



Programatik Reklamcılıkta Kuantum Algoritmaların Olası Rolü

Dr. Öğr. Ü. Sinan AKSEKİ

İğdır Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Halkla İlişkiler ve Reklamcılık
Bölümü, aksekioglu@gmail.com - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0630-5011>

Özet

Bu çalışma, dijital reklamcılığın en ileri otomasyon biçimlerinden biri olan programatik reklamcılığı, kuantum hesaplama perspektifinden kuramsal olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Programatik reklamcılık; büyük veri analitiği, gerçek zamanlı açık artırmalar, algoritmik hedefleme ve hiper-kişiselleştirme gibi yüksek derecede hesaplamalı süreçlere dayanmaktadır. Ancak veri hacminin, hızının ve çeşitliliğinin artmasıyla birlikte, klasik algoritmaların işlem kapasitesi, ölçeklenebilirlik ve bağlamsal esneklik açısından belirgin sınırlarla karşılaştığı görülmektedir. Bu durum, reklam kararlarının doğruluğu, öngörü gücü ve sistem verimliliği üzerinde önemli kısıtlar oluşturmaktadır.

Kuantum hesaplama, süperpozisyon ve olasılıksal değerlendirme ilkeleri sayesinde, çok boyutlu karar uzaylarının eş zamanlı olarak ele alınabilmesine olanak tanıyan alternatif bir hesaplama paradigması sunmaktadır. Çalışmada, kuantum algoritmaların büyük veri işleme, optimizasyon, öngörücü modelleme ve gerçek zamanlı karar alma süreçlerine olası katkıları hiper-kişiselleştirme bağlamında tartışılmaktadır. Kuantum destekli modellerin, kullanıcı davranışlarını tekil ve deterministik tahminler yerine olasılık dağılımları ve çoklu senaryolar üzerinden ele alabileceği; bu yaklaşımın reklam ekosistemlerini daha esnek ve öngörücü hâle getirebileceği ileri sürülmektedir.

Kuantum tabanlı hiper-kişiselleştirme uygulamalarının mahremiyet, etik ve kullanıcı özerkliği açısından önemli riskler barındırdığı vurgulanmaktadır. Derin profillemeye, gerçek zamanlı gözetim ve geleceğe dönük davranış tahminleri, reklamcılığın ikna edici iletişim sınırlarını aşarak yönlendirici ve potansiyel olarak manipülatif bir yapıya evrilmesine yol açabilmektedir. Bu bağlamda çalışma, kuantum algoritmaların programatik reklamcılıkta yalnızca teknik bir yenilik olarak değil, aynı zamanda normatif ve toplumsal sonuçları olan bir dönüşüm alanı olarak ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Sonuç olarak, kuantum hesaplama temelli reklamcılık uygulamalarının sürdürülebilirliği, teknik gelişmelerin etik, hukuki ve yönetim ilkeleriyle eş zamanlı olarak değerlendirilmesine bağlıdır.

Anahtar Kelimeler: Programatik reklamcılık, kuantum hesaplama, hiper-kişiselleştirme, büyük veri, mahremiyet, algoritmik karar verme

The Potential Role of Quantum Algorithms in Programmatic Advertising

Abstract

This study aims to theoretically examine programmatic advertising—one of the most advanced forms of automation in digital advertising—from the perspective of quantum computing. Programmatic advertising relies on highly computational processes such as

Araştırma Makalesi

Konu: Reklamcılık

Makaleye Atıf Bilgisi

**Akseki, S. (2026).
Programatik Reklamcılıkta
Kuantum Algoritmaların
Olası Rolü . *International
Journal of Social Science
(IJSS Journal)*,**

(e-ISSN:2548-0685)

Vol:10, Issue:48; s. 53-72.

DOI: 10.52096/usbd.10.48.4

Gönderim: 24.06.2026

Kabul: 19.07.2026

 SYAL BİLİMLER

DERGİSİ

(ULUSLARARASI

HAKEMLİ DERGİ)

big data analytics, real-time bidding, algorithmic targeting, and hyper-personalization. However, as data volume, velocity, and variety continue to increase, classical algorithms increasingly face limitations in terms of computational capacity, scalability, and contextual flexibility. These constraints pose significant challenges to the accuracy, predictive power, and overall efficiency of advertising decision-making systems.

editorusbd@gmail.com

Quantum computing offers an alternative computational paradigm based on principles such as superposition and probabilistic evaluation, enabling the simultaneous assessment of high-dimensional decision spaces. Within this framework, the study discusses the potential contributions of quantum algorithms to big data processing, optimization, predictive modeling, and real-time decision-making, particularly in the context of hyper-personalization. It is argued that quantum-supported models could move beyond deterministic predictions by modeling user behavior through probability distributions and multiple behavioral scenarios, thereby enabling more adaptive and anticipatory advertising ecosystems.

At the same time, the study emphasizes that quantum-based hyper-personalization raises critical concerns related to privacy, ethics, and user autonomy. Deep profiling, real-time surveillance, and predictive targeting of future behaviors may push advertising beyond persuasive communication toward more directive and potentially manipulative practices. Accordingly, the study contends that quantum algorithms in programmatic advertising should be understood not merely as technical innovations, but as transformative developments with significant normative and societal implications. Ultimately, the sustainability of quantum-based advertising practices depends on the parallel development of ethical, legal, and governance frameworks alongside technological advancement.

Keywords: Programmatic advertising, quantum computing, hyper-personalization, big data, privacy, algorithmic decision-making

GİRİŞ

Dijital reklamcılık alanında yaşanan dönüşüm, yalnızca iletişim kanallarının çeşitlenmesiyle sınırlı kalmamış; aynı zamanda reklam üretimi, dağıtımı ve ölçümüne ilişkin hesaplamalı süreçlerin köklü biçimde yeniden yapılandırılmasına yol açmıştır. Bu dönüşümün merkezinde yer alan programatik reklamcılık, reklam envanterinin otomatik, veri temelli ve gerçek zamanlı algoritmalar aracılığıyla satın alınmasını mümkün kılan bir ekosistem olarak öne çıkmaktadır. Gerçek zamanlı açık artırmalar, dinamik fiyatlama mekanizmaları ve kullanıcı profillemeye dayalı hedefleme stratejileri, programatik reklamcılığı yüksek derecede hesaplamalı bir yapı hâline getirmektedir (Busch, 2016; Alaimo ve Kallinikos, 2018).

Programatik reklamcılığın bu hesaplamalı doğası, büyük veri analitiğiyle doğrudan ilişkilidir. Kullanıcı davranışları, içerik etkileşimleri, konum verileri ve platformlar arası izleme çıktıları gibi çok boyutlu veri setleri, reklam kararlarının temel girdilerini oluşturmaktadır. Ancak veri hacminin, hızının ve çeşitliliğinin artması, klasik algoritmaların işlem kapasitesi ve zaman karmaşıklığı açısından belirgin sınırlarla karşılaşmasına neden olmaktadır (Agrawal ve diğerleri, 2011; Aktan, 2018). Özellikle milisaniyeler içinde karar alınması gereken gerçek

zamanlı reklam açık artırmaları, klasik hesaplama paradigmalarının ölçeklenebilirliğini zorlamaktadır.

Kuantum hesaplama, programatik reklamcılığın karşı karşıya kaldığı hesaplamalı sınırlar açısından kuramsal bir alternatif olarak gündeme gelmektedir. Kuantum algoritmaların süperpozisyon ve olasılıksal değerlendirme kapasitesi, yüksek boyutlu karar uzaylarının eş zamanlı olarak ele alınabilmesine olanak tanıyan farklı bir hesaplama mantığı önermektedir. Bu yaklaşım, yalnızca işlem hızını artırma potansiyeliyle değil, aynı zamanda reklamcılıkta karar verme biçimini dönüştürme olasılığıyla da dikkat çekmektedir (Berners-Lee, Hendler ve Lassila, 2001).

Hiper-kişiselleştirme, programatik reklamcılığın ulaştığı en ileri aşamalardan biri olarak kullanıcı deneyimini derinleştirirken, mahremiyet ve etik tartışmaları da yoğunlaştırmaktadır. Büyük veri temelli profillemeye, gerçek zamanlı gözetim ve öngörücü modelleme pratikleri, bireysel özerklik ve şeffaflık ilkeleri açısından ciddi soru işaretleri doğurmaktadır (Andrejevic, 2014; Acar, Englehardt ve Narayanan, 2020). Kuantum hesaplamanın bu ekosisteme dâhil edilmesi, söz konusu tartışmaları daha da karmaşık hâle getirmektedir.

Bu çalışma, programatik reklamcılıkta kuantum algoritmaların olası rolünü; hesaplamalı kapasite, hiper-kişiselleştirme, büyük veri işleme ve mahremiyet riskleri bağlamında kuramsal bir çerçeve içinde ele almayı amaçlamaktadır. Çalışmada, kuantum hesaplamanın sunduğu olanaklar kadar, bu olanakların etik, hukuki ve toplumsal sınırları da bütüncül bir perspektifle tartışılmaktadır.

1. PROGRAMATİK REKLAMCILIKTA KUANTUM ALGORİTMALARIN OLASI ROLÜNÜN KURAMSAL ÇERÇEVESİ

1.1. Programatik Reklamcılığın Hesaplamalı Doğası ve Algoritmik Sınırları

Programatik reklamcılık, dijital reklam envanterinin otomatik, veri temelli ve milisaniyeler düzeyinde karar mekanizmalarıyla satın alınmasını ifade eden yüksek derecede hesaplamalı bir ekosistemdir. Bu yapı, gerçek zamanlı açık artırmalar (real-time bidding), dinamik fiyatlandırma, kullanıcı profillemeye ve içerik eşleştirme gibi çok katmanlı algoritmik süreçlere dayanmaktadır. Programatik sistemler; veri yönetim platformları, talep tarafı platformları ve arz tarafı platformları arasında kurulan otomasyon altyapıları aracılığıyla çalışmakta ve reklam kararlarını büyük ölçüde algoritmik optimizasyon süreçlerine bırakmaktadır (Busch, 2016; Alaimo ve Kallinikos, 2018).

Bu ekosistemin temel hesaplamalı doğası, büyük veri analitiği ile doğrudan ilişkilidir. Kullanıcı davranışları, tıklama geçmişleri, konum verileri ve içerik etkileşimleri gibi çok boyutlu veri setleri, programatik reklamcılığın karar verme süreçlerinin merkezinde yer almaktadır. Ancak bu veri yoğun yapı, klasik algoritmaların işlem kapasitesi ve zaman karmaşıklığı açısından belirli sınırlarla karşı karşıya kalmasına yol açmaktadır. Özellikle gerçek zamanlı açık artırmalarda saniyenin çok küçük dilimleri içinde milyarlarca olasılığın değerlendirilmesi gerekliliği, klasik hesaplama paradigmalarının verimliliğini zorlamaktadır (Agrawal ve diğerleri, 2011; Aktan, 2018).

Algoritmik sınırlar yalnızca teknik değil, aynı zamanda yapısal ve epistemik nitelik taşımaktadır. Programatik reklamcılıkta kullanılan makine öğrenmesi ve istatistiksel modelleme yaklaşımları, çoğunlukla geçmiş veriye dayalı örüntü tanıma mantığıyla çalışmakta; bu durum, beklenmeyen davranış değişimleri veya bağlamsal kırılmalar karşısında sistemlerin esnekliğini sınırlamaktadır. Andrejevic'in (2014) vurguladığı üzere, büyük veri temelli sistemler niceliksel olarak genişlerken, niteliksel anlam üretme kapasitesinde eşitsizlikler doğurabilmektedir.

Programatik reklamcılığın algoritmik doğası şeffaflık ve denetlenebilirlik sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Otomasyon altyapılarının karmaşıklığı, karar süreçlerinin izlenmesini güçleştirmekte; algoritmik önyargılar ve veri sızıntıları gibi riskleri artırmaktadır (Acar, Englehardt ve Narayanan, 2020; Alaimo, Kallinikos ve Sessa-Sforza, 2017). Bu bağlamda programatik reklamcılık, klasik hesaplama yaklaşımlarının sınırlarına dayanan bir kırılma noktasına ulaşmış görünmektedir.

1.2. Kuantum Hesaplamanın Temel İlkeleri ve Klasik Algoritmalarından Ayırışan Yönleri

Kuantum hesaplama, klasik hesaplama paradigmalarından köklü biçimde ayrıışan, bilgi işleme süreçlerini kuantum mekaniğinin temel ilkeleri üzerine inşa eden bir yaklaşımı temsil etmektedir. Klasik bilgisayarlar bilgiyi bitler aracılığıyla ikili (0–1) yapıda işlerken, kuantum bilgisayarlar süperpozisyon ve dolaşıklık gibi ilkeler sayesinde aynı anda çok sayıda olasılığı işleyebilen kubitler üzerinden çalışmaktadır. Bu özellik, özellikle karmaşık optimizasyon ve arama problemlerinde teorik olarak üstel hızlanma potansiyeli sunmaktadır.

Kuantum hesaplamanın ayırt edici yönlerinden biri, olasılık uzaylarını doğrusal biçimde taramak yerine, çok boyutlu çözüm uzaylarını eş zamanlı olarak değerlendirebilme kapasitesidir. Bu durum, klasik algoritmaların zaman karmaşıklığı nedeniyle zorlandığı büyük veri ve kombinatoryal problemlerde kuantum algoritmaları potansiyel olarak avantajlı

kılmaktadır (Agrawal ve diğerleri, 2011). Programatik reklamcılık gibi yüksek boyutlu karar ortamlarında bu fark, kuramsal olarak dönüştürücü bir etki yaratma potansiyeline sahiptir.

Klasik algoritmalar deterministik ya da olasılıksal yapılar üzerinden çalışırken, kuantum algoritmalar olasılık genlikleri üzerinden hesaplama yapmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca daha hızlı işlem değil, aynı zamanda farklı türde bir hesaplama mantığı anlamına gelmektedir. Berners-Lee, Hendler ve Lassila'nın (2001) anlamsal web yaklaşımıyla işaret ettiği bağlamsal anlam üretimi, kuantum hesaplamanın çoklu durumları birlikte değerlendirme kapasitesiyle kuramsal bir paralellik taşımaktadır. Kuantum hesaplama henüz erken aşamadadır ve pratik uygulamaları sınırlıdır. Buna rağmen, klasik algoritmaların sınırlarının belirginleştiği alanlarda –özellikle büyük veri analitiği ve gerçek zamanlı karar sistemlerinde– kuantum hesaplama, geleceğe yönelik kuramsal bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle kuantum hesaplama, programatik reklamcılıkta yalnızca teknik bir yenilik değil, aynı zamanda algoritmik düşünme biçiminin dönüşümünü temsil etmektedir.

1.3. Kuantum Algoritmaların Büyük Veri, Optimizasyon ve Gerçek Zamanlı Karar Süreçlerindeki Potansiyeli

Programatik reklamcılıkta karşılaşılan temel problemlerden biri, çok büyük veri setleri üzerinde eş zamanlı optimizasyon gereksinimidir. Reklam açık artırmaları, kullanıcı hedefleme ve bütçe dağılımı gibi süreçler, yüksek boyutlu ve dinamik karar uzaylarında gerçekleşmektedir. Chen, Yuan ve Wang'ın (2014) ortaya koyduğu dinamik fiyatlandırma modelleri, bu karmaşıklığı azaltmaya yönelik klasik yaklaşımlar sunsa da, ölçek büyüdükçe hesaplama maliyetleri artmaktadır.

Kuantum algoritmalar, bu tür optimizasyon problemlerinde teorik olarak önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle arama ve kombinatoriyal optimizasyon gerektiren süreçlerde, kuantum algoritmaların çözüm uzayını daha etkin biçimde tarayabildiği varsayılmaktadır. Büyük veri analitiğinde karşılaşılan “hesaplanabilirlik darboğazı”, kuantum hesaplamanın paralel olasılık işleme kapasitesiyle aşılabilir bir sorun olarak ele alınmaktadır (Aktan, 2018).

Gerçek zamanlı karar süreçleri açısından bakıldığında, kuantum algoritmaların potansiyeli yalnızca hız artışıyla sınırlı değildir. Aynı zamanda kararların bağlamsal karmaşıklığını daha bütüncül biçimde değerlendirme imkânı sunmaktadır. Programatik reklamcılıkta kullanıcı davranışları, içerik bağlamı ve piyasa koşulları eş zamanlı olarak değişmektedir. Klasik algoritmalar bu değişkenleri çoğunlukla ardışık biçimde ele alırken, kuantum algoritmaların bu değişkenleri birlikte değerlendirebileceği varsayılmaktadır (Aktaş ve Çavuşoğlu, 2023).

Kuantum algoritmalar, programatik reklamcılıkta yalnızca performans artırıcı bir araç değil, karar verme mantığını yeniden yapılandırabilecek kuramsal bir paradigma olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu potansiyelin gerçekleşmesi, kuantum donanımının olgunlaşması ve algoritmik modellerin reklamcılık bağlamına uyarlanmasıyla mümkün olacaktır.

1.4. Hiper-Kişiselleştirme, Öngörücü Modelleme ve Kuantum Destekli Reklam Ekosistemleri

Hiper-kişiselleştirme, programatik reklamcılığın dijital dönüşüm sürecinde ulaştığı en ileri hedeflerden biri olarak değerlendirilmektedir. Geleneksel hedefleme yaklaşımlarında ağırlıklı olarak demografik ve sosyoekonomik göstergeler temel alınırken, hiper-kişiselleştirme bireyin davranışsal izleri, bağlamsal etkileşimleri ve zamansal tercihleri üzerinden çok katmanlı bir reklam uyarlaması sunmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, reklam mesajlarının yalnızca “kime” değil, aynı zamanda “ne zaman”, “hangi bağlamda” ve “hangi psikolojik durumda” sunulacağına odaklanmaktadır. Bu yönüyle hiper-kişiselleştirme, reklamcılığı kitlesel iletişim mantığından çıkararak mikro düzeyde bireyselleştirilmiş bir iletişim pratiğine dönüştürmektedir (Boerman, Kruikemeier ve Zuiderveen Borgesius, 2017). Bu düzeyde bir kişiselleştirme, son derece karmaşık veri yapılarının eş zamanlı olarak işlenmesini gerektirmektedir. Kullanıcıların dijital ayak izleri; tıklama davranışları, gezinme süreleri, içerik tercihleri, konum verileri ve cihaz kullanımı gibi çok sayıda değişkenden oluşmaktadır. Klasik makine öğrenmesi ve istatistiksel modelleme yaklaşımları, bu değişkenleri belirli varsayımlar altında indirgemeci biçimde ele almakta ve çoğu zaman doğrusal ilişkiler üzerinden anlamlandırmaktadır. Bu durum, kullanıcı davranışlarının dinamik ve bağlama duyarlı doğasını tam olarak yansıtamayan modellerin ortaya çıkmasına yol açabilmektedir (Aktaş ve Çavuşoğlu, 2023).

Kuantum destekli öngörücü modelleme, bu noktada kuramsal açıdan önemli bir sıçrama alanı sunmaktadır. Kuantum algoritmaların, klasik algoritmalarından farklı olarak çoklu olasılık durumlarını aynı anda değerlendirebilme kapasitesi, kullanıcı davranışlarının doğrusal olmayan ve çok boyutlu yapısını modelleme açısından teorik bir avantaj sağlamaktadır. Bu yaklaşım, reklam sistemlerinin yalnızca geçmiş verilere dayalı tahminler üretmesini değil, aynı zamanda olası davranış senaryolarını birlikte değerlendiren öngörücü yapılar geliştirmesini mümkün kılabilir. Böylece reklam ekosistemleri, tepkisel karar mekanizmalarından çıkarak daha proaktif ve senaryo temelli karar sistemlerine evrilebilir.

Hiper-kişiselleştirme ile kuantum hesaplama arasındaki ilişki, yalnızca teknik bir entegrasyon olarak değil, reklamcılığın epistemolojik dönüşümü olarak da ele alınmalıdır. Deterministik hedefleme mantığı, yerini olasılıksal ve çoklu senaryo temelli yaklaşımlara bırakırken, reklam kararları tekil doğrular yerine olasılık kümeleri üzerinden şekillenmektedir. Bu dönüşüm, reklamcılığın öngörü gücünü artırırken aynı zamanda bireyin davranışsal özerkliği üzerinde daha güçlü bir etki yaratma potansiyeli taşımaktadır.

Bu bağlamda kuantum destekli reklam ekosistemleri, yüksek etkililik ile yüksek müdahale kapasitesi arasında hassas bir denge alanı oluşturmaktadır. Reklam mesajlarının bireyin farkındalığının ötesinde uyarlanması, reklamcılığı ikna edici bir iletişim aracından davranış yönlendirici bir sistem hâline getirebilir. Dolayısıyla hiper-kişiselleştirme, kuantum hesaplama ile birleştiğinde yalnızca teknik bir ilerleme değil, aynı zamanda toplumsal ve etik sonuçları olan yapısal bir dönüşüm olarak değerlendirilmelidir.

1.5. Kuantum Tabanlı Programatik Reklamcılıkta Etik, Mahremiyet ve Kuramsal Sınırlar

Kuantum tabanlı programatik reklamcılık, sunduğu hesaplamalı kapasite artışı ve öngörücü güçle birlikte etik ve mahremiyet tartışmalarını daha da derinleştiren bir paradigma olarak ortaya çıkmaktadır. Mevcut programatik reklam sistemlerinde dahi kullanıcı verilerinin yoğun biçimde toplanması, işlenmesi ve üçüncü taraflarla paylaşılması ciddi mahremiyet riskleri doğurmaktadır. Özellikle izinsiz veri aktarımı ve görünmez izleme pratikleri, dijital reklamcılığın en tartışmalı yönleri arasında yer almaktadır (Acar, Englehardt ve Narayanan, 2020).

Kuantum destekli hiper-kişiselleştirme, bu riskleri niceliksel olarak artırmanın ötesinde niteliksel bir dönüşüm yaratma potansiyeline sahiptir. Daha derin öngörü modelleri, bireylerin yalnızca mevcut davranışlarını değil, olası gelecek tercihlerini de tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Bu durum, bireyin henüz gerçekleştirmediği davranışlar üzerinden hedeflenmesi gibi etik açıdan problemli bir alanı gündeme getirmektedir. Böyle bir hedefleme pratiği, reklamcılığın ikna sınırlarını aşarak yönlendirme ve hatta manipülasyon tartışmalarını beraberinde getirebilir.

Alghamdi'nin (2020) vurguladığı üzere, hedefleme mekanizmaları yalnızca teknik verimlilik üzerinden değil, insan hakları ve sosyal adalet perspektifinden de değerlendirilmelidir. Kuantum algoritmaların belirli kullanıcı gruplarını daha yüksek doğrulukla sınıflandırabilmesi, ayrımcılık ve dışlayıcılık risklerini de beraberinde getirebilir. Özellikle savunmasız grupların

daha yoğun biçimde hedeflenmesi, dijital reklamcılıkta etik sorumluluk tartışmalarını daha da görünür kılmaktadır.

Kuramsal açıdan bakıldığında, kuantum tabanlı reklamcılık “hesaplanabilir olan” ile “meşru olan” arasındaki ayrımı keskinleştirmektedir. Andrejevic’in (2014) ifade ettiği gibi, veri temelli sistemlerde teknik olarak mümkün olan uygulamalar, toplumsal açıdan her zaman kabul edilebilir değildir. Kuantum hesaplama, bu ayrımı daha belirgin hâle getirerek reklamcılık alanında yeni normatif soruların ortaya çıkmasına neden olmaktadır: Ne kadar öngörü etik kabul edilebilir? Kullanıcı rızası hangi noktada anlamını yitirir? Algoritmik şeffaflık bu düzeyde mümkün müdür?

2. KUANTUM HESAPLAMAYLA HİPER-KİŞİSELLEŞTİRME

2.1. Hiper-Kişiselleştirmenin Evrimi: Kural Tabanlı Sistemlerden Algoritmik Zekâya

Hiper-kişiselleştirme kavramı, dijital reklamcılığın tarihsel gelişimi içerisinde doğrusal olmayan ancak belirgin aşamalardan geçen bir evrim sürecine sahiptir. İlk dönem dijital reklam uygulamalarında kişiselleştirme, büyük ölçüde kural tabanlı sistemler aracılığıyla yürütülmüş; kullanıcıya ait yaş, cinsiyet, coğrafi konum gibi temel demografik değişkenler üzerinden sınırlı segmentasyon stratejileri geliştirilmiştir. Bu sistemlerde reklam içeriği, önceden tanımlanmış if-then mantıklarıyla belirlenmiş ve kullanıcı davranışlarının zamansal ya da bağlamsal değişkenliği büyük ölçüde göz ardı edilmiştir. Bu yaklaşım, erken dönem dijital pazarlama pratikleri için işlevsel olmakla birlikte, ölçeklenebilirlik ve bağlamsal uyum açısından ciddi sınırlılıklar barındırmıştır (Cömertpay, 2019).

İnternet kullanımının yaygınlaşması ve kullanıcı etkileşimlerinin çeşitlenmesiyle birlikte, kural tabanlı kişiselleştirme modelleri yetersiz hâle gelmiştir. Kullanıcıların aynı birey olarak farklı bağlamlarda farklı davranışlar sergilemesi, statik segmentasyon anlayışının sorgulanmasına yol açmıştır. Bu noktada hiper-kişiselleştirme, yalnızca “kime” sorusuna yanıt veren bir mekanizma olmaktan çıkarak, “hangi bağlamda, hangi içerikle ve hangi zamanda” sorularını da kapsayan çok katmanlı bir yapıya dönüşmüştür.

Programatik reklamcılığın yükselişi, bu dönüşümün en kritik kırılma noktalarından birini oluşturmuştur. Gerçek zamanlı teklif verme (real-time bidding) sistemleri, kullanıcı etkileşimlerinden elde edilen büyük veri kümelerini milisaniyeler içinde işleyerek reklam içeriğini otomatik biçimde uyarlamaya başlamıştır. Bu süreçte kişiselleştirme, manuel karar mekanizmalarından çıkarak algoritmik zekâ temelli sistemlerin kontrolüne geçmiştir. Edelman,

Ostrovsky ve Schwarz'ın (2007) ortaya koyduğu üzere, bu algoritmik yapı yalnızca reklam dağıtımını değil, fiyatlandırma ve rekabet dinamiklerini de dönüştürmüştür.

Yapay zekâ destekli programatik sistemler, hiper-kişiselleştirmenin kapsamını daha da genişletmiştir. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme modelleri sayesinde kullanıcı davranışları yalnızca geçmiş verilere dayanarak değil, örüntü tanıma ve öngörücü analiz yoluyla ele alınmaya başlanmıştır. Bu durum, reklam içeriğinin yalnızca hedefleme aşamasında değil, yaratıcı üretim sürecinde de algoritmik süreçlerle bütünleşmesini beraberinde getirmiştir. Chen ve diğerleri (2019), bu dönüşümü “programmatic creative” kavramı çerçevesinde ele alarak, reklam metni, görsel dili ve anlatı yapısının dahi otomasyon süreçlerinin parçası hâline geldiğini vurgulamaktadır.

Hiper-kişiselleştirme, statik kurallara dayalı bir hedefleme pratiğinden, öğrenen, uyarlanan ve bağlama duyarlı algoritmik zekâ sistemlerine evrilmiştir. Ancak bu evrim, aynı zamanda hesaplama karmaşıklığını artırmış ve klasik algoritmaların sınırlarını daha görünür hâle getirmiştir. Bu noktada kuantum hesaplama, hiper-kişiselleştirmenin söylediği “daha fazla veri, daha fazla değişken, daha fazla senaryo” talebine kuramsal bir yanıt potansiyeli taşımaktadır.

2.2. Kuantum Hesaplamanın Olasılıksal Mantığı ve Kişiselleştirme Süreçlerine Katkısı

Kuantum hesaplama, klasik hesaplamadan köklü biçimde ayrılan olasılıksal, süperpozisyon ve dolanıklık temelli bir mantık üzerine inşa edilmiştir. Klasik hesaplama paradigmasında bir bit yalnızca 0 ya da 1 değerini alabilirken, kuantum bitler (qubit) aynı anda birden fazla durumu temsil edebilmektedir. Bu özellik, özellikle çok sayıda değişkenin eş zamanlı olarak değerlendirilmesini gerektiren sistemler açısından kuramsal bir paradigma değişimini ifade etmektedir.

Programatik reklamcılık bağlamında hiper-kişiselleştirme, doğası gereği yüksek boyutlu veri uzaylarında çalışmaktadır. Kullanıcı davranışları, geçmiş etkileşimler, cihaz türleri, zamanlama, içerik bağlamı ve platformlar arası sinyaller, kişiselleştirme kararlarının temel girdilerini oluşturmaktadır. Ancak bu çok boyutlu yapı, klasik algoritmalar açısından ciddi hesaplama ve optimizasyon sorunları yaratmaktadır. Agrawal ve diğerlerinin (2011) büyük veri literatüründe vurguladığı üzere, veri hacmi ve çeşitliliği arttıkça klasik sistemlerin doğrusal ve indirgemeci modelleri yetersiz kalmaktadır.

Kuantum hesaplamanın sunduğu olasılıksal değerlendirme kapasitesi, bu noktada kişiselleştirme süreçlerine yeni bir yaklaşım önermektedir. Klasik sistemler çoğu zaman tekil tahminler ve en olası senaryo üzerinden karar üretirken, kuantum algoritmalar çoklu olasılık

senaryolarını eş zamanlı olarak değerlendirebilmektedir. Bu durum, kullanıcı niyetlerinin kesinlik yerine olasılık dağılımları üzerinden modellenmesine olanak tanımaktadır. Böylece hiper-kişiselleştirme, deterministik hedefleme anlayışından çıkarak daha akışkan ve belirsizliği içeren bir yapıya evrilebilir.

Flensburg ve Lomborg'un (2023) veri-fikasyon tartışmaları çerçevesinde belirttiği üzere, dijital sistemlerde anlam üretimi giderek daha fazla olasılıksal modellere dayanmaktadır. Kullanıcı davranışları artık sabit kimlikler üzerinden değil, değişken bağlamlar ve geçici tercihler üzerinden okunmaktadır. Kuantum hesaplama, bu kuramsal eğilimi teknik düzeyde destekleyebilecek bir altyapı sunmaktadır.

2.3. Kuantum Algoritmalar ile Çok Boyutlu Kullanıcı Profilleme Modelleri

Kullanıcı profilleme, programatik reklamcılığın merkezî bileşenlerinden biri olup reklam ekosisteminde hedefleme, fiyatlandırma ve içerik uyarlama süreçlerinin temelini oluşturmaktadır. Geleneksel profilleme yaklaşımları, çoğu zaman sınırlı sayıda değişkene dayalı, geçmiş davranışları merkeze alan ve doğrusal varsayımlar üzerinden çalışan modellere dayanmaktadır. Bu modeller, kullanıcıyı görece sabit bir kimlik olarak ele almakta ve davranışsal süreklilik varsayımı üzerinden karar üretmektedir. Ancak dijital ortamlarda kullanıcı davranışları, bağlama duyarlı, platformlar arası geçişken ve zaman içinde sürekli değişen bir yapı sergilemektedir (Ham, 2017). Bu durum, klasik profilleme yaklaşımlarının açıklayıcılığını ve öngörü gücünü sınırlamaktadır.

Programatik reklamcılık altyapılarının gelişimiyle birlikte kullanıcı profilleme süreçleri daha karmaşık veri yapıları üzerine inşa edilmeye başlanmıştır. Elmeleegy ve diğerlerinin (2013) ortaya koyduğu üzere, modern veri yönetim platformları (DMP'ler), çok sayıda veri kaynağını bir araya getirerek kullanıcı profillerini sürekli güncelleyen dinamik sistemler hâline gelmiştir. Bununla birlikte, bu sistemler hâlen büyük ölçüde klasik hesaplama paradigması içinde çalışmakta ve veri hacmi arttıkça indirgeme, örnekleme ve sadeleştirme stratejilerine başvurmaktadır.

Kuantum algoritmalar, çok boyutlu veri yapılarının eş zamanlı olarak işlenmesine imkân tanıyan yapılarıyla kullanıcı profilleme süreçlerinde kuramsal bir genişleme alanı sunmaktadır. Kuantum destekli modeller, kullanıcı profillerini sabit segmentler ya da kategoriler yerine, olasılık dağılımları ve çoklu durum uzayları olarak ele alabilme potansiyeline sahiptir. Bu yaklaşım, kullanıcıyı tekil ve değişmez bir kimlik olarak değil, farklı bağlamlarda farklı davranış olasılıkları sergileyen dinamik bir aktör olarak konumlandırmaktadır.

Ciuchita ve diğerlerinin (2023) vurguladığı tüketici algılarındaki akışkanlıkla doğrudan örtüşmektedir. Günümüz dijital tüketicisi, aynı platform içinde dahi farklı niyetler, beklentiler ve duygusal durumlar sergileyebilmektedir. Kuantum temelli profillemeye modelleri, bu çoklu hâlleri eş zamanlı olarak değerlendirebilen bir kuramsal çerçeve sunarak hiper-kişiselleştirmenin indirgemeci olmaktan çıkmasına katkı sağlayabilir. Böylece profillemeye, geçmiş davranışların tekrarı üzerinden değil, olası davranış senaryolarının birlikte değerlendirilmesi üzerinden yeniden kurgulanabilir.

2.4. Gerçek Zamanlı Karar Alma, Öngörücü Analitik ve Kuantum Destekli İçerik Uyarılama

Gerçek zamanlı karar alma, programatik reklamcılığın ayırt edici özelliklerinden biri olarak reklam ekosisteminin hız, ölçek ve otomasyon mantığını belirlemektedir. Milisaniyeler içinde verilen kararlar; reklamın hangi kullanıcıya, hangi içerikle, hangi bağlamda ve hangi fiyatla sunulacağını belirlemektedir. Ancak bu yüksek hız gereksinimi, çoğu zaman karar modellerinin basitleştirilmesine ve karmaşık değişkenlerin dışlanmasına yol açmaktadır. Diwanji, Lee ve Cortese'nin (2022) belirttiği üzere, otomasyon arttıkça şeffaflık ve karar derinliği arasında bir gerilim ortaya çıkmaktadır.

Klasik öngörücü analitik modeller, gerçek zamanlı karar süreçlerinde çoğunlukla geçmiş verilere dayalı olasılık tahminleri üretmektedir. Bu durum, kullanıcı davranışlarının ani değişimlerini ve bağlamsal kırılmaları yakalamakta yetersiz kalabilmektedir. Kuantum destekli öngörücü analitik, bu noktada kuramsal bir genişleme alanı sunmaktadır. Kuantum algoritmaların paralel hesaplama kapasitesi, aynı anda çok sayıda olası senaryonun değerlendirilmesine olanak tanıyarak karar süreçlerinin daha zengin bir olasılık uzayı üzerinden yürütülmesini mümkün kılabilir.

Bu yaklaşım, içerik uyarılamanın yalnızca “en olası” davranışa göre değil, olası davranış kümelerine göre şekillendirilmesini sağlayabilir. Böylece reklam içeriği, geçmişe dayalı bir tekrar mekanizması olmaktan çıkarak geleceğe dönük bir uyarılama sürecine dönüşebilir. Herman'ın (2022) çerez sonrası döneme ilişkin değerlendirmeleri, birinci taraf verilerin ve öngörücü modellerin önemini artırırken, veri miktarının sınırlı olduğu ortamlarda daha sofistike çıkarım mekanizmalarına duyulan ihtiyacı da ortaya koymaktadır.

Kuantum destekli sistemler, sınırlı veri ortamlarında dahi çoklu senaryo analizleri yapabilen modellerin geliştirilmesine teorik olarak katkı sağlayabilir. Bu durum, gerçek zamanlı içerik uyarılama süreçlerini daha esnek, bağlama duyarlı ve öngörücü bir yapıya kavuşturabilir. Ancak

bu esneklik, aynı zamanda karar süreçlerinin daha az sezgisel ve daha opak hâle gelmesi riskini de beraberinde getirmektedir.

2.5. Kuantum Tabanlı Hiper-Kişiselleştirmede Etik, Mahremiyet ve Kullanıcı Özerkliği

Kuantum tabanlı hiper-kişiselleştirme, hesaplama kapasitesindeki artışla birlikte etik, mahremiyet ve kullanıcı özerkliği tartışmalarını daha da derinleştirmektedir. Mevcut programatik reklam sistemlerinde dahi kullanıcı verilerinin izinsiz toplanması, üçüncü taraflarla paylaşılması ve şeffaf olmayan biçimde işlenmesi ciddi sorunlar yaratmaktadır (Kristol, 2001; Acar ve diğerleri, 2020). Kuantum destekli profillemeye, bu sorunları yalnızca niceliksel olarak değil, niteliksel olarak da büyütebilecek bir potansiyele sahiptir.

Kuantum algoritmaların daha derin ve öngörücü profillemeye yapabilmesi, kullanıcı davranışlarının yalnızca gözlemlenen değil, henüz gerçekleşmemiş olasılıkları üzerinden de değerlendirilmesine yol açabilir. Bu durum, kullanıcı özerkliği açısından kritik bir kırılma noktası oluşturmaktadır. Kullanıcının hangi davranışının hangi algoritmik çıkarıma yol açtığını anlaması, bu sistemlerde daha da zorlaşabilir.

Cooper ve diğerlerinin (2023) paydaş perspektifinden ortaya koyduğu üzere, programatik reklamcılıkta şeffaflık ve hesap verebilirlik artık ikincil değil, temel bir gereklilik hâline gelmiştir. Ancak kuantum algoritmaların karar süreçlerini daha opak hâle getirme riski, bu gerekliliklerle doğrudan çelişmektedir. Kullanıcıların neden belirli bir reklama maruz kaldığını açıklayabilmek, kuantum destekli sistemlerde daha karmaşık bir sorun hâline gelmektedir.

Geradin ve Katsifis'in (2019) rekabet hukuku bağlamında vurguladığı gibi, algoritmik üstünlükler yalnızca bireysel mahremiyeti değil, piyasa dengelerini ve yapısal eşitsizlikleri de etkilemektedir. Kuantum tabanlı sistemler, büyük teknoloji aktörlerine orantısız avantajlar sağlayarak reklam ekosisteminde güç yoğunlaşmasını artırabilir. Bu bağlamda kuantum destekli hiper-kişiselleştirme, yalnızca teknik bir yenilik olarak değil, toplumsal, etik ve hukuki sonuçları olan bir paradigma değişimi olarak ele alınmalıdır.

3. BÜYÜK VERİ İŞLEME KAPASİTESİ VE MAHREMİYET RİSKİ

3.1. Büyük Verinin Yapısal Özellikleri ve Hesaplamalı Ölçek Sorunu

Büyük veri, hacim (volume), hız (velocity) ve çeşitlilik (variety) boyutlarıyla tanımlanan; geleneksel veri işleme, saklama ve analiz yöntemlerinin sınırlarını aşan bir veri ekosistemini ifade etmektedir. Dijitalleşmenin hızlanmasıyla birlikte veri üretimi yalnızca niceliksel olarak

artmamış, aynı zamanda yapısal olarak da daha karmaşık bir hâl almıştır. Dijital reklamcılık bağlamında büyük veri; kullanıcı davranışları, cihaz ve tarayıcı bilgileri, konum verileri, içerik etkileşimleri, sosyal medya sinyalleri ve platformlar arası izleme çıktılarından oluşan çok katmanlı bir yapıyı kapsamaktadır (Mayer-Schönberger ve Cukier, 2013; Sağıroğlu ve Sinanc, 2013).

Bu çok boyutlu yapı, büyük veriyi yalnızca teknik bir kaynak olmaktan çıkararak stratejik bir karar girdisine dönüştürmektedir. Ancak verinin bu denli yoğun ve heterojen olması, hesaplamalı ölçek sorununu kaçınılmaz hâle getirmektedir. Ölçek sorunu, verinin yalnızca depolanmasıyla sınırlı olmayıp; temizlenmesi, eşleştirilmesi, anlamlandırılması ve gerçek zamanlı karar süreçlerine entegre edilmesini de içermektedir. Özellikle programatik reklamcılıkta, milisaniyeler içinde verilen kararlar göz önüne alındığında, büyük veri altyapılarının yüksek işlem gücü, düşük gecikme süresi ve sürekli erişilebilirlik sağlaması zorunlu hâle gelmektedir (Yuan ve diğerleri, 2014).

Büyük verinin ölçeklenebilirliği, aynı zamanda dağıtık ve parçalanmış sistem mimarilerinin kullanımını gerektirmektedir. Bulut bilişim, kenar bilişim ve paralel işlem altyapıları, bu ihtiyaca yanıt vermek amacıyla geliştirilmiştir. Ancak dağıtık sistemler, veri bütünlüğü, tutarlılık ve güvenlik açısından yeni risk alanları yaratmaktadır. Verinin farklı düğümlerde işlenmesi, kontrol ve denetim mekanizmalarını zayıflatmakta; veri akışlarının izlenebilirliğini azaltmaktadır. Bu durum, büyük veri sistemlerinin giderek daha opak ve karmaşık bir yapıya bürünmesine neden olmaktadır (Yun ve diğerleri, 2020).

Hesaplamalı ölçek büyüdükçe, yalnızca teknik değil, yönetsel ve etik sorunlar da belirginleşmektedir. Sistemlerin nasıl çalıştığı, hangi verilerin hangi amaçlarla kullanıldığı ve kararların hangi algoritmik mantıkla üretildiği giderek daha az görünür hâle gelmektedir. Bu bağlamda büyük veri, dijital reklamcılıkta verimlilik ve hız sağlarken, aynı zamanda şeffaflık ve hesap verebilirlik sorunlarını derinleştiren yapısal bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

3.2. Programatik Reklamcılıkta Büyük Veri İşleme Kapasitesinin Genişlemesi

Programatik reklamcılık, büyük veri işleme kapasitesinin en yoğun ve sistematik biçimde kullanıldığı dijital pazarlama alanlarından biridir. Gerçek zamanlı teklif verme (RTB) sistemleri, her bir reklam gösterimi için kullanıcıya ilişkin çok sayıda veriyi eş zamanlı olarak analiz ederek otomatik kararlar üretmektedir. Bu kararlar; reklamın kime gösterileceği, hangi içerikle sunulacağı ve hangi fiyatla satın alınacağı gibi kritik unsurları kapsamaktadır (Zeren ve Keşlikli, 2019; Malthouse, Maslowska ve Franks, 2018).

Bu süreçte büyük veri, yalnızca hedefleme amacıyla değil; dinamik fiyatlandırma, yaratıcı içerik uyarlama, kampanya optimizasyonu ve performans ölçümü için de kullanılmaktadır. Programatik reklam ekosistemi; veri yönetim platformları (DMP), talep tarafı platformları (DSP) ve arz tarafı platformları (SSP) arasında sürekli ve yüksek hacimli veri alışverişine dayanmaktadır. Bu çok katmanlı yapı, reklamcılığı daha ölçülebilir, otomatik ve optimize edilebilir hâle getirirken, aynı zamanda veri yoğunluğunu dramatik biçimde artırmaktadır (Yuan ve diğerleri, 2014).

Büyük veri işleme kapasitesindeki bu genişleme, reklamcılıkta karar süreçlerinin giderek daha fazla algoritmik sistemlere devredilmesine yol açmaktadır. İnsan müdahalesi azalırken, sistemler kendi kendine öğrenen ve uyarlanan yapılara dönüşmektedir. Ancak bu otomasyon düzeyi, sistem karmaşıklığını artırmakta ve karar süreçlerinin açıklanabilirliğini azaltmaktadır. White ve Samuel (2019), programatik reklamcılığın aşırı otomasyon nedeniyle bir “hype-cycle failure” riski taşıdığını; beklentilerin teknik kapasitenin önüne geçmesi durumunda güven krizlerinin ortaya çıkabileceğini vurgulamaktadır.

Veri işleme kapasitesinin genişlemesi, aynı zamanda reklam ekosistemindeki güç ilişkilerini de yeniden şekillendirmektedir. Büyük veri altyapılarına sahip platformlar, pazarda belirleyici bir konum elde ederken, daha küçük aktörler bu sistemlere bağımlı hâle gelmektedir. Bu durum, rekabet, şeffaflık ve veri egemenliği gibi konuları gündeme taşımaktadır. Dolayısıyla programatik reklamcılıkta büyük veri işleme kapasitesinin artışı, yalnızca teknik bir ilerleme değil; ekonomik, yönetsel ve etik sonuçları olan yapısal bir dönüşüm olarak değerlendirilmelidir.

3.3. Gerçek Zamanlı Veri Akışları, Profillemeye Derinliği ve Gözetim Dinamikleri

Gerçek zamanlı veri akışları, programatik reklamcılıkta kullanıcı profillemenin yalnızca niceliksel değil, niteliksel olarak da derinleşmesini mümkün kılmaktadır. Kullanıcıların çevrimiçi hareketleri, tıklama davranışları, içerik tüketim süreleri, kaydırma hızları ve etkileşim örüntüleri anlık olarak izlenmekte; bu veriler, sürekli güncellenen profillemeye modellerine entegre edilmektedir. Bu durum, reklam içeriğinin bağlamsal doğruluğunu ve zamanlamasını artırırken, aynı zamanda gözetim temelli bir reklam mantığını da güçlendirmektedir (McStay, 2017).

Gerçek zamanlı profillemeye, kullanıcıyı sabit özelliklere sahip bir özne olarak değil, sürekli izlenen ve yeniden tanımlanan bir veri akışı olarak ele almaktadır. Programatik sistemler, kullanıcı davranışlarını yalnızca geçmiş deneyimlerin bir yansıması olarak değil, gelecekteki

olası davranışların bir göstergesi olarak yorumlamaktadır. Bu yaklaşım, profillemenin derinliğini artırırken, gözetimin sürekliliğini de normalleştirmektedir. Böylece reklamcılık, yalnızca ikna edici mesaj üretme pratiği olmaktan çıkarak davranışsal tahmin ve yönlendirme mekanizmasına dönüşmektedir.

HTTP çerezleri, mobil reklam tanımlayıcıları ve cihaz parmak izi gibi izleme teknolojileri, kullanıcıların platformlar arası hareketlerinin eşleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Kristol (2001), çerez teknolojilerinin yalnızca teknik standartlar değil, aynı zamanda politik ve etik tercihler içerdiğini vurgulayarak, bu yapıların mahremiyet açısından taşıdığı riskleri erken dönemde ortaya koymuştur. Günümüzde ise bu izleme pratikleri, daha karmaşık, daha görünmez ve daha otomatik hâle gelmiştir. Kullanıcıların izlenmesi, çoğu zaman açık bir farkındalık ya da bilinçli rıza olmaksızın gerçekleşmektedir.

Ham (2017), kullanıcıların çevrimiçi davranışsal reklamcılıkla başa çıkma stratejilerinin sınırlı olduğunu; reklam engelleyiciler ya da gizlilik ayarları gibi araçların çoğu zaman yetersiz kaldığını belirtmektedir. Bu bağlamda gerçek zamanlı veri akışları, kullanıcıyı aktif bir özne olmaktan ziyade edilgen bir veri kaynağına dönüştürmekte; gözetim temelli bir reklam ekosistemini kurumsallaştırmaktadır. Gözetim, istisnai bir uygulama olmaktan çıkarak programatik reklamcılığın yapısal bir bileşeni hâline gelmektedir.

3.4. Büyük Veri Temelli Karar Sistemlerinde Mahremiyet Riskleri ve Veri Sızıntıları

Büyük veri temelli karar sistemleri, yüksek hacimli ve çoğu zaman hassas kullanıcı verilerinin sürekli olarak toplanmasını, işlenmesini ve paylaşılmasını gerektirdiği için mahremiyet risklerini kaçınılmaz hâle getirmektedir. Programatik reklamcılık ekosisteminde veri, yalnızca reklamveren ve yayıncı arasında değil; üçüncü taraf veri toplayıcılar, analiz firmaları ve teknoloji sağlayıcılar arasında da dolaşıma girmektedir. Bu çok aktörlü yapı, veri güvenliği açısından önemli kırılganlıklar yaratmaktadır.

Üçüncü taraf veri toplayıcılar, mahremiyet risklerinin en belirgin kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. Libert (2018), web sitelerinin gizlilik politikalarının büyük bir bölümünde üçüncü taraf veri toplama faaliyetlerinin yeterince açık ve anlaşılır biçimde belirtilmediğini ortaya koymuştur. Bu durum, kullanıcıların hangi verilerinin kimler tarafından, hangi amaçlarla kullanıldığını bilmesini zorlaştırmakta; bilgilendirilmiş rıza ilkesini zayıflatmaktadır.

Programatik reklamcılıkta veri sızıntıları yalnızca teknik arızalar, siber saldırılar ya da sistem açıklarından kaynaklanmamaktadır. Aynı zamanda sistemin yapısal karmaşıklığı, veri akışlarının denetlenmesini zorlaştırmakta ve istenmeyen veri paylaşımlarını artırmaktadır.

Palos-Sanchez, Saura ve Martin-Velicia (2019), kullanıcıların zaman içinde gizlilik kaygılarının belirgin biçimde arttığını ve bu kaygıların dijital reklamcılığa yönelik güveni aşındırdığını göstermektedir. Veri hacmi büyüdükçe, kontrol ve hesap verebilirlik mekanizmaları zayıflamaktadır.

Samuel ve diğerleri (2021), tüketicilerin programatik reklamcılığa yönelik temel endişelerinin veri güvenliği, izinsiz izleme ve kişisel verilerin ticari amaçlarla kontrolsüz biçimde kullanılması olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda büyük veri temelli karar sistemleri, yalnızca teknik bir altyapı meselesi değil; toplumsal güven, etik sorumluluk ve kullanıcı haklarıyla doğrudan ilişkili bir sorun alanı olarak ele alınmalıdır.

3.5. Büyük Veri–Mahremiyet Gerilimi: Etik, Hukuki ve Kuramsal Değerlendirmeler

Büyük veri ile mahremiyet arasındaki gerilim, dijital reklamcılığın en temel ve en tartışmalı kuramsal eksenlerinden birini oluşturmaktadır. Büyük veri, reklamcılık açısından daha doğru hedefleme, daha etkili ölçüm ve daha yüksek verimlilik vaat ederken; bireysel özerklik, gizlilik ve kişisel alanın korunması ilkelerini ciddi biçimde zorlamaktadır. Bu gerilim, teknolojik ilerleme ile toplumsal değerler arasındaki yapısal çatışmayı görünür kılmaktadır.

Martínez-Martínez, Aguado ve Boeykens (2017), dijital reklam otomasyonunun etik sınırlarının yeterince net olmadığını ve mevcut uygulamaların çoğu zaman normatif çerçevelerin gerisinde kaldığını belirtmektedir. Programatik sistemlerde kararlar algoritmalar tarafından alındıkça, etik sorumluluğun kimde olduğu sorusu belirsizleşmektedir. Bu durum, etik değerlendirmelerin yalnızca sonuçlara değil, süreçlere de odaklanmasını gerekli kılmaktadır.

Hukuki açıdan bakıldığında, veri koruma düzenlemeleri büyük veri sistemlerinin hızına ve karmaşıklığına çoğu zaman yetişememektedir. Geradin ve Katsifis (2019), algoritmik reklamcılıkta sorumluluk ve rekabet hukuku açısından ortaya çıkan belirsizliklere dikkat çekmektedir. Programatik reklamcılıkta kullanılan otomatik karar mekanizmaları, hem bireysel haklar hem de piyasa dengeleri açısından yeni hukuki tartışmalar doğurmaktadır.

Kuramsal düzeyde ise büyük veri–mahremiyet gerilimi, “teknolojik olarak mümkün olan” ile “toplumsal olarak kabul edilebilir olan” arasındaki sınırı yeniden düşünmeyi zorunlu kılmaktadır. Mayer-Schönberger ve Cukier’in (2013) vurguladığı üzere, büyük veri yalnızca teknik bir devrim değil; aynı zamanda normatif bir dönüşümdür. Bu dönüşüm, mahremiyetin ikincil bir maliyet unsuru olarak değil, dijital sistemlerin kurucu bir ilkesi olarak ele alınmasını gerektirmektedir.

SONUÇ

Programatik reklamcılık, dijital reklam ekosisteminde verimlilik, hız ve otomasyon açısından önemli kazanımlar sağlamış olsa da, artan hesaplamalı karmaşıklık ve veri yoğunluğu klasik algoritmaların sınırlarını belirgin hâle getirmiştir. Gerçek zamanlı açık artırmalar, çok boyutlu kullanıcı profillemeye ve dinamik içerik uyarlama süreçleri, mevcut hesaplama paradigmalarının ölçeklenebilirlik ve esneklik açısından zorlandığı alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda kuantum hesaplama, programatik reklamcılığın karşılaştığı bu yapısal sınırlar için kuramsal bir genişleme alanı sunmaktadır.

Kuantum algoritmaların olasılıksal ve paralel değerlendirme kapasitesi, hiper-kişiselleştirme ve öngörücü modelleme süreçlerinde deterministik yaklaşımların ötesine geçen bir karar mantığı önermektedir. Kullanıcı davranışlarının tekil tahminler yerine olasılık dağılımları üzerinden ele alınması, reklam ekosistemlerini daha esnek ve senaryo temelli hâle getirme potansiyeline sahiptir. Ancak bu potansiyel, reklamcılığın ikna edici bir iletişim pratiğinden davranış yönlendirici bir sistem hâline gelmesi riskini de beraberinde getirmektedir.

Büyük veri işleme kapasitesinin artışı ve kuantum destekli hesaplama yaklaşımları, mahremiyet ve kullanıcı özerkliği açısından yeni kırılgan noktaları yaratmaktadır. Derin profillemeye, gerçek zamanlı gözetim ve öngörücü hedefleme pratikleri, bireyin henüz gerçekleştirmediği davranışlar üzerinden dahi sınıflandırılmasına yol açabilecek bir yapıyı işaret etmektedir. Bu durum, reklamcılıkta etik sınırların yeniden tanımlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Kuantum tabanlı programatik reklamcılık henüz pratik uygulamalar açısından erken bir aşamada olsa da, mevcut algoritmik sınırları aşmaya yönelik güçlü bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Ancak bu çerçevenin sürdürülebilir ve toplumsal açıdan kabul edilebilir olması, teknik gelişmelerin etik, hukuki ve yönetim ilkeleriyle eş zamanlı olarak ele alınmasına bağlıdır. Kuantum hesaplama, reklamcılıkta yalnızca “daha fazlasını yapabilme” meselesi değil, “ne kadarının yapılması gerektiği” sorusunu da daha görünür hâle getiren bir paradigma değişimini temsil etmektedir.

KAYNAKÇA

Acar, G., Englehardt, S., & Narayanan, A. (2020). No boundaries: Data exfiltration by third parties embedded on web pages. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, 2020(4), 220–238.

Agrawal, D., Bernstein, P., Bertino, E., Davidson, S., Dayal, U., Franklin, M., ... Widom, J. (2011). *Challenges and opportunities with big data*. Retrieved February 2025 from <https://cra.org/ccc/wp-content/uploads/sites/2/2015/05/bigdatawhitepaper.pdf>

Aktan, E. (2018). Büyük veri: Uygulama alanları, analitiği ve güvenlik boyutu. *Bilgi Yönetimi Dergisi*, 1(1), 1–22.

Aktaş, M., & Çavuşoğlu, S. (2023). Pazarlamada yapay zekâ. In M. Aktaş (Ed.), *Dijitalleşme ve pazarlama araştırmaları* (pp. 61–74). Gaziantep: Özgür Yayınları.

Alaimo, C., & Kallinikos, J. (2018). Objects, metrics and practices: An inquiry into the programmatic advertising ecosystem. In *Proceedings of the IFIP WG 8.2 Working Conference*. San Francisco, USA.

Alaimo, C., Kallinikos, J., & Sessa-Sforza, C. (2017). Infrastructures of automation: Objects, metrics and practices in the programmatic advertising ecosystem. In *V Innovation in Information Infrastructures Workshop*. Rome, Italy.

Alghamdi, M. (2020). *Targeting mechanism and data mining: Challenges and solutions to programmatic advertising in relation to human rights, social justice, and ethics* (Unpublished doctoral dissertation). Pepperdine University, USA.

Andrejevic, M. (2014). Big data, big questions: The big data divide. *International Journal of Communication*, 8, 1673–1689.

Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific American*, 284(5), 34–43.

Boerman, S. C., Kruikemeier, S., & Zuiderveen Borgesius, F. J. (2017). Online behavioral advertising: A literature review and research agenda. *Journal of Advertising*, 46(3), 363–376.

Busch, O. (2016). *Programmatic advertising*. Berlin: Springer.

Chen, B., Yuan, S., & Wang, J. (2014). A dynamic pricing model for unifying programmatic guarantee and real-time bidding in display advertising. In *Proceedings of the International Workshop on Data Mining for Online Advertising*. New York, USA.

- Chen, G., Xie, P., Dong, J., & Wang, T. (2019). Understanding programmatic creative: The role of AI. *Journal of Advertising*, 48(4), 347–355.
- Ciuchita, R., Gummerus, J. K., Holmlund, M., & Linhart, E. L. (2023). Programmatic advertising in online retailing: Consumer perceptions and future avenues. *Journal of Service Management*, 34(2), 231–255.
- Cooper, D. A., Yalcin, T., Nistor, C., Macrini, M., & Pehlivan, E. (2023). Privacy considerations for online advertising: A stakeholder’s perspective to programmatic advertising. *Journal of Consumer Marketing*, 40(2), 235–247.
- Cömertpay, E. (2019). *Dijital pazarlama ve programatik reklam satın alma modelinin dijital pazarlama üzerindeki etkileri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Diwanji, V. S., Lee, J., & Cortese, J. (2022). Deconstructing the role of artificial intelligence in programmatic advertising: Automation and transparency. *Journal of Strategic Marketing*, 32(7), 947–964.
- Edelman, B., Ostrovsky, M., & Schwarz, M. (2007). Internet advertising and the generalized second-price auction. *American Economic Review*, 97(1), 242–259.
- Elmeleegy, H., Li, Y., Qi, Y., Wilmot, P., Wu, M., Kolay, S., & Chen, S. (2013). Overview of turn data management platform for digital advertising. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 6(11), 1138–1149.
- Flensburg, S., & Lomborg, S. (2023). Datafication research: Mapping the field for a future agenda. *New Media & Society*, 25(6), 1451–1469.
- Geradin, D., & Katsifis, D. (2019). An EU competition law analysis of online display advertising in the programmatic age. *European Competition Journal*, 15(1), 55–96.
- Ham, C. D. (2017). Exploring how consumers cope with online behavioral advertising. *International Journal of Advertising*, 36(4), 632–658.
- Herman, P. (2022). *The cookiepocalypse: Why first-party data is going to matter to your newsroom*. Reuters Institute for the Study of Journalism.
- Kristol, D. M. (2001). HTTP cookies: Standards, privacy, and politics. *ACM Transactions on Internet Technology*, 1(2), 151–198.

- Li, H., Xu, M., & Huang, T. (2021). AI-driven advertising in 5G networks: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 23(3), 1702–1736.
- Libert, T. (2018). An automated approach to auditing disclosure of third-party data collection in website privacy policies. In *Proceedings of the World Wide Web Conference*. Lyon, France.
- Malthouse, E. C., Maslowska, E., & Franks, J. U. (2018). Understanding programmatic TV advertising. *International Journal of Advertising*, 37(5), 769–784.
- Martínez-Martínez, I. J., Aguado, J. M., & Boeykens, Y. (2017). Ethical implications of digital advertising automation. *Profesional de la Información*, 26(2), 201–210.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- McStay, A. (2017). Micro-moments, liquidity, intimacy and automation: Developments in programmatic ad-tech. In S. Grubenmann et al. (Eds.), *Commercial communication in the digital age* (pp. 143–159). Berlin: Mouton de Gruyter.
- Palos-Sanchez, P., Saura, J. R., & Martin-Velicia, F. (2019). Programmatic advertising and privacy concerns over time. *Journal of Business Research*, 96, 61–72.
- Sağıroğlu, S., & Sinanc, D. (2013). Big data: A review. In *Proceedings of the International Conference on Collaboration Technologies and Systems* (pp. 42–47). IEEE.
- Samuel, A., White, G. R., Thomas, R., & Jones, P. (2021). Programmatic advertising: An exegesis of consumer concerns. *Computers in Human Behavior*, 116, 106657.
- White, G. R., & Samuel, A. (2019). Programmatic advertising: Forewarning and avoiding hype-cycle failure. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 157–168.
- Yuan, Y., Wang, F., Li, J., & Qin, R. (2014). A survey on real-time bidding advertising. In *Proceedings of the International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*. Qingdao, China.
- Yun, J. T., Segijn, C. M., Pearson, S., Malthouse, E. C., Konstan, J. A., & Shankar, V. (2020). Challenges and future directions of computational advertising measurement systems. *Journal of Advertising*, 49(4), 446–458.
- Zeren, D., & Keşlikli, İ. (2019). Programatik reklamcılık: Kavram, işleyiş ve potansiyeli. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 312–326.