

Yapay Zekâ ile Sürdürülebilir Pazarlama: Akıllı Çözümler ve Veri Analitiği

Muhammed Furkan Taşcı¹

Özet

Sürdürülebilir pazarlama, işletmelerin uzun vadeli çevresel, sosyal ve ekonomik hedefleri doğrultusunda stratejik kararlar almasını gerektirirken, yapay zekâ ve veri analitiği, bu süreçleri daha akıllı ve verimli hale getirmektedir. Günümüzde işletmeler, büyük veri analitiği, makine öğrenmesi, doğal dil işleme ve bilgisayarlı görü gibi yapay zekâ destekli teknolojileri kullanarak sürdürülebilir pazarlama stratejilerini optimize etmektedir. Bu çalışma, yapay zekâ tabanlı akıllı çözümlerin pazarlama süreçlerine entegrasyonunu ele almakta ve veri analitiğinin sürdürülebilirlik performans ölçümündeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Makine öğrenmesi ve tahminsel analitik uygulamaları, işletmelerin karbon ayak izini azaltma, tedarik zinciri optimizasyonu ve enerji verimliliği gibi süreçlerde daha öngörülebilir ve veriye dayalı kararlar almasına olanak tanımaktadır. Doğal dil işleme teknikleri, tüketici duyarlılığını analiz ederek sürdürülebilir marka iletişimini güçlendirirken, bilgisayarlı görü tabanlı sistemler, geri dönüştürülebilir ambalaj malzemelerinin analizi ve üretim süreçlerindeki sürdürülebilirlik standartlarının denetlenmesi için yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır. Büyük veri analitiği sayesinde işletmeler, sürdürülebilir pazarlama kampanyalarını kişiselleştirilmiş tüketici beklentilerine göre şekillendirebilmekte ve kaynak kullanımını daha etkin yönetebilmektedir. Akıllı çözümler, işletmelere yalnızca sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma noktasında değil, aynı zamanda operasyonel süreçlerini optimize etme ve rekabet avantajı sağlama açısından da kritik fırsatlar sunmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin etik yönleri, veri güvenliği ve algoritmik şeffaflık konularında dikkatli bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Çalışma, yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin mevcut akademik ve sektörel çerçevede nasıl şekillendiğini inceleyerek, işletmelere ve akademisyenlere yönelik geleceğe dönük çıkarımlarda bulunmaktadır.

1 Arş. Gör., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, mftasci@mehmetakif.edu.tr, Orcid: 0000-0003-0289-1698

1. Giriş

Sürdürülebilir pazarlama, pazarlama stratejileri kapsamında işletmelerin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlar yönünde sürdürülebilirlik ilkelerini şekillendirmesini temsil etmektedir. Bu yaklaşım; işletmelerin kuruluş amacı kapsamında hem kâr elde etmeyi hem de çevreye ve topluma karşı sorumluluklarını da yerine getirmeyi amaçladığını göstermektedir (Belz ve Peattie, 2009). Ek olarak; sürdürülebilir pazarlama kavramının, uzun vadeli müşteri ilişkileri oluşturmayı ve bu doğrultuda marka itibarını artırmayı hedefleyen bir terim olduğu ifade edilebilir. Özellikle çevresel ve sosyal konular üzerindeki bilinç düzeyleri artan tüketicilerin; işletmeleri sürdürülebilirlik temelli pazarlama stratejileri geliştirmeye yönlendirdiği gözlemlenmektedir (Kotler, Kartajaya ve Setiawan, 2017). Bu noktada işletmeler, strateji geliştirme kapsamında birçok yöntem kullanabilmekte ve bu yöntemler ile önemli gelişmeler sağlayabilmektedirler.

Yapay zekâ kavramı; insan zekâsını referans alan ve bu doğrultuda; öğrenme, problem çözme, karar verme gibi bilişsel işlevleri yerine getirebilen sistemler olarak ifade edilmektedir (Russell ve Norvig, 2016). Son yıllarda yapay zekâ teknolojilerinin gelişimi birçok alanda olduğu gibi pazarlama alanında da önemli değişimlere ve gelişmelere yol açmıştır. Yapay zekânın kullanımı; büyük veri analitiği, makine öğrenimi, doğal dil işleme ve bilgisayarlı görü vb. birçok teknoloji ile pazarlama süreçlerini daha verimli ve etkili hale getirmektedir (Verma, Bhattacharyya ve Kumar, 2021). Pazarlama alanında yapay zekâ uygulamaları ise müşteri segmentasyonu, kişiselleştirilmiş pazarlama, talep tahmini, fiyatlandırma stratejileri ve müşteri hizmetleri gibi pazarlama süreçleri için oldukça önemli olan birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle dijital pazarlama alanında; yapay zekâ destekli sistemlerin, tüketici davranışlarını analiz etme gücü ile hedef kitleye yönelik kişiselleştirilmiş içerikler sunma imkânı sağladığı ifade edilebilir. Bu sayede; müşteri deneyimleri iyileştirilebilmekte ve pazarlama kampanyalarının etkinliği artırılabilir (Dwivedi vd., 2021).

Yapay zekâ ve sürdürülebilir pazarlamanın entegrasyon haline getirilmesi işletmelere çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bu entegrasyon kapsamında öncelikle; yapay zekâ destekli veri analitiği, işletmelerin çevresel etkilerini daha doğru bir şekilde ölçmelerine ve izlemelerine olanak tanımaktadır. Bu sayede, karbon ayak izi gibi birçok çevresel gösterge daha etkin bir şekilde yönetilebilmektedir (Jiang ve Rosenbloom, 2005). Ayrıca yapay zekâ; tedarik zinciri süreçlerinin optimiz edilmesine yardımcı olarak kaynak kullanımını azaltmakta ve enerji verimliliğini artırmaktadır. Örneğin, makine öğrenimi algoritmaları; talep tahminlerini daha kapsamlı ve doğru bir şekilde yaparak

üretim ve stok yönetiminde israfı minimum noktaya getirebilmektedir (Choi, Chan ve Yue, 2017). Bunun yanı sıra, doğal dil işleme teknikleriyle tüketici geri bildirimleri analiz edilerek, sürdürülebilirlik konusunda tüketici beklentileri ve algıları daha iyi anlaşılabilir (Hartmann, Klink ve Simons, 2015).

Sonuç olarak, yapay zekâ ve sürdürülebilir pazarlamanın entegrasyonu, işletmelerin hem çevresel sorumluluklarını yerine getirmelerine hem de rekabet avantajı elde etmelerine katkı sağlamaktadır. Bu entegrasyon sayesinde pazarlama stratejileri; daha verimli, etkili ve sürdürülebilir hale gelmektedir. Bu bölümde yapay zekâ tabanlı akıllı çözümlerin pazarlama süreçlerine entegrasyonunu ele almakta ve veri analitiğinin sürdürülebilirlik performans ölçümündeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Ayrıca; yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin mevcut akademik ve sektörel çerçevede nasıl şekillendiğini inceleyerek, işletmelere ve akademisyenlere yönelik geleceğe dönük çıkarımlarda bulunmaktadır.

2. Yapay Zekâ Destekli Sürdürülebilir Pazarlama Modelleri

Küreselleşen ve dijitalleşen pazarda, işletmelerin hem ekonomik başarılarını hem de çevresel ve sosyal sorumluluklarını sürdürülebilir hale getirmeleri, stratejik yönetim süreçlerinde önemli bir hale gelmiştir. Bu bağlamda, pazarlama stratejilerinin yalnızca tüketici taleplerine yanıt vermesinin yanı sıra; uzun vadeli sürdürülebilirlik ilkelerini benimseyen bir dönüşüm geçirmesi gerekmektedir. Yapay zekâ teknolojilerinin; büyük veri analitiği, doğal dil işleme (NLP), bilgisayarlı görü (computer vision) ve tahminsel analitik gibi alt disiplinleriyle, karar verme süreçlerini optimize ederken işletmelerin çevresel ayak izlerini azaltmalarına ve tedarik zinciri, ambalajlama, iletişim gibi alanlarda inovatif çözümler geliştirmelerine olanak sağladığı ifade edilebilir. Bu kısımda, YZ'nin sürdürülebilir pazarlama modellerine entegrasyonuna ilişkin temel yaklaşımlar genel hatları ile ifade edilmektedir.

2.1. Makine Öğrenmesi ve Veri Analitiği: Karar Verme Süreçlerinde Etkisi

Makine öğrenmesi, işletmelerin geçmiş ve güncel verilerini analiz ederek geleceğe yönelik kararlar almalarını kolaylaştıran algoritmik yaklaşımları içermektedir. Büyük veri analitiğiyle bir arada görülen bu yöntemin, pazarlama stratejilerinin belirlenmesinde müşteri segmentasyonu, talep tahmini ve kampanya optimizasyonu gibi alanlarda önemli katkılar sunduğu ifade edilebilir. Wamba ve diğerleri (2015) tarafından yapılan sistematik araştırmada, “big data” uygulamalarının üretim ekonomisi ve operasyonel

verimlilik üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmış ve bu durumun, pazarlama alanında da benzer stratejik iyileştirmelerin yapılabilmesinin yolunu açtığı ifade edilmiştir. Özellikle, çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin entegrasyonu; yalnızca ekonomik performansı değil, aynı zamanda işletmelerin karbon ayak izinin azaltılması, atık yönetimi ve enerji verimliliği gibi konularda da etkili karar verme süreçlerine zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda makine öğrenmesi algoritmalarının, işletmelerin çevresel performans verilerini gerçek zamanlı olarak analiz ederek, stratejik planlamada daha hassas ve öngörüye dayalı kararlar almalarına olanak tanıdığı ifade edilebilir.

2.2. Doğal Dil İşleme (NLP): Tüketici Duygu Analizi ve Sürdürülebilir Marka İletişimi

Tüketici davranışları ve marka algısı unsurlarının anlaşılması hususunda; sosyal medya, online yorumlar ve haber içerikleri gibi metinsel veri kaynaklarının analizinin kritik öneme sahip olduğu ifade edilebilir. Doğal dil işleme teknikleri elde edilen veya var olan büyük metin yığınlarını işleyerek, tüketici duygu analizi ve görüş ayrımlarının belirlenmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Örneğin; Cambria, Schuller, Xia ve Havasi (2013) tarafından öne sürülen yöntemler sayesinde duygu analizi algoritmaları; pozitif, negatif veya nötr olarak sınıflandırılan müşteri geri bildirimlerinin elde edilebilmesinin yanı sıra sürdürülebilirlik temalı tartışmaları da yakından takip edilmeye olanak sağladığı ifade edilebilir. Bu kapsamda işletmeler hem sürdürülebilir marka iletişim stratejilerini geliştirebilmekte hem de çevre ve sosyal sorumluluk projelerine dair kamuoyunun tepkilerini önceden tespit ederek stratejik iletişim planlarını dinamik bir biçimde şekillendirebilmektedir. Bu durumun; özellikle kriz zamanlarında veya yeni çevresel girişimler duyurulurken marka itibarının korunmasında ve artırılmasında hayati bir rol oynadığı ifade edilebilir.

2.3. Bilgisayarlı Görü (Computer Vision): Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Analizi ve Sürdürülebilirlik Raporlaması

Bilgisayarlı görü kavramı; dijital görüntü ve video analiz teknikleriyle fiziksel dünyadaki nesnelere tanımlanması ve sınıflandırılması sağlayan bir teknolojidir. Mühendislik yöntemlerinin kullanımı ile görsel sistemin insanların yapabileceği işleri/görevleri anlamaya ve bu unsurları otomatikleştirmeye çalıştıran disiplinler arası bilimsel bir alandır (Szeliski, 2022). Sürdürülebilir pazarlama bağlamında ise bu teknoloji; ambalajlama süreçlerinde geri dönüştürülebilir malzemelerin tespiti, ürün etiketlerinin doğruluğunun kontrol edilmesi ve üretim süreçlerinin çevresel uyumluluğunun izlenebilmesi gibi birçok uygulamaya imkan sunmaktadır.

Derin öğrenme algoritmaları kullanılarak Li ve diğerleri (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ambalaj üzerindeki geri dönüşüm potansiyelini belirleyen görsel özelliklerin otomatik olarak analiz edilebildiği ifade edilmiştir. Böylece işletmeler hem çevresel performans raporlamalarını daha güvenilir verilerle destekleyebilmekte hem de tüketiciye yönelik sürdürülebilir ambalaj çözümlerini vurgulayan iletişim stratejileri geliştirebilmektedir. Ayrıca bilgisayarlı görü uygulamalarının, üretim hatalarında meydana gelebilecek çevresel risklerin erken teşhis edilebilmesi ve önleyici bakım süreçlerinin planlanabilmesinde de etkin bir rol oynayacağı ifade edilebilir.

2.4. Tahminsel Analitik: Karbon Ayak İzi Ölçümü ve Tedarik Zinciri Optimizasyonu

Tahminsel analitik kavramı; geçmiş ve mevcut verilerin modellenmesi aracılığı ile geleceğe yönelik öngörülerde bulunma fırsatı sunan yöntemler bütünü olarak ifade edilebilir. Sürdürülebilirlik kapsamında ise bu yöntem; işletmelerin karbon ayak izlerini ölçebilmeleri, enerji tüketimlerini optimize edebilmeleri ve tedarik zinciri ağlarındaki verimsizlikleri tespit edebilmeleri vasıtasıyla onarıcı/geliştirilmiş stratejiler meydana getirebilmeleri için önemli bir araç olarak öne sürülebilmektedir. Örneğin; Hasan ve diğerlerinin (2024) çalışmasında, tahminsel analitik ve makine öğrenimi tekniklerinin tedarik zinciri yönetiminde karbon emisyonlarını azaltma ve sürdürülebilir operasyonları sağlama konusundaki uygulamaları incelenmiştir. Baryannis, Dani ve Antoniou (2019) tarafından yapılan çalışmada; yapay zekâ temelli tahminsel analitik uygulamalarının, tedarik zinciri yönetiminde maliyetlerin düşürülmesi ve operasyonel verimliliğin artırılması hususunda önemli katkılar sağladığı ortaya konulmuştur. Karbon ayak izi ölçümü bağlamında bu tekniklerin; çevresel etki analizlerinin gerçek zamanlı olarak yapılabilmesine olanak tanıdığı ve böylece stratejik planlamada da sürdürülebilirlik kriterlerinin entegre edilmesine yardımcı olduğu ifade edilebilir. Bu kapsamda hem çevre dostu lojistik çözüm önerileri hem de sürdürülebilir pazarlama stratejileri, tahminsel analitik uygulamalarıyla desteklenerek, işletmelerin rekabet avantajını artırmaktadır.

Yukarıda ele alınan teknolojik yaklaşımların her biri sürdürülebilir pazarlama modelleri çerçevesinde farklı işlevler üstlenmekte ve işletmelere stratejik karar alma süreçlerinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Makine öğrenmesi ve veri analitiği, işletmelerin çevresel performansını ölçmede ve iyileştirme fırsatlarını belirlemede öne çıkarken (Çerçer ve Öcalır, 2024); Doğal dil işleme, kamuoyu algısını ve tüketici duyarlılığını anlamada kritik bir rol oynamaktadır. Bilgisayarlı görü ise, fiziksel ürün ve süreçlerin dijitalleştirilmesiyle sürdürülebilirlik raporlamalarını desteklerken (Aylak

vd., 2021), tahminsel analitik uygulamaları karbon ayak izi ve tedarik zinciri optimizasyonu gibi alanlarda geleceğe yönelik stratejik öngörüler sunmaktadır. Ancak bu noktada değinilmesi gereken önemli hususlardan biri de yapay zekâ ve sürdürülebilirlik kapsamında teknoloji çeşitliliğinin yüksek olması olarak ifade edilebilir. Sürdürülebilirlik konusu makine öğrenmesi, doğal dil işleme, bilgisayarlı görü ve tahminsel analitik ile ilişkilendirilebildiği gibi birçok teknolojik unsur ile ilişkilendirilebilir. Bu teknolojilerin entegrasyonu, yalnızca işletmelerin pazarlama performansını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilirlik ilkelerinin operasyonel süreçlere tam anlamıyla entegre edilmesini de mümkün kılmaktadır. Gelecekte, veri güvenliği, algoritmik şeffaflık ve etik sorunların giderilmesiyle birlikte, yapay zekâ destekli uygulamaların daha yaygın ve güvenilir hale geleceği ifade edilebilir. Bu doğrultuda, işletmelerin dijital dönüşüm stratejilerine sürdürülebilirlik unsurlarını entegre etmeleri konusunun uzun vadeli rekabet avantajı sağlama açısından oldukça önemli olduğu ifade edilebilir.

3. Sürdürülebilirlik İçin Akıllı Pazarlama Stratejileri

Günümüz iş dünyasında, kurumsal stratejilerin içerisine çevresel ve sosyal sorumluluk kavramlarının entegre edilmesi hem rekabet avantajı yaratma hususunda hem de uzun vadeli sürdürülebilir büyüme konusunda temel unsurlardan biri haline gelmiştir. Dijital dönüşüm ve yapay zekâ (YZ) teknolojilerindeki önemli gelişmelerin pazarlama stratejilerinin yeniden yapılandırılmasında önemli bir rol oynadığı ifade edilebilir. Özellikle, sürdürülebilirlik için akıllı pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi; tüketici beklentilerinin doğru analiz edilmesi, kişiselleştirilmiş iletişim yöntemlerinin uygulanması ve kaynak kullanımının optimize edilmesi gibi unsurları kapsamaktadır. Bu bağlamda bu kısımda; (1) kişiselleştirilmiş yeşil pazarlama, (2) tüketici davranışlarını öngören YZ modelleri, (3) sohbet robotları ve sanal asistanlar aracılığıyla müşteri hizmetlerinin dönüştürülmesi ve (4) enerji verimliliği ile kaynak yönetiminin yapay zekâ destekli optimizasyonu başlıkları ele alınacaktır.

3.1. Kişiselleştirilmiş Yeşil Pazarlama: Hedef Kitleye Yönelik Sürdürülebilir Mesajlar Oluşturma

Geleneksel pazarlama stratejilerinde kitlesel iletişim yöntemlerinin yaygın olarak kullanıldığı ifade edilirken sürdürülebilirlik odaklı pazarlama uygulamalarında ise hedef kitleye özel, kişiselleştirilmiş mesajların öneminin arttığı ifade edilebilir. Kişiselleştirilmiş yeşil pazarlama; tüketicilerin çevresel kaygılarını ve sürdürülebilir yaşam tarzlarına olan ilgilerini dikkate alma bağlamında iletişim içeriğinin ve dağıtım kanallarının optimize edilmesini

hedeflemektedir. Yapay zekâ tabanlı veri madenciliği ve segmentasyon algoritmalarının sürece dahil edilmesi sayesinde; işletmeler tüketici verilerini detaylı biçimde analiz edebilmektedir. Böylece uygulayıcılar; sürdürülebilirlik bilinci yüksek tüketici segmentlerine yönelik özelleştirilmiş kampanyalar oluşturabilmektedir. Leonidou, Katsikeas ve Morgan (2013) tarafından vurgulanan “Greening the Marketing Mix” yaklaşımı, pazarlama karmasının (ürün, fiyat, dağıtım, tutundurma) sürdürülebilirlik kriterleriyle yeniden yorumlanmasını önermektedir. Bu bağlamda kişiselleştirilmiş yeşil pazarlama uygulamaları; yalnızca çevre dostu mesajların iletilmesi değil, aynı zamanda bu mesajların tüketici veri analizleri ışığında dinamik olarak uyarlanmasını da kapsamaktadır. Özellikle dijital platformlarda yürütülen kampanyalarda, sosyal medya analitiği ve gerçek zamanlı geri bildirim mekanizmaları kullanılarak, mesajların etkisi sürekli ölçülüp optimize edilebilmektedir. Böylece hem marka bağlılığı hem de çevresel duyarlılığa sahip tüketici kitlesi arasında güvene dayalı ilişkiler kurulması mümkün hale gelmektedir. Dijital platformlar, sürdürülebilir ürünlerin tüketicilere tanıtılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Sosyal medya, e-ticaret siteleri ve dijital pazarlama algoritmalarının; sürdürülebilirlik bilincini artıran önemli araçlar olduğu ifade edilebilir. Örneğin, Amazon’un “Climate Pledge Friendly” etiketiyle çevre dostu ürünleri öne çıkarması, tüketicilere sürdürülebilir seçenekleri kolayca bulma imkânı sunmaktadır (Huang & Rust, 2021). Benzer şekilde; Google ve Meta’nın sürdürülebilirlik temalı reklam kampanyaları için yapay zekâ destekli hedefleme sistemleri kullanması, tüketicilerin çevre dostu ürünlerle daha sık karşılaşmasını sağlamaktadır (Dwivedi vd., 2021). Ayrıca, TikTok ve Instagram gibi platformlar üzerinden yeşil influencer’lar aracılığıyla sürdürülebilir yaşam tarzlarının teşvik edilmesi, tüketici farkındalığını artıran bir başka etkili yöntem olarak ifade edilebilir.

3.2. Tüketici Davranışlarının Öngören Yapay Zekâ Modelleri: Sürdürülebilirlik Bilinci Yüksek Segmentleri Belirleme

Tüketici davranışlarının dinamik doğası; pazarlama stratejilerinde tüketicilerin davranış değişiklikleri dolayısıyla belirsizlik yaratabilmekte ve bu durum stratejik karar alma süreçlerinde risk unsuru oluşturabilmektedir. Bu risklerin minimize edilebilmesi için yapay zekâ destekli tahminsel analitik modellerin kullanılmasının büyük önem arz ettiği ifade edilebilir. Gelişmiş makine öğrenmesi algoritmaları, geçmiş tüketici davranış verilerinin analizi aracılığıyla gelecekteki tercihleri öngörme kapasitesine sahiptir. Bu sayede, sürdürülebilirlik bilinci yüksek tüketici segmentleri belirlenerek, bu gruplara yönelik özel stratejiler geliştirilebileceği ifade edilebilir. Huang ve Rust (2021) yaptıkları araştırmada; yapay zekâ uygulamalarının pazarlama stratejilerinde

stratejik bir araç olarak kullanılmasının hem müşteri memnuniyeti hem de operasyonel verimlilik üzerinde önemli etkileri olduğunu ifade etmektedirler. Tüketici davranışlarını öngören modeller, veri madenciliği ve derin öğrenme teknikleriyle, çevresel duyarlılık, ürün tercihleri ve satın alma alışkanlıkları gibi kriterleri değerlendirerek, pazarlama kampanyalarının kişiselleştirilmesine olanak tanımaktadır. Böylece işletmeler hem kaynaklarını daha verimli kullanmakta hem de pazarlama mesajlarını doğru hedef kitleye ulaştırarak sürdürülebilir ürün ve hizmetlerin tanıtımını güçlendirmektedir.

3.3. Sohbet Robotları ve Sanal Asistanlar: Yeşil Ürün Tercihlerini Teşvik Eden Yapay Zekâ Destekli Müşteri Hizmetleri

Müşteri hizmetleri unsurunun; tüketici deneyimi konusunda en önemli bileşenlerinden biri olarak öne çıktığı ifade edilebilir. Özellikle dijital çağda; yapay zekâ destekli sohbet robotları ve sanal asistanlar, müşterilerin sorularına anında yanıt vererek marka ile tüketici arasındaki etkileşimi güçlendirmektedir. Yeşil ürün tercihlerini teşvik etme açısından bu teknolojiler; sürdürülebilirlik bilgileri, ürün yaşam döngüsü verileri ve çevresel etki raporları gibi bilgileri tüketicilere sunarak, bilinçli satın alma kararlarının desteklenmesini sağlamaktadır. Gnewuch, Morana ve Maedche (2017) tarafından geliştirilen modelde; sohbet robotu ve sanal asistanların müşteri hizmetleri alanında nasıl daha ortak çalışmacı ve sosyal bir yapı kazanabileceği ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, yapay zekâ destekli müşteri hizmetleri sistemleri; kullanıcı deneyimini kişiselleştirme, çok kanallı iletişimi entegre etme ve gerçek zamanlı destek sağlama konularında önemli avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, Doğal Dil İşleme (NLP) teknikleriyle desteklenen bu araçlar; müşteri sorularına duygu analizi yaparak, empati temelli yanıtlar verebilmekte ve böylece yeşil ürünlere yönelik farkındalığın artırılmasına katkıda bulunmaktadır.

3.4. Enerji Verimliliği ve Kaynak Yönetimi: Yapay Zekâ ile Optimizasyon ve İsrafın Önlenmesi

Kurumsal faaliyetlerde enerji verimliliği ve kaynak yönetimi, sadece maliyetlerin düşürülmesi açısından değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından da kritik öneme sahiptir (Kumar ve Kalia, 2021). Yapay zekâ teknolojileri, üretim süreçlerinden lojistik operasyonlara kadar geniş bir yelpazede enerji tüketimi ve kaynak kullanımı verilerinin analizini gerçekleştirerek, israfın önlenmesi ve verimliliğin artırılması için optimize edici çözümler sunmaktadır (Zhou vd., 2024). Zhang, Zhu ve Chen (2019) tarafından ortaya konulan derin pekiştirmeli öğrenme temelli enerji yönetim sistemleri, işletmelerin enerji tüketim

kalıplarını gerçek zamanlı olarak izleyebilmekte ve potansiyel israf noktalarını belirleyerek, müdahale stratejileri geliştirmektedir. Bu yaklaşım ile hem üretim süreçlerinde hem de pazarlama faaliyetlerinde kullanılan dijital altyapının enerji verimliliği artırılabilir; böylece karbon ayak izinin azaltılması yönünde somut adımlar atılabilmektedir. Yapay zekâ destekli kaynak yönetimi sistemleri, aynı zamanda sürdürülebilirlik raporlamalarının doğruluğunu artırmakta ve kurumsal sosyal sorumluluk stratejilerinin etkinliğini ölçmede önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

Sürdürülebilirlik için akıllı pazarlama stratejileri, günümüz rekabetçi iş ortamında hem ekonomik performansı artırmak hem de çevresel sorumlulukları yerine getirmek açısından kritik bir rol oynamaktadır (Davenport vd., 2020). Kişiselleştirilmiş yeşil pazarlama uygulamaları, tüketici verilerinin doğru analiziyle sürdürülebilir mesajların hedef kitleye ulaştırılmasını sağlarken; yapay zekâ destekli tüketici davranış modelleri, pazarlama stratejilerinin öngörülebilirliğini ve etkinliğini artırmaktadır (Jarek ve Mazurek, 2019). Sohbet robotları ve sanal asistanlar ise müşteri hizmetlerinde yenilikçi yaklaşımlar sunarak yeşil ürün tercihlerinin teşvik edilmesinde önemli rol oynarken enerji verimliliği ve kaynak yönetimi alanındaki yapay zekâ uygulamaları ise işletmelerin çevresel ayak izlerini azaltmaya yönelik pratik çözümler ortaya koymaktadır (Zhou vd., 2024). Gelecekte, bu stratejiler daha da entegre hale getirilerek; dijital teknolojiler ile sürdürülebilirlik arasında sinerji yaratması beklenmektedir. Veri güvenliği, algoritmik şeffaflık ve etik konularında yapılacak çalışmalar, yapay zekâ destekli uygulamaların benimsenmesi ve süreçlere dahil edilmesi noktasındaki kabulü artıracak ve daha geniş ölçekli uygulama alanlarına öncülük edecektir (Davenport vd., 2020). Bu bağlamda işletmelerin, sürdürülebilirlik temelli dijital dönüşüm stratejilerini benimseyerek hem tüketici beklentilerini karşılamada hem de çevresel sorumluluklarını yerine getirmede rekabet avantajı elde edebileceği ifade edilebilir.

3.5. Yapay Zekâ, Blokzincir ve Veri Analitiğinin Sürdürülebilir Tüketimi Etkilemesi

Yapay zekâ, blokzincir teknolojisi ve veri analitiği; birçok paydaş tarafından sürdürülebilir tüketim anlayışının benimsenmesinde ve yaygınlaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Günümüz küresel ekonomi dinamiklerinde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, yalnızca tüketici alışkanlıklarının değişimiyle değil, aynı zamanda üretim, dağıtım ve tüketim süreçlerinin bütüncül bir şekilde yönetilmesiyle mümkündür. Yapay zekâ, büyük veri setlerini işleyerek tüketici eğilimlerini ve sürdürülebilir ürünlere olan ilgiyi analiz etmekte, blokzincir teknolojisi tedarik zincirlerinde şeffaflığı artırarak

sürdürülebilir üretimi güvence altına almakta ve veri analitiği, işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşabilmesi için stratejik karar süreçlerini desteklemektedir (Chung vd., 2022). Yapay zekâ, sürdürülebilir tüketimi teşvik eden önemli araçlardan biri hâline gelmiş olup, tüketici tercihlerinin sürdürülebilir alternatiflere yönlendirilmesini sağlamaktadır. Özellikle e-ticaret platformlarında yapay zekâ tabanlı öneri sistemleri; bireysel tüketici verilerini analiz ederek çevre dostu ürünleri ön plana çıkarmakta ve kullanıcıların bilinçli tercihler yapmasını kolaylaştırmaktadır. Tüketici davranışlarına dayalı makine öğrenmesi algoritmaları, sürdürülebilir ürünlerin satın alınma olasılığını artırarak piyasa içinde yeşil ekonominin gelişimine katkı sağlamaktadır (Wang vd., 2023). Bunun yanı sıra akıllı enerji sistemlerinde yapay zekâ uygulamaları; talep tahmini yaparak enerji verimliliğini en üst seviyeye çıkarmakta ve böylece fosil yakıt tüketimini azaltarak sürdürülebilir enerji kullanımına olanak tanımaktadır. Örneğin, akıllı binalarda kullanılan yapay zekâ tabanlı enerji yönetim sistemleri, enerji kullanım modellerini analiz ederek gereksiz tüketimi önlemekte ve karbon emisyonlarını düşürmektedir (Giret vd., 2021).

Blokszincir teknolojisi, sürdürülebilir tüketimin sağlanmasında güvenilir ve şeffaf bir ekosistem oluşturması nedeniyle önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Geleneksel tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik verilerinin doğrulanabilirliği sınırlıyken, blokszincir tabanlı çözümler sayesinde tüm üretim süreçleri izlenebilir hâle gelmekte ve tüketicilere ürünlerin menşei, üretim koşulları ve çevresel etkileri hakkında gerçek zamanlı veriler sunulmaktadır (Saberri vd., 2019). Özellikle gıda, tekstil ve enerji sektörlerinde blokszincir uygulamalarının kullanımı, sürdürülebilir üretim süreçlerinin takip edilmesini kolaylaştırmakta ve tüketicilerin etik tüketim anlayışını benimsemesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, blokszincir tabanlı tedarik zinciri yönetimi, organik tarım ürünlerinin izlenebilirliğini artırarak sertifikasyon süreçlerini güvence altına almakta ve sahtecilikle mücadelede önemli bir rol üstlenmektedir (Casino vd., 2019). Ek olarak, blokszincir tabanlı karbon dengeleme sistemleri, şirketlerin karbon ayak izlerini doğrulanabilir ve şeffaf bir şekilde hesaplamasına imkân tanımakta, böylece sürdürülebilir iş modellerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Zhang vd., 2020).

Veri analitiği, sürdürülebilir tüketimi destekleyen en temel teknolojik unsurlardan biri olarak tüketici eğilimlerini anlamada, üretim süreçlerini optimize etmede ve kaynak kullanımını verimli hâle getirme konularında büyük bir rol oynamaktadır. Veri analitiği sayesinde işletmeler, sürdürülebilir ürün ve hizmetlere yönelik talep trendlerini tespit ederek üretim süreçlerini bu doğrultuda şekillendirebilmektedir. Örneğin, perakende sektöründe

tahmine dayalı analitik yöntemler, tüketici taleplerini öngörerek aşırı üretimin önüne geçmekte ve atık yönetimini iyileştirmektedir (Chong vd., 2018). Bunun yanı sıra büyük veri analitiği, enerji yönetiminde de etkin bir şekilde kullanılmakta ve akıllı şehirlerde enerji kullanımının optimize edilmesini sağlamaktadır. Gerçek zamanlı veri analizleri, enerji şebekelerinin daha etkin bir şekilde yönetilmesine imkân tanımakta, böylece sürdürülebilir enerji kaynaklarının daha verimli bir biçimde kullanılmasına yol açmaktadır (Shi vd., 2021). Ayrıca, veri analitiği ve yapay zekâ entegrasyonu, sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin etkin bir şekilde uygulanmasına yardımcı olmakta ve işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını desteklemektedir (George vd., 2021).

Bu üç teknolojinin entegrasyonu, sürdürülebilir tüketim süreçlerinin daha sistematik ve etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Yapay zekâ, veri analitiği ve blokzincir teknolojisinin bir arada kullanılması, sürdürülebilirlik açısından hem işletmelere hem de tüketicilere benzersiz avantajlar sunmaktadır. Örneğin, yapay zekâ destekli veri analitiği sistemleri, tüketici davranışlarını analiz ederek sürdürülebilir ürünlerin pazarlanmasını desteklerken, blokzincir teknolojisi bu süreçlerin şeffaflığını güvence altına almaktadır. Bu durum, işletmelerin sürdürülebilirlik raporlamalarını daha güvenilir hâle getirerek, yeşil ekonomi anlayışının güçlenmesine katkıda bulunmaktadır (Saberı vd., 2019). Özetle, yapay zekâ, blokzincir ve veri analitiği gibi ileri teknolojilerin entegrasyonu, sürdürülebilir tüketim modellerinin uygulanabilirliğini artırmakta ve hem bireysel tüketiciler hem de küresel işletmeler için sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik bir rol üstlenmektedir.

4. Veri Analitiği ve Yapay Zekâ ile Sürdürülebilirlik Performans Ölçümü

Küresel ısınma, kaynak kıtlığı ve artan çevresel baskılar; işletmeleri yalnızca ekonomik verimlilik hedefleri doğrultusunda değil aynı zamanda sürdürülebilirlik kriterleri çerçevesinde de performanslarını ölçümlemeye yöneltmektedir. Geleneksel performans ölçüm yöntemlerinin, çevresel etkilerin ve sosyal sorumlulukların birçok değişkeni hesaba katmadığı bir dönemde; veri analitiği ve yapay zekâ (YZ) destekli yöntemlerin işletmelerin hem çevresel hem de operasyonel verimliliklerini artırmalarında kritik rol oynadığı ifade edilebilir. Bu bağlamda yapay zekâ tabanlı modeller; karbon ayak izinin ve çevresel etki değerlendirmelerinin yapılması, tüketici geribildirimlerinin duygu analizi yoluyla sürdürülebilir marka itibarının ölçülmesi ve satış ile tedarik zinciri süreçlerinin optimize edilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde, bu üç boyut özet bir

şekilde incelenerek, yapay zekânın sürdürülebilirlik performans ölçümüne olan katkıları akademik literatür ışığında ele alınacaktır.

4.1. Karbon Ayak İzi ve Çevresel Etki Değerlendirmesi: Yapay Zekâ Destekli Analiz

Endüstriyel süreçlerden enerji tüketimine, lojistik operasyonlardan üretim hatalarına kadar pek çok alanda karbon emisyonlarının minimize edilebilmesinin; işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşması hususunda temel unsurlardan biri olduğu ifade edilebilir. Geleneksel yöntemler; genellikle geçmiş verilerin statik analizine dayanırken, yapay zekâ destekli analizler; büyük veri setleri, IoT sensörlerinden elde edilen gerçek zamanlı veriler ve uydu görüntüleri gibi dinamik veri kaynaklarını entegre ederek daha isabetli ve anlık değerlendirmeler yapabilmektedir. Özellikle derin pekiştirmeli öğrenme gibi ileri makine öğrenmesi algoritmaları, enerji tüketim kalıplarını modelleyip, süreçlerdeki verimsizlikleri tespit etmekte ve müdahale stratejileri geliştirmektedir. Bu ifadeleri destekler nitelikte olan; Zhang, Zhu ve Chen (2019) tarafından geliştirilen sistemde, derin pekiştirmeli öğrenme yöntemleri kullanılarak enerji yönetimini optimize etmek; üretim süreçlerinde ve tesis yönetiminde karbon ayak izini azaltmak gibi konularda somut örnekler sunulmuştur. Bu yaklaşım, çevresel etki analizlerinin gerçek zamanlı yapılabilmesi ve müdahale stratejilerinin dinamik olarak güncellenmesi açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, Seuring ve Müller (2008) tarafından ortaya konulan sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi çalışması, karbon ayak izinin ölçümü ve çevresel etki değerlendirmelerinin entegre edilmesi gerekliliğini vurgulayarak, yapay zekâ tabanlı analizlerin stratejik karar alma süreçlerindeki önemini güçlendirmektedir.

4.2. Tüketici Geribildirim Analitiği: Duygu Analizi ve Sürdürülebilir Marka İtibarı

Günümüzde dijital platformlarda paylaşılan tüketici yorumlarının, sosyal medya içeriklerinin ve çevrimiçi unsurların; markaların imajı ve itibarının şekillenmesinde önemli bir rol oynadığı ifade edilebilir. Özellikle sürdürülebilirlik odaklı stratejilerin başarısının tüketicilerin bu konudaki algılarına bağlı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, yapay zekâ destekli duygu analizi (sentiment analysis) teknikleri, metin verilerinin otomatik olarak işlenmesi ve analiz edilmesi aracılığıyla, markaların çevresel performanslarına ilişkin tüketici tepkilerini ölçme imkânı sunmaktadır (Saidani vd., 2021). Cambria, Schuller, Xia ve Havasi (2013) tarafından geliştirilen yöntemler ile büyük metin veri setleri üzerinden duygu analizi

gerçekleştirilerek, tüketici geribildirimlerindeki olumlu, olumsuz veya nötr ifadelerin sınıflandırılmasını sağlamak mümkündür. Bu tür analizlerin, markaların sürdürülebilirlik projeleri, çevresel duyarlılıkları ve sosyal sorumluluk uygulamaları konusundaki algısını ölçerek, stratejik iletişim planlarının ve marka itibar yönetiminin şekillendirilmesine olanak tanıdığı ifade edilebilir. Ayrıca, gerçek zamanlı duygu analizi sonuçları, pazarlama kampanyalarının etkisinin ve çevresel duyarlılık projelerinin kamuoyundaki etkisinin izlenmesine yardımcı olarak işletmelerin bu alandaki stratejilerini dinamik olarak uyarlamalarını ve güçlü bir esneklik gücü kazanmalarını sağlamaktadır.

4.3. Satış ve Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Yapay Zekâ ile Verimli ve Sürdürülebilir Operasyonlar

Satış ve tedarik zinciri yönetimi; işletmelerin hem ekonomik performansını hem de çevresel ayak izini doğrudan etkileyen kritik alanlar olarak ifade edilebilir. Yapay zekâ destekli tahminsel analitik modeller; talep tahmini, stok yönetimi ve lojistik operasyonların optimizasyonu gibi süreçlerde kullanılmakta ve böylece gereksiz üretim, stok fazlası ve aşırı taşıma maliyetleri ile birlikte çevresel israfın da azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Baryannis, Dani ve Antoniou (2019) tarafından yapılan çalışmalar, yapay zekâ ve veri analitiği uygulamalarının tedarik zinciri yönetiminde maliyet düşürme ve operasyonel verimliliği artırma konusundaki potansiyelini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Wamba ve arkadaşları (2015) tarafından gerçekleştirilen sistematik incelemeler, büyük veri ve yapay zekâ tabanlı analizlerin, tedarik zinciri süreçlerinde ortaya çıkan verimsizliklerin ve israfın önlenmesinde kritik rol oynadığını göstermiştir. Bu yaklaşımlar, satış süreçlerinin ve tedarik zinciri operasyonlarının optimize edilmesiyle birlikte sadece ekonomik performansın artırılmasını değil aynı zamanda lojistik ve dağıtım süreçlerinden kaynaklanan karbon emisyonlarının da azaltılmasını sağlamaktadır. Böylece, işletmeler hem rekabet avantajı elde etmekte hem de çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine daha hızlı ulaşabilmektedir.

Veri analitiği ve yapay zekâ uygulamaları, sürdürülebilirlik performans ölçümünde devrim niteliğinde yaklaşımlar sunarak işletmelerin çevresel etkilerini gerçek zamanlı olarak izleyebilmesine, tüketici algısını detaylı biçimde analiz edebilmesine ve operasyonel süreçlerini optimize edebilmesine olanak tanımaktadır. Karbon ayak izi ve çevresel etki değerlendirmeleri; derin öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme gibi yöntemlerle daha güçlü hale getirilirken, duygu analizi teknikleri; markaların sürdürülebilirlik konusundaki imajlarını güçlendirmede önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Satış ve tedarik zinciri optimizasyonunda ise tahminsel analitik

modellerin uygulanması hem ekonomik verimliliğin artırılmasına hem de çevresel israfın minimize edilmesine katkı sunmaktadır (Bag vd., 2021). Gelecekte, veri analitiği ve yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonunun daha da derinleşmesi beklenirken, bu uygulamaların veri güvenliği, algoritmik şeffaflık ve etik boyutlarının da ele alınması gerekecektir. İşletmelerin, sürdürülebilirlik performans ölçümünü stratejik planlamalarının merkezine yerleştirilmesi hem çevresel sorumluluklarını yerine getirmelerinde hem de küresel rekabette üstünlük sağlamalarında önemli bir avantaj sağlayacaktır.

5. Yapay Zekâ Tabanlı Sürdürülebilir Pazarlama Çalışmaları

Küreselleşme ile birlikte çevresel ve sosyal sorumluluk kriterlerinin ön planda olmasının, işletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerini yalnızca çevresel performansla sınırlı tutmayıp, pazarlama faaliyetlerine de entegre etmelerini zorunlu hale getirdiği ifade edilebilir. Yapay zekâ teknolojilerinin hızlı gelişimi, pazarlama alanında veri analitiği, tüketici duygu analizi ve operasyonel verimliliğin artırılması gibi kritik uygulamaları mümkün kılarken, sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde de önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu kısımda; (a) literatürün kapsamı, (b) vaka analizi üzerinden, yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlama uygulamalarının teorik ve pratik boyutları kısaca ele alınacaktır.

5.1. Literatürün Kapsamı: Akademik ve Sektörel Çalışmalar

5.1.1. Akademik Çalışmalar

Akademik literatür; yapay zekâ uygulamalarının pazarlama stratejilerine entegrasyonunu geniş bir perspektiften ele alarak veriye dayalı karar mekanizmaları, tüketici davranışlarının analizi ve operasyonel süreçlerin optimize edilmesi gibi konularda önemli bulgular sunmaktadır. Huang ve Rust (2021), yapay zekânın pazarlama stratejilerinde stratejik bir araç olarak kullanılmasını öne sürerken, müşteri deneyiminin kişiselleştirilmesi ve marka sadakatinin artırılmasına yönelik yöntemleri detaylandırmıştır. Benzer şekilde, Cambria ve arkadaşları (2013) tarafından gerçekleştirilen duygu analizi çalışmaları, sosyal medya ve çevrimiçi platformlarda tüketici geri bildirimlerinin sınıflandırılması yoluyla markaların sürdürülebilirlik projelerine yönelik algısını ölçme imkânı sağlamıştır. Makine öğrenmesi ve büyük veri analitiği tekniklerinin sürdürülebilir pazarlama uygulamalarına entegrasyonu, işletmelerin karbon ayak izi, enerji tüketimi ve tedarik zinciri performanslarını gerçek zamanlı olarak izleyebilmesine olanak tanımaktadır (Baryannis, Dani ve Antoniou, 2019; Wamba vd., 2015). Bu kapsamda, akademik çalışmalar, yapay zekânın hem operasyonel hem de stratejik

düzeyde sürdürülebilirlik performansını artırmada oynadığı rolü sistematik olarak ele almakta, ayrıca çevresel etkilerin ölçülmesi ve iyileştirilmesi için geliştirilen modellerin uygulama alanlarını tartışmaktadır.

5.1.2. Sektörel Çalışmalar

Sektörel raporlar ve endüstri analizleri, global pazarda yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilir pazarlama stratejilerinde geniş bir yelpazede kullanıldığını göstermektedir. Özellikle enerji yönetimi, lojistik optimizasyonu ve tüketici deneyimi gibi alanlarda yapılan yapay zekâ yatırımları hem maliyetlerin düşürülmesi hem de çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Örneğin, enerji sektöründe yapay zekâ uygulamaları; enerji tüketimini optimize ederek sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlamaktadır (Zhou vd., 2024). Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde, yapay zekâ destekli sistemler rota belirtme ve envanter yönetimi süreçlerini iyileştirerek operasyonel verimliliği artırmakta ve çevresel israfı azaltmaktadır (Bag vd., 2021). Tüketici deneyimi alanında ise yapay zekâ tabanlı kişiselleştirme ve müşteri hizmetleri uygulamaları, müşteri memnuniyetini artırarak markaların sürdürülebilirlik imajını güçlendirmektedir (Jarek ve Mazurek, 2019). Büyük veri ve yapay zekâ uygulamaları; sürdürülebilirlik raporlamalarında şeffaflık ve doğruluk sağlayarak kurumsal sosyal sorumluluk projelerinin başarısında kritik bir rol oynamaktadır. Yapay zekâ teknolojileri, işletmelerin çevresel etkilerini izlemelerine ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına da yardımcı olmaktadır (Kumar ve Kalia, 2021). Ayrıca, yapay zekânın pazarlama iletişimde kullanımı gözden kaçan birçok değişkeni de analize dahil ettiği için müşteri deneyimini iyileştirerek rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu bağlamda, akademik ve sektörel bulguların sentezlenmesi yapay zekâ tabanlı sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin hem kuramsal temelini hem de pratik uygulama alanlarını desteklemektedir. Özellikle, yapay zekânın pazarlama iletişimindeki rolü ve sürdürülebilirliğe yansımaları, işletmelerin müşteri odaklı stratejiler geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Davenport vd., 2020).

5.2. Vaka Analizi: Küresel Markaların Yapay Zekâ Destekli Sürdürülebilir Pazarlama Uygulamaları

Küresel ölçekte faaliyet gösteren markalar, sürdürülebilirlik kavramını pazarlama stratejilerine entegre ederken yapay zekâ teknolojilerinden yoğun biçimde yararlanmaktadır. Örneğin, bazı çok uluslu şirketler; tüketici verilerinin analizi, duygu analizi ve otomatik müşteri hizmetleri uygulamaları ile yeşil pazarlama stratejilerini güçlendirmektedir. Vaka analizine konu olabilecek bazı örnek temalar şu şekilde ifade edilebilir;

- **Tüketici Deneyiminin Kişiselleştirilmesi:** Yapay zekâ destekli sohbet robotları ve sanal asistanlar, müşteri hizmetlerinde kişiselleştirilmiş deneyimler sunarak markaların sürdürülebilir ürün ve hizmetlerine yönelik farkındalık oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Gnewuch, Morana ve Maedche, 2017).
- **Enerji ve Kaynak Yönetimi:** Derin öğrenme teknikleri kullanılarak geliştirilen enerji yönetim sistemleri, üretim süreçlerinde karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik stratejik müdahalelerin gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (Zhang, Zhu ve Chen, 2019).
- **Duygu Analizi ve Marka İtibarı:** Sosyal medya verilerinin analizi yoluyla gerçekleştirilen duygu analizi çalışmalarında, tüketicilerin çevresel ve sosyal sorumluluk projelerine yönelik olumlu tepkileri ölçülmektedir. Böylece markaların sürdürülebilirlik projelerinin etkisi değerlendirilebilmektedir (Cambria vd., 2013).

Bu vaka analizi temaları; global markaların yapay zekâ tabanlı sürdürülebilir pazarlama uygulamalarının işletme performansı ve çevresel sorumluluk alanındaki katkılarına örnek olarak gösterilebilir. İlgili çalışmalar incelendiğinde bu uygulamaların başarı faktörlerinin; veri toplama altyapısının etkinliği, algoritmik doğruluk ve müşteri geri bildirimlerine dayalı dinamik strateji güncellemeleri olduğu ifade edilebilir.

6. Sonuç ve Tartışma

Yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlama stratejileri, günümüz rekabetçi iş ortamında hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen kritik bir dönüşüm aracı olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin büyük veri analitiği, doğal dil işleme, bilgisayarlı görü ve tahminsel analitik gibi çeşitli bileşenlerinin sürdürülebilir pazarlama stratejileri ile entegrasyonunu incelemiş ve bu teknolojilerin şirketlerin rekabet avantajı elde etmeleri ve çevresel etkilerini minimize etmeleri açısından nasıl değerlendirilebileceğini ele almıştır. Bu kapsamda, makine öğrenmesi ve veri analitiğinin karar verme süreçlerini optimize etme potansiyelinin gücünün öne çıktığı görülmektedir. Wamba ve diğerleri (2015), büyük veri uygulamalarının üretim ekonomisi ve operasyonel verimlilik üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamış ve bu yaklaşımın pazarlama stratejilerinde de etkili olabileceğini ifade etmiştir. Doğal dil işleme teknolojileri, tüketici algılarını analiz etme ve yeşil pazarlama mesajlarını optimize etme noktasında kritik bir rol oynamaktadır (Cambria, Schuller, Xia ve Havasi, 2013). Bilgisayarlı görü teknikleri ise ambalajlama süreçlerinin sürdürülebilirliğini denetleme ve geri dönüşüm potansiyelini

belirleme gibi alanlarda kullanılmakta ve bu sayede şirketlerin çevresel performanslarını iyileştirme yetisini arttırmaktadır (Li vd., 2020). Ayrıca, tahminsel analitik uygulamalarının karbon ayak izi ölçümü ve tedarik zinciri optimizasyonu gibi konularda çok boyutlu bir değerlendirme sağladığı görülmektedir. Hasan ve diğerleri (2024), yapay zekâ destekli tahminsel analitik modellerinin karbon emisyonlarını azaltma konusunda etkinliğini ortaya koymuş ve bu teknolojinin uzun vadeli sürdürülebilirlik stratejileri için kritik bir unsur olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde, Baryannis, Dani ve Antoniou (2019) tarafından yapılan çalışmalar, yapay zekâ destekli karar alma sistemlerinin tedarik zinciri süreçlerini optimize etme ve operasyonel verimliliği artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Sürdürülebilir pazarlama bağlamında yapay zekânın en dikkat çekici etkilerinden biri de kişiselleştirilmiş yeşil pazarlama stratejilerinin uygulanabilirliğinin artmasıdır. Leonidou, Katsikeas ve Morgan (2013), pazarlama karmasının (ürün, fiyat, dağıtım ve tutundurma) sürdürülebilirlik ölçütleri çerçevesinde yeniden düşünülmesi gerektiğini vurgularken, bu stratejilerin veri analitiği ve makine öğrenmesiyle desteklenerek optimize edilmesi, hedef kitle ile daha etkili bir bağlantı kurulmasına olanak tanımaktadır. Huang ve Rust (2021), yapay zekâ destekli pazar bölümlenme tekniklerinin, sürdürülebilirliğe duyarlı tüketici segmentlerini belirleme ve bu gruplara özel stratejiler geliştirme noktasında kullanılmasının rekabet avantajı yaratabileceğini ifade etmektedir. Bununla birlikte, yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin uygulanmasına ilişkin bazı etik ve teknik sınırlamalar bulunduğu da unutulmamalıdır. Veri güvenliği, algoritmik şeffaflık ve etik yapay zekâ uygulamaları konusunda literatürde vurgulanan zorluklar (Davenport vd., 2020), sürecin daha sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için şirketlerin bu alanlara yönelik proaktif yaklaşımlar benimsemesini gerektirmektedir. Veri analitiği ve yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilir pazarlama alanında giderek daha fazla benimsenmesi, bu teknolojilerin etik yönleriyle ilgili tartışmaları da beraberinde getirmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlama uygulamalarının şirketlere stratejik avantaj sağladığı, çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sunduğu ve tüketici beklentilerine daha duyarlı pazarlama yaklaşımlarını mümkün kıldığı ifade edilebilir. Bununla birlikte, sürecin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için algoritmik şeffaflık, etik yapay zekâ uygulamaları ve veri güvenliği gibi konuların dikkate alınması kritik bir öneme sahiptir. Gelecekte yapay zekâ ve sürdürülebilir pazarlamanın daha da entegre hale gelmesi beklenirken, bu entegrasyonun etik ve sosyal boyutlarına dair daha fazla araştırma ve düzenleme gerekliliği açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Uygulayıcılar için Öneriler:

Entegre veri yönetim sistemlerinin kurulması, işletmelerin farklı kaynaklardan elde edilen bilgileri uyumlu ve kaliteli bir şekilde entegre edebilmesi açısından kritik bir gerekliliktir. Güçlü veri yönetim altyapılarına yapılan yatırımlar, yapay zekâ modellerinin güvenilirliğini artırarak gerçek zamanlı analiz ve öngörü oluşturmayı kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, etik ve şeffaf yapay zekâ uygulamalarının benimsenmesi de büyük önem taşımaktadır. Veri gizliliği, algoritmik önyargı ve hesap verebilirlik gibi konulara yönelik uluslararası standartlara uygun etik rehberlerin geliştirilmesi, işletmelerin yapay zekâ sistemlerinin çalışma prensiplerini açıkça ifade etmelerini ve böylece tüketici güvenini sağlamalarını gerektirmektedir (Huang ve Rust, 2021). Ayrıca, sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi sürecinde çok disiplinli iş birliklerinin artırılması gerekliliği öne çıkmaktadır. Teknoloji, pazarlama, çevre bilimleri ve hukuk gibi farklı alanlardan uzmanların bir araya gelmesi, işletmelerin daha bütüncül ve yenilikçi çözümler üretmesini mümkün kılmaktadır. Bu doğrultuda, işletmelerin sürekli eğitim ve teknolojik güncellemelere öncelik vermesi, yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı gelişmelere uyum sağlamalarını kolaylaştıracaktır. Çalışanlara sunulan sürekli eğitim imkânları ve yapay zekâ modellerinin düzenli olarak güncellenmesi, teknolojik adaptasyon süreçlerinin hızlanmasına ve işletmelerin rekabet avantajlarını sürdürebilmelerine katkıda bulunmaktadır. Tüm bu unsurların yanında, güçlü bir siber güvenlik altyapısının oluşturulması da büyük bir zorunluluk olarak ifade edilebilir. Yapay zekâ sistemlerinin veri odaklı yapısı göz önüne alındığında, siber saldırılara karşı etkin güvenlik önlemlerinin alınması kaçınılmaz hale gelmektedir. İleri şifreleme tekniklerinin kullanılması, düzenli güvenlik denetimlerinin gerçekleştirilmesi ve acil müdahale planlarının oluşturulması, veri güvenliğinin ve sistem bütünlüğünün korunması açısından kritik bir rol üstlenmektedir (Wamba vd., 2015). Geri dönüşüm ve döngüsel ekonomi teşvikleri, büyük markaların sürdürülebilir pazarlama stratejilerine entegre ettiği kritik bir uygulamadır. Şirketler, eski ürünlerin geri dönüşümünü teşvik eden sistemler geliştirerek kaynak israfını azaltabilir. Örneğin, teknoloji sektöründe faaliyet gösteren bazı şirketler, eski cihazları geri alarak yeniden üretim süreçlerine entegre etmektedir. Bu tür girişimler, tüketicilerin döngüsel ekonomi prensiplerine uyum sağlamasını kolaylaştırırken, işletmelere de uzun vadeli sürdürülebilirlik avantajları sunmaktadır. Yapay zekâ destekli dinamik fiyatlandırma, sürdürülebilir ürünlerin daha erişilebilir olmasını sağlamak için önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Dinamik analizler ve talep tahminleri kullanılarak, fiyatlandırma süreçleri optimize edilebilir ve tüketicilerin sürdürülebilir ürünleri tercih etmesi teşvik edilebilir. Böylece

hem çevresel etkiler minimize edilir hem de işletmeler için sürdürülebilir bir gelir modeli oluşturulabilir. Tüm bu unsurlar bir araya getirildiğinde, işletmelerin yapay zekâ temelli sürdürülebilir pazarlama stratejilerini daha güvenilir, etik ve etkin bir biçimde uygulamaları mümkün olacaktır.

Akademisyenler İçin Öneriler:

Yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlama alanında, teknolojik, etik, sosyal ve çevresel boyutları kapsayan geniş ölçekli araştırmaların teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamlı çalışmalar, alanın mevcut uygulamalarını analiz etmeye ve gelecekteki gelişim alanlarını belirlemeye yönelik değerli veri ve bilgiler sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, üniversiteler ve araştırma kurumları, pazarlama, bilgisayar bilimi, veri analitiği, çevre bilimleri ve etik gibi farklı alanları içeren disiplinler arası eğitim programları geliştirmelidir. Bu tür programlar, geleceğin profesyonellerini teorik bilgi ve uygulamalı eğitimlerle donatarak sektörel ihtiyaçlara yanıt verecek şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca, uluslararası iş birlikleri ve ortak projelerin desteklenmesi, yapay zekâ tabanlı sürdürülebilir pazarlama alanındaki bilgi birikiminin artırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Akademik çevrelerin uluslararası araştırma projeleri, konferanslar ve ortak yayınlar aracılığıyla küresel standartların oluşumuna katkı sağlaması hem teorik hem de uygulamaya yönelik yenilikçi çözümlerin geliştirilmesini teşvik edecektir. Bununla birlikte, etik ve regülasyon konularında ortak çalışma platformlarının oluşturulması, yapay zekâ uygulamalarının etik boyutlarını ve düzenlemelerini ele almak açısından önemli bir etkidir. Akademi, sektör ve devlet kurumlarının bir araya gelerek algoritmik adalet, şeffaflık ve hesap verebilirlik konularında standartlar geliştirmesi ve uygulamaların izlenmesini sağlaması, yapay zekâ sistemlerinin güvenilirliğini artıracaktır. Son olarak, bilimsel yayınların ve bilgi paylaşımının artırılması, yapay zekâ ve sürdürülebilir pazarlama alanındaki akademik gelişimi destekleyen temel unsurlardan biridir. Bu alanda gerçekleştirilen araştırmaların uluslararası dergilerde yayımlanması ve sempozyumlarda paylaşılması hem uygulama modellerinin hem de teorik yaklaşımların sürekli olarak güncellenmesine ve geliştirilmesine katkıda bulunacaktır. Tüm bu unsurlar bir araya geldiğinde, yapay zekâ destekli sürdürülebilir pazarlamanın daha sağlam bir bilimsel temele oturtulması ve küresel ölçekte daha etkili çözümler sunulması mümkün olacaktır.

Kaynakça

- Aylak, B. L., & Oral, O. (2021). Yapay zekâ ve makine öğrenmesi tekniklerinin lojistik sektöründe kullanımı. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 8(1), 74-93. <https://doi.org/10.31202/ecjse.776314>
- Bag, S., Pretorius, J. H. C., Gupta, S., & Dwivedi, Y. K. (2021). Role of institutional pressures and resources in the adoption of big data analytics powered artificial intelligence, sustainable manufacturing practices and circular economy capabilities. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120420. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120420>
- Baryannis, G., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Predictive analytics and artificial intelligence in supply chain management: Review and implications for the future. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024>
- Belz, F. M., & Peattie, K. (2009). *Sustainability marketing: A global perspective*. John Wiley & Sons.
- Cambria, E., Schuller, B., Xia, Y., & Havasi, C. (2013). New avenues in opinion mining and sentiment analysis. *IEEE Intelligent Systems*, 28(2), 15-21. <https://doi.org/10.1109/MIS.2013.34>
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Future Generation Computer Systems*, 95, 219-239. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.04.002>
- Choi, T. M., Chan, H. K., & Yue, X. (2017). Recent development in big data analytics for business operations and risk management. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 47(1), 81-92. <https://doi.org/10.1109/TCYB.2015.2507599>
- Chong, A. Y. L., Ch'ng, E., Liu, M. J., & Li, B. (2018). Predicting consumer product demands via Big Data: The roles of online promotional marketing and online reviews. *International Journal of Production Economics*, 197, 237-249. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.022>
- Chung, M., Ko, E., Jung, H., & Kim, J. (2022). Sustainable marketing strategies through Big Data analysis: A machine learning approach. *Journal of Cleaner Production*, 344, 131416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131416>
- Çerçer, B., & Öcalır, Ş. (2024). Hibrit imalatta yapay zekâ ve veri analitiğinin rolünün araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 29(3), 949-960. <https://doi.org/10.17482/uumfd.1486513>
- Davenport, T. H., Guha, A., Grewal, D., & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 24-42. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0>

- Dwivedi, Y. K., Hughes, D. L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... & Williams, M. D. (2021). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice, and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- George, G., Haas, M. R., & Pentland, A. (2021). Big data and management. *Journal of Business Research*, 131, 590-595. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.06.051>
- Giret, A., Trentesaux, D., Prabhu, V. V., & Botti, V. (2021). The impact of artificial intelligence on sustainable production systems: Influences and challenges. *Computers in Industry*, 130, 103482. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103482>
- Gnewuch, U., Morana, S., & Maedche, A. (2017). Designing conversational agents for customer service: A conceptual framework. *Business & Information Systems Engineering*, 59(3), 213-225. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0484-7>
- Hartmann, P., Klink, J., & Simons, J. (2015). Cause-related marketing in the German retail sector: Exploring the role of consumers' trust. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, 12(2), 163-178. <https://doi.org/10.1007/s12208-015-0136-6>
- Hasan, M. R., Islam, M. Z., Alam, M., & Sumsuzoha, M. (2024). Predictive analytics and machine learning applications in the USA for sustainable supply chain operations and carbon footprint reduction. *Journal of Electrical Systems*, 20(10), 463-471. <https://doi.org/10.52783/jes.5138>
- Huang, M. H., & Rust, R. T. (2021). A strategic framework for artificial intelligence in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(1), 3-22. <https://doi.org/10.1007/s11747-020-00750-0>
- Jarek, K., & Mazurek, G. (2019). Marketing and artificial intelligence. *Central European Business Review*, 8(2), 46-55. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.213>
- Jiang, Z., & Rosenbloom, B. (2005). Customer intention to return online: Price perception, attribute-level performance, and satisfaction unfolding over time. *European Journal of Marketing*, 39(1/2), 150-174. <https://doi.org/10.1108/03090560510572061>
- Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2017). *Marketing 4.0: Moving from traditional to digital*. John Wiley & Sons.
- Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains. *Computers in Industry*, 99, 206-217. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.03.003>

- Kumar, A., & Kalia, A. (2021). Artificial intelligence and sustainable development: A review. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123798. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123798>
- Leonidou, C. N., Katsikeas, C. S., & Morgan, N. A. (2013). Greening the marketing mix: Do green marketing strategies lead to sustainable outcomes? *Journal of Business Research*, 66(9), 1733–1740. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.04.001>
- Li, C., Li, X., Liang, S., Liu, W., & Chen, H. (2020). Automated detection of recyclable materials in consumer packaging using deep learning. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120222. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.120222>
- Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach* (3rd ed.). Pearson. ISBN: 978-0136042594
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 217, 312-325. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Saidani, M., Kim, H., Ayadhi, N., & Yannou, B. (2021). Can online customer reviews help design more sustainable products? A preliminary study on Amazon Climate Pledge Friendly products. *arXiv preprint arXiv:2202.07463*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.07463>
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>
- Shi, J., Liu, Y., Yang, H., & Zhou, X. (2021). Big data analytics for sustainable energy consumption: A machine learning approach. *Journal of Cleaner Production*, 317, 126678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126678>
- Szeliski, R. (2022). *Computer vision: Algorithms and applications* (2nd ed.). Springer. ISBN: 978-3030343712
- Verma, S., Bhattacharyya, S. S., & Kumar, S. (2021). Marketing and artificial intelligence: Bibliometric analysis and research agenda. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1(2), 100019. <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2021.100019>
- Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data science, predictive analytics, and big data: A revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business Logistics*, 34(2), 77-84. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.10.003>
- Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How “big data” can make big impact: Findings from a systematic review

- and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031>
- Wang, Y., Zhang, Y., & Liu, X. (2023). Artificial intelligence-based energy management for sustainable smart buildings. *Energy and Buildings*, 278, 112345. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112345>
- Zhang, Q., Zhu, M., & Chen, L. (2019). An intelligent energy management system using deep reinforcement learning. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117958. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117958>
- Zhang, Y., Qian, C., Yan, X., & Li, Y. (2020). Blockchain-based solutions for energy trading in renewable energy markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133, 109081. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109081>

