479.
- Thériault, M., Des Rosiers, F., Villeneuve, P., & Kestens, Y. (2003). Modelling interactions of location with specific value of housing attributes. *Property Management*, 21(1), 25-62.
- Tzianara, P. (2023). Fairness, unbiased and user privacy in recommender systems.
- Veeraiah, V., Dhabliya, D., Dari, S. S., Kumar, J. R. R., Dhabliya, R., Pramanik, S., & Gupta, A. (2024). The Impact of Data Science and Participated Geographic Metadata on Improving Government Service Deliveries: Prospects and Obstacles. In *The Ethical Frontier of AI and Data Analysis* (pp. 320-342). IGI Global Scientific Publishing..
- Weber, P., & Chapman, D. (2009). Investing in geography: A GIS to support inward investment. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(1), 1-14.
- Weippl, E., & Schrittwieser, S. (2023). Introduction to security and privacy. In *Introduction to Digital Humanism: A Textbook* (pp. 397-414). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Wiedemann, N., Janowicz, K., Raubal, M., & Kounadi, O. (2024). Where you go is who you are: a study on machine learning based semantic privacy attacks. *Journal of Big Data*, 11(1), 39.
- Winkler, W. E. (2004, June). Masking and re-identification methods for public-use microdata: Overview and research problems. In *International Workshop on Privacy in*

Statistical Databases (pp. 231-246). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Wyatt, P. (1996). Using a geographical information system for property valuation. *Journal of Property Valuation and Investment*, 14(1), 67-79.
- Yoo, S. (2026). An Operational Ethical Framework for GeoAI: A PRISMA-Based Systematic Review of International Policy and Scholarly Literature. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 15(1), 51.
- Zang, H., & Bolot, J. (2011, September). Anonymization of location data does not work: A large-scale measurement study. In *Proceedings of the 17th annual international conference on Mobile computing and networking* (pp. 145-156).

**YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ALANINDA
AKADEMİK TARTIŞMALAR**

yaz
yayınlari

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com