

## SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT PLANLAMASINDA ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK (AG) UYGULAMALARI

Nurçin SEYMEN AKSU<sup>1</sup> Özge YALÇINER ERCOŞKUN<sup>2</sup>

**Makale İlk Gönderim Tarihi / Recieved (First):** 08.11.2021

**Makale Kabul Tarihi / Accepted:** 22.06.2022

**Atıf/©:** Seymen Aksu, N., Yalçiner Ercoşkun, Ö. (2022). Sürdürülebilir Kent Planlamasında Artırılmış Gerçeklik (AG) Uygulamaları. Journal of Management Theory and Practices Research, 3(1), 39-57

### Özet

21. yüzyılda ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal alanda yaşanan değişimler bilgi teknolojilerinde gelişmelere neden olmuştur. Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle birlikte artırılmış gerçeklik teknolojisi askeri, sağlık, mimari, kent planlama, kentsel tasarım ve eğitim gibi alanlar başta olmak üzere birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Bilgi teknolojilerinin her alanda kullanımı, kentlerde teknolojik gelişmeler ile planlama yaklaşımlarını bir araya getirmektedir. Bilişim çağında gelişen ve dönüşen kentler; sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak, bireylerin yaşamını kolaylaştırarak yaşam kalitesini artırmak amacıyla artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelmektedir. Bu noktada artırılmış gerçeklik uygulamaları, kentlerdeki sorunlara akılcı ve yenilikçi çözümler üretebilecek bir bilgi ve iletişim teknolojisi olup kentlere temel katkılar sağlamaktadır. Artırılmış gerçekliğin günümüzde sürdürülebilir kentsel planlama alanında uygulanabilirliği; katılımcı bir yaklaşımı yaygınlaştırması, üç boyutlu sanal görselleştirmenin iki boyutlu görsel sunum tekniklerine yüksek algılanabilirliğe sahip olması, daha güvenli, modern, konforlu mekânlar oluşturması, insan hayatını kolaylaştırması ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesi açısından önemlidir. Bu nedenle çalışmanın amacı; sürdürülebilir kent planlamasında artırılmış gerçeklik teknolojisinin potansiyellerini araştırmak ve bu teknolojinin sürdürülebilir kentler üzerindeki önemini tartışmaktır. Yapılan çalışma artırılmış gerçeklik uygulamalarının teknoloji yardımıyla kentlerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğine etkilerini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Planlama, Artırılmış Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları.

1 Öğr. Gör., Bartın Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, nsaksu@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0787-0661

2 Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, ozgeyal@gazi.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2734-0374

## AUGMENTED REALITY (AR) APPLICATIONS IN SUSTAINABLE URBAN PLANNING

**Citation** /©: Seymen Aksu, N., Yalçın Ercoşkun, Ö. (2022). Sürdürülebilir Kent Planlamasında Artırılmış Gerçeklik (AG) Uygulamaları. *Journal of Management Theory and Practices Research*, 3(1), 39-57

### **Abstract**

Changes in the economic, social, cultural, and political fields in the 21st century have led to developments in information technologies. Augmented reality with the developments in information technologies; it is used in many different fields, especially in fields such as military, health, architecture, urban planning, urban design, and education. The use of information technologies in every field brings together technological developments and planning approaches in urban places. Developing and transforming cities in the information age; It turns to augmented reality applications to ensure social, economic, and environmental sustainability and to increase the quality of life by facilitating the lives of individuals. In this context, augmented reality applications are an information and communication technology that can produce rational and innovative solutions to urban problems and provide fundamental contributions to cities. The application of augmented reality in the field of sustainable urban planning today; It is important in terms of spreading a participatory approach, having high perceptibility of three-dimensional (3D) virtual visualization to two-dimensional (2D) visual presentation techniques, creating safer, modern, comfortable spaces, facilitating human life, and supporting sustainable development. Therefore, the aim of the study is to investigate the potentials of augmented reality technology in sustainable urban planning and to discuss the importance of this technology on sustainable cities. The study reveals the effects of augmented reality applications on the environmental, social, and economic sustainability of cities with the help of technology.

**Keywords:** Sustainability, Sustainable Planning, Augmented Reality, Augmented Reality Applications

## 1. GİRİŞ

Kentsel alanlardaki nüfus artışı, modern şehirlerin yönetimi ve organizasyonunda yeni zorluklar meydana getirmektedir. Küresel nüfusta öngörülen artış göz önüne alındığında, günümüzde dünya nüfusunun %55'i kentlerde yaşıyorken 2050 yılına kadar bu oranın %68 olacağı tahmin edilmektedir (United Nations, 2018). Kent yönetimleri, meydana gelen zorluklar karşısında ulaşım, konut ve diğer tüm hizmetlere olan talebin sürdürülebilir bir şekilde büyümesine katkıda bulunabilecek teknolojik yenilikleri keşfetmekte ve denemektedir. Kent ölçeğinde teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması yöneticileri, kentlerde yenilikçi ve akıllı çözümler oluşturmaya itmektedir. Günümüzde endüstri, ticaret, askeri, mimari, mühendislik, mimarlık gibi birçok farklı disiplinde geleceğin şehirleri hakkında yürütülen çoğu çalışma; binaları, ulaşımı, gıdayı, enerjiyi, atıkları, doğal kaynakları ve hatta insanları zenginleştiren teknolojik sonuçlara odaklanma eğilimindedir (Hunter, Soro ve Brown, 2021).

Kentler için teknolojik gelişmelerle sürdürülebilirliği bir arada ele alan yaklaşımlar oldukça gündemdedir. Bilgi teknolojilerinde meydana gelen gelişmeler ise bu teknolojik gelişmeler arasında oldukça önemlidir. Bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişim; büyük veri, bulut bilişim, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, nesnelerin interneti (IoT), otonom sistemler, siber fiziksel sistemler, akıllı etmenler, siber güvenlik ve yapay zekâ gibi kavramları meydana getirmiştir (Güney, 2018). Bu yenilikçi teknolojik yaklaşımlar, teknolojinin geliştireceği ürünleri ve bu ürünlerin olumlu ya da olumsuz etkilerini somutlaştırmaya/kavramsallaştırmaya yardımcı olmaktadır (Grossi ve Pianezzi, 2017).

Özellikle artırılmış gerçeklik, dijital içerikleri ve modelleri kullanıcıların görüş alanına ekleyerek, daha somut bir şekilde zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olan etkileşimli bir ortamdır. Artırılmış gerçeklik ile kullanıcılar, başkasının fikirleri içinde hareket edebilmekte, içinde dolaşabilmekte ve aynı şekilde bir başkasının deneyimlemesi için kendi fikirlerini de sunabilmektedir (Michael, Alessandro ve Ross, 2021, s. 75-99). Artırılmış gerçeklik teknolojisindeki son gelişmeler; sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak, bireylerin yaşamını kolaylaştırarak yaşam kalitesini artırmak gibi birtakım fırsatlar sunmaktadır. Bu noktada artırılmış gerçeklik uygulamaları, kentlerdeki sorunlara akılcı ve yenilikçi çözümler üretebilecek bir bilgi ve iletişim teknolojisi olup kentlere temel katkılar sağlamaktadır. Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların görüş alanına sanal modelleri yükleyerek, mekânı somut bir şekilde algılamalarına olanak tanımaktadır. Böylece kullanıcı mekân içinde dolaşabilir, başkasının fikirleri içinde hareket edebilir ya da kendi fikrini sunabilmektedir (Hunter, Soro ve Brown, 2021).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin sürdürülebilir planlamaya etkileri üzerine yapılan araştırmada olayları kendi bağlamında ele alabilmek ve bireylerin bu teknolojiye yüklediği anlamlar açısından tespitler yapabilmek için çalışmada araştırma yöntemi olarak, nitel veri toplama yöntemi kapsamında literatür araştırması ve doküman analizi yapılmıştır. Literatür taramasında öncelikle sürdürülebilirlik, sürdürülebilir planlama, artırılmış gerçeklik, artırılmış gerçeklik uygulamaları, artırılmış gerçekliğin kentin sürdürülebilirliği üzerine etkileri ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Literatür incelemeleri sonucunda eksik kaldığı tespit edilen unsurlardan hareketle sürdürülebilir kent planlamasının geleceğinde artırılmış gerçeklik teknolojisine ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen tespitlerden yola çıkarak; "Artırılmış Gerçeklik, kent planlama sürecine çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği sağlayan bir araç olarak nasıl eklenebilir?" ve "Artırılmış Gerçeklik sürdürülebilir planlamaya ne tür özgün olanaklar sunmaktadır?" bu araştırmanın sorularını oluşturmaktadır. Bu bağlamda araştırma sorularına yanıt bulabilmek için güçlü yönetim, çevresel koruma, kentsel hareketlilik, halk sağlığı ve kamusal güvenlik, kültürel miras ve turizm başlıkları altında artırılmış gerçeklik teknolojisinin sürdürülebilir

kent planlamaya etkileri tartışılmaktadır.

Artırılmış gerçekliğin günümüzde sürdürülebilir kentsel planlama alanında uygulanabilirliği; katılımcı bir yaklaşımı yaygınlaştırması, üç boyutlu (3B) sanal görselleştirmenin iki boyutlu (2B) görsel sunum tekniklerine göre daha yüksek algılanabilirliğe sahip olması, daha güvenli, modern, konforlu mekânlar oluşturması, insan hayatını kolaylaştırması ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesi açısından önemlidir (Wang ve Chen, 2009). Bu bağlamda çalışmanın amacı; sürdürülebilir kent planlamasında artırılmış gerçeklik teknolojisinin potansiyellerini araştırmak ve bu teknolojinin sürdürülebilir kentler üzerindeki önemini tartışmaktır. Yapılan çalışma, artırılmış gerçeklik uygulamalarının teknoloji yardımıyla kentlerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğine etkilerini ortaya koymaktadır.

## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1. Sürdürülebilir Kentler ve Teknoloji

Sürdürülebilirlik kavramı, sanayileşmenin getirdiği kalkınma düşüncesinin üretim ve tüketim gereksinimlerini artırmasıyla önem kazanmıştır. Üretim ve tüketim ihtiyaçlarının artması, kaynakların sınırsız olarak kullanılabilmesi düşüncesini doğurmuştur. Ancak 1970’lerde çevre hareketlerinin artmasıyla bu düşünce yapısı eleştirilmiştir. Bu eleştiriler, kalkınma ile çevrenin ilişkilendirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. 1970’lerden sonra kalkınma, sürdürülebilirlik kavramıyla birlikte anılmaya başlamıştır (Pınarcıoğlu ve Kanbak, 2020).

Sürdürülebilirlik, bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşaklarında kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağına engel olmadan gidermek olarak tanımlanır. Bu kavram ilk olarak 1987 yılında Bruntland Komisyonu olarak bilinen BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’na hazırlanan “Bizim Ortak Geleceğimiz” adlı raporda kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları entegre biçimde düşünülen bir yapıya sahiptir (Yalçiner Ercoşkun, 2018).

Ekonomik sürdürülebilirlikte amaç, iktisadi çevre ve doğal kaynaklar arasında uzun dönemli bütünleşme ve dengeyi sağlayabilmektir. Ekonominin sürdürülebilirliği sermaye miktarının sabit olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Çevresel sürdürülebilirlik ilkesi için toplumlarda sürdürülebilir üretim ve tüketimin benimsenmesi önemlidir. Kentlerde yer alan tüketim anlayışı sürdürülebilirlik kriterleri çerçevesinde ilerlerse, ürünlerin kullanım süresinde artış görülür ve geri dönüşüm bilinci de artar (Mutdoğan, 2020). Uzun vadeli, dinamik ve güçlü toplumların meydana gelmesi, temel insani ihtiyaçların giderilmesi, geleneklerin sürdürülmesi sosyal sürdürülebilirlik olarak tanımlanmaktadır. Sosyal sürdürülebilirliğe sahip kentler, toplum ruhunu benimsemiştir. Eşitlikçi, çeşitli, demokratik, cinsiyet eşitliğine sahip, sosyal hizmetleri yeterli, değişen yaşam koşullarına uyum sağlayabilen, çok kültürlü, işbirlikçi ve yüksek yaşam kalitesine sahiptir (Yalçiner Ercoşkun, 2018).

İçinde bulunduğumuz çağ; yeni kavramlar, teknoloji ve yaşam şekillerinin ortaya çıktığı ve bilgi ile teknolojinin her alanda kullanımının önemli olduğu bir dönemdir. Sürdürülebilirlik kavramı çoğunlukla kentler üzerinden tartışılmakta ve kentlerde teknolojik gelişmelerle sürdürülebilirliği bir arada ele alan yaklaşımlar önem kazanmaktadır (Mutdoğan, 2020). Böyle bütünleşik bir yaklaşımla kent ekonomisi verimli hale gelmekte, toplumdaki bilgi düzeyi artmakta, birbirine bağlı toplumlar oluşmakta ve kentsel kaynakların yönetimi gelişmektedir (Ercoşkun ve Karaaslan, 2009).

21. yüzyılda değişen ve çağın getirdiği yeniliklerle birlikte değişmeye devam eden kavramlar sürdürülebilirlikle ilişkilendirilerek yeni kent planlama anlayışları geliştirilmesi ön plana çıkmıştır. (Kaya ve Susan, 2020). Sürdürülebilirlik, dayanıklılık, akıllı etmenler, büyük veri, karmaşıklık, CBS,

çeşitlilik, zaman kullanımı, iyi yönetim, iletişimsel eylemler, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, kaos durumu, bilişimsel akılcılık gibi kavramlar kentler için yenilikçi, teknolojik ve insancıl yaklaşımlardır. Günümüzde yaşanan dijital dönüşümle birlikte teknoloji ve veri bilimi ön plana çıkarak hem mekânsal verinin önemini artırmış hem de kentlerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında büyük önem kazanmıştır (Seymen Aksu ve Yalçın Ercoşkun, 2020).

Günümüzde kullanılan dijital araçlar ve görselleştirme teknikleri, kentlerin planlanmasına ve tasarlanmasına yardımcı olmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, nesnelerin interneti ile ilgili araçların kentlerde kullanımı akıllı kent uygulamalarını yaygınlaştırmaktadır. Buna paralel olarak kentlerdeki uygulama alanlarında üç boyutlu kent modellerine ihtiyacı artmakta ve 3B web CBS kullanımına geçiş yapılmaktadır (Tureka & Stepniakb, 2021). CBS aracılığıyla elde edilen verilerin, konuma dayalı artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla birlikte kullanımı 3B kent modellerinin faydalarını ortaya koymakta, veri kalitesini iyileştirmekte, kentin canlı verilerini görüntülemeye olanak sağlamaktadır (Güney, 2016).

Yaşanan teknolojik gelişmeler ve internette yaşanan devrimle birlikte gerçek ve sanal ortam tanımları tartışılmaya başlanmıştır. Bu durum 21.yüzyılın ekonomik, siyasal, fiziksel gibi birçok dinamiğini belirleyen eş zamanlı paylaşımının sağlandığı sanal evreni oluşturmuştur (Demir ve Değerli, 2022). Sanal evrenden oluşan sanal gerçeklik, bilgisayar ve internet ortamında gerçek mekânda yer alan nesnelerin etkileşimli bir biçimde 360° önceden kayıt altına alınan videolarla görüntülenmesini sağlayan, izlenen görüntünün içindeymiş hissi veren teknolojidir (Kıvrak ve Arslan, 2018). Artırılmış gerçeklik ise kaynak olarak kameraların kullanıldığı, kullanıcının içinde bulunduğu gerçek dünyaya sanal nesnelere ekleyerek algıladığı görüntünün zenginleşmesini sağlayan teknolojidir (Köymen, 2014). Artırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanıcı gerçek dünya üzerine bindirilen sanal nesnelere zenginleştirilmiş bir görüntü elde ederken, sanal gerçeklik teknolojisinde kullanıcı gerçek dünyadan uzak sanal bir ortamda önceden kayıt altına alınan videoları izlemektedir. Bu bağlamda artırılmış gerçeklik, gerçek dünyayı tamamen sanala taşıyarak değiştirmek yerine var olan gerçeklik üzerine eklemeler yapmaktadır (Kaleci vd. 2016).

Kent planlama sürecinde görselleştirme teknikleri kullanılarak, tasarım sürecinin iyi analiz edilmesi, halka bilgilendirme yapılması ve halk ile karar vericiler (hükümetler, politikacılar) arasında güçlü iletişim kurulması amaçlanmaktadır. İçinde bulunduğumuz bilişim çağında sürdürülebilir ve akıllı kent yaratmanın amacı, bir toplumun mekânsal, sosyal ve kültürel ve ihtiyaçlarını teknolojinin kullanımıyla ele alarak iyileştirmektir. Bu ihtiyaçları iyileştirmek, ekonomik büyümeyi sağlamak, çevresel sorunları ele almak ve sosyal eşitliği sağlamak gibi kentlerdeki zorlukların üstesinden gelebilmek için artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı; veri modelleme, veri görselleştirme ve gerçek zamanlı simülasyonlar oluşturmada kullanılan potansiyel araçtır (Jamei vd., 2017).

## 2.2. Sürdürülebilir Planlama Yaklaşımları

Kentleşme dünya çapında oldukça hızlı ilerlemekte ve dünya nüfusunun yarısından fazlası artık kentlerde yaşamaktadır (United Nations, 2018). Kentleşmenin artışıyla birlikte düzensiz büyüyen kentler meydana gelmiştir. Düzensiz gelişme gösteren kentler verimli tarım arazileri ve sulak alanlar gibi doğal çevreye zarar vermekte, hatta yok etmektedir. Ayrıca genişleyen ve yayılma gösteren kentsel alanlar, otomobil kullanımına teşvik ettiğinden karbon ayak izini de artırmaktadır. Bu sorunlara genel olarak bakıldığında iklim değişikliği gibi derin tehditler yarattığı görülmektedir (Kaya ve Susan, 2020).

Bu nedenle kentlerin planlı, kontrol altında, doğa ile uyumlu ve erişilebilir bir biçimde tasarlanması

gereklidir. Kentlerin büyümesi ve gelişmesini kontrol altına alınarak yaşam kalitesi ve refah seviyesi yüksek mekanlar yaratılmalıdır (Yalçiner Ercoşkun, 2018). Böyle mekanlar yaratmanın temel unsuru kentlerde dijital dönüşümle birlikte gelen yenilikçi kavramları (artırılmış gerçeklik, yapay zekâ, otonom sistemler, büyük veri vb.) araç olarak kullanmaktır (Jamei vd., 2017). Planlama bu yeniliklerle birlikte evrilmelidir. Sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik yaklaşımlarıyla sürdürülebilir kalkınmaya destek olmalıdır. Sürdürülebilirlikle birlikte ortaya çıkan birbirinden farklı çözüm ve uygulamalara sahip farklı planlama yaklaşımları olmasında rağmen; hepsinin ortak noktası kentlerin büyüme ve gelişmesini kontrol altına alarak, daha sağlıklı, doğal çevre ile uyumlu ve yaşam kalitesi yüksek mekanlar elde etmektir (Kaya ve Susan, 2020).

Bu yaklaşımlara örnek olarak;

- Kentsel sürdürülebilirliğin iyileştirilmesinde BİT altyapısının artan rolünü vurgulamak için akıllı insan, akıllı ekonomi, akıllı çevre, akıllı yönetim, akıllı yaşam ve akıllı hareketlilik şeklinde altı ana bileşen üzerinde toplanan akıllı kent (Cohen, 2012),
- İnsan ölçekli kentsel tasarıma odaklanan, yürünebilir ve erişilebilir mekanlar tasarlayan yeni şehircilik (CNU, 2021),
- Kaynak israfına neden olan, hakkı olmadığı halde doğal çevreyi yok eden kentsel gelişim sürecine karşı olarak geliştirilen model derişik kent (Çalışkan, 2004),
- Doğayı ön plana çıkararak, yaşam kalitesi yüksek mekanlar oluşturan, yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih eden, daha sürdürülebilir alanlar yaratan, çevreye duyarlı üretim ve tüketim alışkanlıklarını benimseyen, refah seviyesini yükselten ve geliştiren yeşil kent (Karlenzig, 2008),
- Doğal ekolojik süreçleri sürdüren ve destekleyen, hava ve su kaynakları gibi doğal kaynakları koruyan, yaşam kalitesine katkıda bulunan kentsel yeşil alanların bütünlüğünü sağlayan sürdürülebilir mavi-yeşil altyapı planlaması (Parlak ve Atik, 2020),
- Ekoloji ve teknolojinin entegre biçimde mekâna yansıtıldığı eko-tek kent (Ercoşkun ve Karaaslan, 2009) ve
- Dayanışma, şeffaflık, halk katılımı ve teknolojinin birleştiği insancıl akıllı kent modeli 15 dk'lık kent (Moreno, 2020) verilebilir.

Bu yaklaşımlar kentlerin iyi yaşam kalitesine sahip olabildiğini ve refah seviyesini yükseltebilmesini yardımcı olur. Ayrıca teknolojinin planlama yaklaşımlarına katılımı, insan yaşamını kolaylaştırır ve sürdürülebilir kalkınmayı destekler.

### 2.3. Artırılmış Gerçeklik ve Planlama İlişkisi

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, kişinin salt algıladığı, dokunabildiği ve hissedebildiği fiziksel çevreye sanal nesnelere eklenerek kişinin algıladığı görüntünün zenginleşmesidir (Günel ve Arabacıoğlu, 2019). Geniş etki alanı ile ileri yazılım ve donanım teknolojilerini yapısında barındıran teknolojik bir yeniliktir. Bu nedenle bireylerin hem toplumsal hem de bireysel ihtiyaçlarına cevap verebilen; kültür, eğitim, meslek gibi kazanımlarını destekleyen bir yapıya sahiptir (Sood, 2012). Artırılmış gerçeklik uygulamaları ilk kullanılmaya başlandığında askeri, endüstriyel ve medikal uygulamalarla tanınmıştır. Gelişen yazılım ve donanım teknolojileriyle birlikte artık günümüzde sanat, ticaret, mühendislik, mimarlık, eğitim, sinema, spor, eğlence, planlama gibi birçok sektörde kullanılmaktadır (Köymen, 2014).



Yenilikçi ve teknolojik kavramların etkisiyle gelişen ve dönüşen kentler; sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak, yaşamı kolaylaştırmak ve kalitesini artırmak için artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanıldığı uygulama alanlarına yönelmektedir (Akgül, Solmaz ve Alaçam, 2017, s. 1-4). Kent sakinleri ve ziyaretçilerinin bağlantı kurmak ve iletişimlerini güçlendirmek, hızlandırmak ve korumak için artırılmış gerçekliği, yapay zekayı ve robotları kullandıkları mekanlar artırılmış kentler olarak tanımlanmaktadır (King, 2016). Kentlerde artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı, kullanıcıya gerçek ortam ve sanal ortamın birleştiği zengin bir görüntü ortamı sağlayarak algı düzeyini artıracaktır (King, 2016). Artırılmış gerçeklik etkileşimli bir platform olmasından dolayı, kentlerin yenilikçi yaklaşımlarla bütünleşerek kentlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlar, insan yaşamını kolaylaştırır, sürdürülebilir kalkınmayı destekler (Jamei vd., 2017).

Planlama ve kentsel tasarım, birçok kullanıcının (vatandaşlar, mimarlar, plancılar, peyzaj mimarları, paydaşlar vb.) kentsel alanları hayal etmesini ve tasarlamasını gerektiren farklı disiplinlerde yer alan teknik bilgi ve araçları entegre düşünmesini gerektirir. Kentsel tasarımın kaliteli ve başarılı olması için, fiziksel ve dijital medyanın kullanımıyla bu bilgi ve araçlar daha iyi algılanmakta, iletilmekte ve tasarlanmaktadır (Seichter ve Schnabel, 2005). Katılımcı bir yaklaşımla geliştirilen öneriler çerçevesinde planlar ve kentsel tasarım projeleri geliştirilmektedir. Ancak geleneksel iki boyutlu yöntemler (eskizler, projeler, kesitler, detaylar vb.) ile yapılan proje sunumu bu noktada katılımı zorlaştırmaktadır (Seichter, 2004). Fiziki çevreyi oluşturma, yenileme ya da oluşturma sürecinde, katılım düzeyini yükseltici yöntemler, yerel düzeydeki yönetişimin kalitesine de artıracaktır. Bu bağlamda geleneksel yöntemler ve araçların kullanımı dışında, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımı gündeme gelmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımıyla, sanal ve gerçek ortamı birleştiği için yapılması planlanan proje ve tasarımların sunumları yeni bir boyut kazanmakta, kullanıcı inşa aşamasına geçmeden projenin bitmiş halini deneyimlemekte ve projelerin algılanabilirlik düzeyi artmaktadır (Sorensen, 2006, s. 25-32).

Artırılmış gerçekliğin planlama sürecinde kullanılmasıyla birlikte; teknik elemanlar (plancı, tasarımcı, mimar vb.), karar vericiler (merkezi ve yerel yönetim) ve teknik yönden bilgisi olmayan diğer paydaşlar (vatandaşlar) arasındaki iletişim güçlenmekte, karar verme süreçlerine halkın katılımının artmakta, farklı bakış açıları artırılmış ortamda üç boyutlu olarak mekânın içinde değerlendirildiğinden algılanabilirlik düzeyi artmakta, zaman ve kaynak tasarrufu sağladığından daha dayanıklı ve sürdürülebilir planlama yaklaşımları benimsenmekte ve daha modern mekânlar oluşmaktadır (ThePrint, 2020).

Artırılmış gerçekliğin planlama disiplininde birçok olumlu yönü olmasına rağmen barındırdığı bazı olumsuz yönleri de vardır. Planlamada kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalarındaki en büyük olumsuz yön yüksek maliyetli olmasıdır. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı özel şirketler, üst düzey iş yerleri ve eğitim kurumlarıyla kısıtlıdır. Halbuki, kentsel mekanların görselleştirilmesi ve simülasyonu, bilgisayar destekli tasarımlar, coğrafi bilgi sistemleri ve artırılmış gerçeklik tekniklerini içerecek şekilde bütünleşik bir yazılımın kullanımı kentlere oldukça büyük fayda sağlama potansiyeli bulunmaktadır (Jamei vd., 2017).

### **3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ KULLANIMININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT PLANLAMASINA ETKİLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ**

Kentlerin sürdürülebilirliğinin iyileştirilmesi ve korunmasında, bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısının rolü büyüktür. Etkileşimli bir platform olan artırılmış gerçeklik, teknoloji, çevre koruma, sosyal yapı ve insan odaklı düşüncüyü birleştirdiğinden sürdürülebilir planlama yaklaşımlarına yardımcı olmaktadır (Jamei vd., 2017).

Kentlerde bilgi ve iletişim teknolojileri çerçevesinde gelişen akıllı çözümler, vatandaşlara kamusal alanlarda entegre hizmetler ve deneyimler sunmak için artırılmış gerçeklik uygulamaları ile bağlantılı yaklaşımlar geliştirmektedir. Artırılmış gerçeklik, verilerin gerçek bir kamu varlığı ve kaynağı olarak görülmesinde görsel rehber olarak hizmet etmektedir. Kentlerin planlanması aşamasında; artırılmış gerçekliğin kamusal alanda birçok kullanımı bulunmaktadır. Bu kullanım alanlarının genişliği herhangi bir teknolojik yenilikte olduğu gibi sadece kullanıcılarının yaratıcılığı ve ustalığı ile sınırlıdır. Bu nedenle, artırılmış gerçekliğin güçlü yönetim, çevresel koruma, kentsel hareketlilik, halk sağlığı ve kamusal güvenlik, kültürel miras ve turizm başlıkları altında kentlerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğine etkileri incelenmiştir (Smart City Council, 2017).

### 3.1. Güçlü Yönetişim

Güçlü bir yönetişimin gerçekleşmesi, devlet hizmetlerinin şeffaf ve halk katılımının yüksek olmasına bağlıdır. Bu noktada artırılmış gerçeklik teknolojisi; vatandaşlar ve yöneticiler arasında kapsamlı ve gerçek zamanlı bir iletişim aracı olarak ve kent planlamanın ortak bir mekânsal tasarım aracı olarak, ortak tasarım süreçlerinin veri odaklı bir temsili olarak yönetişimi destekler (Hunter, Soro ve Brown, 2021).

Artırılmış gerçeklik cihazları ve uygulamaları aracılığıyla kentte yer alan her paydaş belediyelerin uygulamalarına erişebilmekte, görüntüleyebilmekte ve üzerinde değişiklik yapabilmektedir. Tüm paydaşlar; kamusal projelerin artırılmış gerçeklik teknolojisi yardımıyla inşa edilmeden önce son halini artırılmış ortamda görebilmektedir. Üç boyutlu canlandırma ile sunum yapıldığından bu durum kaynak tasarrufu da sağlamaktadır (Smart City Council, 2017).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımıyla vatandaşlar, yöneticiler, teknik ekip ve diğer paydaşlar, kentlerdeki potansiyel gelişme ve yenilikler hakkındaki bilgileri görselleştirebilmektedir. Ayrıca mevcutta henüz inşa edilmeyeni hayal edebilmekte ve işbirlikçi yaklaşımla etkileşime geçerek tartışmalara katılabilmektedir. Bu teknolojinin kullanımı, vatandaşların iki boyutlu yerine üç boyutlu görselleştirme teknikleriyle projelerle etkileşime girmesine ve mekânı keşfetmesine yardımcı olmaktadır (Hunter, Soro ve Brown, 2021). Bu durum teknik açıdan donanımlı bireyler (plancı, tasarımcı, mimar), karar vericiler (yerel ve merkezi yönetim) ve yerel halk arasındaki iş birliğini kuvvetlendirerek ortak dil oluşumunu sağlar. Kent planlamada katılımı artırmaya yönelik yapılan yöntemler, yönetişimin düzeyini ve kalitesine artırmaktadır (Sorensen, 2006, s. 25-32).

Artırılmış Gerçekliğe Dayalı Kentsel Tasarımcı (ARUDesigner) adı verilen uygulamada; tasarımcılara sanal ortam üzerinde çalışma alanı sunularak AR tabanlı bir sistem oluşturulmuştur. ARUDesigner sistemi, tasarım nesnelere hakkında görsel bilgiler sağlayarak her bir kullanıcı için yanlış yorumlama yapma olasılığını azaltmaktadır. Bu uygulama aynı zamanda tasarımcıların verimliliğini ve üretkenliğini artırıcı grup iş birliğini ve iletişimi teşvik etmektedir (Wang ve Chen, 2009) (Şekil 1).



**Şekil 1.** ARUDesigner Sistemi



**Kaynak:** Wang ve Chen, 2009.

BenchWorks ise uzaktan çalışmaya olanak sağlayan ve iş birliğine dayalı artırılmış gerçeklik özelliklerine sahip masa, kalem ve gözlük kullanılarak entegre bir çalışma ortamının oluşturulduğu artırılmış gerçeklik sistemidir (Şekil 2). Kullanıcıların BenchWorks'te üzerinde çizim yapabilir, araç kutusundan nesne ekleyebilir, cisimleri taşıyabilir, resim paylaşabilir, farklı grupların çalışmalarını ortak olarak görüntüleyebilir (Seichter, 2014).

**Şekil 2.** BenchWorks Uygulamasının Kullanımı



**Kaynak:** Seichter, 2014.

### 3.2. Çevresel Koruma

Artırılmış gerçeklik teknolojisi çevresel sürdürülebilirliğe doğrudan olmasa da dolaylı olarak etki sağlamaktadır. Özellikle, AG uygulamaları ile kullanılarak hem güncel olan sorunları görselleştirir hem de insanları sürdürülebilir yaşam konusunda eğitir. Artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde iklim sorunları 3 boyutlu hale getirilerek kullanıcılara gerçek durum gösterilmektedir. Böylece çevreye yönelik sorunlar açık ve net bir biçimde kullanıcılar tarafından fark edilerek, kaynakların etkili kullanımına ve çevresel farkındalığın artmasına yardımcı olur (iSee3d, 2020).

Güney İtalya’da su kaynaklarını izleme ve yönetimi amacıyla AG uygulaması tasarlanmıştır. Bu uygulamanın kullanımı, yerel yöneticiler tarafından gerekli görülen su izleme faaliyetlerinin zaman ve maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Böylece su kaynaklarının korunmasına ve doğru kullanımına katkıda bulunur (Mirauda vd., 2017) (Şekil 3).

Şekil 3. İlgi Çekici Noktalar ve Panolar



Kaynak: Mirauda vd., 2017.

### 3.3. Halk Sağlığı ve Kamusal Güvenlik

Tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 salgınıyla birlikte vatandaşların ateşini ölçme ve yüz tanıma sistemleri gibi halk sağlığı için temassız ve hijyenik olabilecek artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirilmiştir (Inn, 2020).

Çin’de tasarlanan ateş ölçen akıllı kasklar beş metreye uzaklığa kadar ateşi olan insanları algılayabilmekte ve ateşi yüksek biri yaklaştığında alarm çalmaktadır. Yüz tanıma teknolojisi ile donatılmış olan kask, artırılmış gerçeklik ekranıyla hastanın adını ve tıbbi geçmişini de gösterebilmektedir (Wainwright, 2020) (Şekil 4).

Şekil 4. Ateş Ölçen Akıllı Kasklar



Kaynak: Wainwright, 2020.

Artırılmış gerçeklik uygulamaları; çevreyle ilgi ayrıntıları barındırması, tehlikeli durumlara karşı önceden hazırlıklı olabilme, tehlike anında operasyonlara yardımcı olabilme, kötü hava koşullarına karşı dirençli olabilme, geçmiş tehlikeleri gösterebilme gibi özelliklere sahip olduğundan kolluk kuvvetleri ve acil durum yönetiminde önemli bir yer tutmaktadır (Smart City Council, 2017).

Appriss tarafından sunulan Patrol Public Safety mobil artırılmış gerçeklik uygulaması önemli güvenlik bilgilerini, haberleri ve kritik uyarıları vermesi nedeniyle afet önleme ve kriz yönetimini başarılı şekilde sağlamaktadır (GrapeCity, 2017) (Şekil 5).

Şekil 5. Patrol Public Safety Uygulaması



Kaynak: GrapeCity, 2017.

### 3.4. Kentsel Hareketlilik

Artırılmış gerçeklik teknolojisi uzaktan çalışmaya teşvik ederek ofis alanlarına olan ihtiyacı azaltmaktadır. Bu durum, kentlerde trafik sıkışıklığından meydana gelen zaman kaybını önlemekte ve araç kullanımından kaynaklı meydana gelen karbon ayak izini de azaltmaktadır. Artırılmış gerçeklik

uygulamaları kullanılarak tüm ulaşım sistemlerini birbirine bağlanabilen bir ağ oluşturup, bu ağ sistem üzerinden görüntülenebilir. Böylece kullanıcılar istedikleri yola görsel ya da işitsel olarak erişebilmektedir. Kısacası, artırılmış gerçeklik teknolojisi, ulaşım sistemlerinin sürdürülebilirliğinin artmasını sağlamaktadır (Smart City Council, 2017).

Michigan Üniversitesi'nin kampüsünde 37 dönümlük çeşitli yol türlerine sahip bir parkurda otomatik araçların test edilmesine yardımcı olmak için artırılmış gerçeklik sistemi kullanılmaktadır. Tehlikeli yol senaryolarını güvenli bir ortamda değerlendirmeye sağlayan artırılmış gerçeklik sistemi, oluşturulan trafik laboratuvarında araçları takip ederek, araştırmacılar için veri toplayıp arşivlemektedir (Abuelsamid, 2017) (Şekil 6).

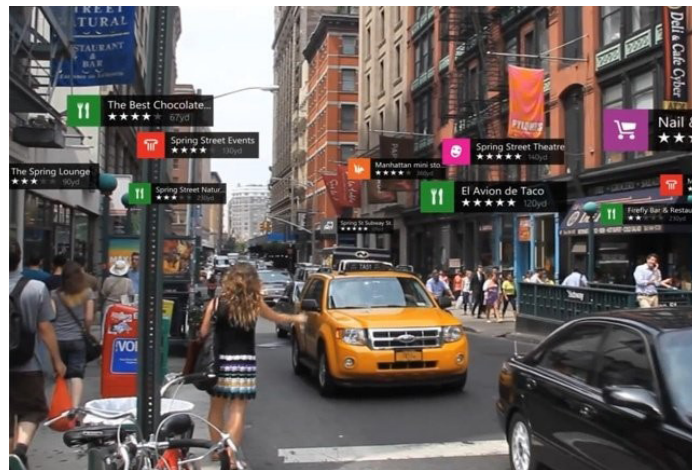
**Şekil 6.** Laboratuvardaki Genel İzleme Ekranı



**Kaynak:** Abuelsamid, 2017.

LiveSight uygulaması kentteki ilgi çekici alanların veya coğrafi işareti belirli olan mekanların doğrudan cihazın kamera ekranına yansıtılarak gösterilmesini sağlayan bir artırılmış Gerçeklik teknolojisidir. LiveSight'ı kullanmak için mobil telefonun yukarı aşağı doğru eğilmesi yeterlidir (Delaney, 2014) (Şekil 7).

**Şekil 7.** LiveSight Uygulaması



**Kaynak:** Delaney, 2014.



### 3.5. Kültürel Miras ve Turizm

Artırılmış gerçekliğin kültürel miras alanında kullanımı, kullanıcıya geçmişini deneyim ettirerek kültür mirasının önemini artırmaktadır. Gerçek mekânda bulunmak o yerin algılama düzeyini artırdığından artırılmış gerçeklik teknolojisi kültürel miras ve turizm için oldukça önemlidir (Mesaros vd., 2016, s. 366-381). Bu alanda artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla genellikle; tarihi binalar, anıtlar, kaleler ve savaş alanları gibi kültürel miras değeri taşıyan yerlerin üç boyutlu canlandırması yapılmaktadır (Smart City Council, 2017). Turizmde artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanımını en temel sebebi ise; yol bulma, yapılacak şeyleri bir araya getirme, gezilecek yerleri görme gibi müşterilerin deneyimlerini geliştirmektir. Bu durum süreci hızlandırmakta, kaliteyi ve performans düzeyini artırmaktadır (Doğanay Ergen, 2020, s. 62-74).

Cleveland Sanat Müzesi, ziyaretçilerin sanat deneyimleri ile etkileşime girebilmesine olanak tanıyan bir ortam oluşturmak için ArtLens isimli AR teknolojisini kullanmaktadır. ArtLens uygulaması ile görüntü tanımlanarak o resme ait ek içeriğe ulaşılmaktadır (İşCep, 2017) (Şekil 8).

**Şekil 8.** Cleveland Sanat Müzesi'nde Kullanılan ArtLens Uygulaması



**Kaynak:** İşCep, 2017.

2010 yılında Londra'da geliştirilen StreetMuseum uygulaması ise kullanıcıların kamerayla görüntüledikleri anlık görüntülerin üzerine tarihi fotoğrafların yerleştirildiği bir artırılmış gerçeklik teknolojisidir. Uygulama, GPS verilerinden yararlanarak kullanıcının yerini tespit etmekte ve o anki konumuna ait arşivdeki fotoğrafları, mobil telefonun kamerası ile görüntülenen gerçek mekân üzerine ekleyerek bir görüntü oluşturmaktadır (Zolfagharifard, 2014).

**Şekil 9.** StreetMuseum Londra Uygulaması



**Kaynak:** Zolfagharifard, 2014.

Dünya genelinde müzelerde geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulamalarına örnekler, ülkemizde de görülmeye başlamıştır. Sakıp Sabancı Müzesi (Şekil 10), Deniz Müzesi, Topkapı Sarayı Müzesi, Bursa Saat Müzesi, Hatay Arkeoloji Müzesi, Konya Panorama Müzesi (Şekil 11) ve Çorum Arkeoloji Müzesi gibi müzelerde artırılmış gerçeklik teknolojileri kullanılmaktadır. Müzelerin arşiv koleksiyonlarından sanal ortama aktarılan eserler artırılmış gerçeklik teknolojisi ile birleştirilerek eserler hakkında kullanıcılara daha detaylı bilgiler verilmektedir. Böylece erişilmesi zor ve zahmetli olan eserler kullanıcıların erişimine açılmış ve eserler artırılmış ortamda sunulularak algılama düzeyi geliştirilmiştir (Timisi Nalçaoğlu, 2019).

Şekil 10. Sabancı Müzesi



Kaynak: Arox, 2021.

Şekil 11. Konya Panorama Müzesi “Bir Bilenle” Uygulaması



Kaynak: Konya Büyükşehir Belediyesi, 2021.



## SONUÇ

Sürdürülebilir kentler, devlet hizmetlerinin şeffaf, vatandaş katılımının yüksek olduğu güçlü yönetim ilkesine sahip, kaynakların etkin kullanımı sağlayan, çevresel farkındalık düzeyinin yüksek olduğu, kolay erişilebilirliğe sahip, karbon ayak izinin düşük olduğu, kamusal güvenlik ve halk sağlığı düzeyi yüksek, kültürel mirasını koruyabilen, üretim ve tüketimde yereli destekleyen, teknoloji, sürdürülebilirlik, katılım gibi kavramların bir arada düşünüldüğü mekanlardır.

Teknolojik yaklaşımların kentler üzerinde büyüktür. Öyle ki, günümüzde kentler teknolojik yaklaşımlar ekseninde değişmekte ve dönüşmektedir. Farklı disiplinlerde birçok kullanım alanı olan artırılmış gerçeklik teknolojisi gün geçtikçe gelişmekte olup gelecekte planlama alanında da yaygınlaşacaktır. Bilişim çağı kentlerinde; bilim, teknoloji ve insan odaklı yaklaşımın bir arada sürdürülebilmesi için artırılmış gerçeklik uygulamaları önemli bir araçtır. Artırılmış gerçeklik, gerçek ortam üzerinde bindirilen sanal görüntülerin üç boyutlu simülasyonunu gerçekleştirdiği için sürdürülebilir kent planlanmasına ve tasarımına yardımcı olmaktadır. Bu teknolojinin sürdürülebilir kent planlamasına entegre edilmesi, planlama disiplininde teknolojinin araçsal kullanımıyla birlikte yeni tekniklerin oluşumunu destekleyecek, kentlinin yaşam kalitesini artıracak, kentli ve yöneticiler arasındaki iletişimi güçlü kılacaktır.

Yapılan çalışmada, sürdürülebilir kent planlamasında artırılmış gerçeklik teknolojisinin potansiyelleri araştırılmış ve bu teknolojinin kentlerin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğindeki etkileri ortaya koyulmuştur. Sürdürülebilir kent planlamasında, problemlerin tespit edilmesi ve bu problemlere yönelik çözümler geliştirilebilmesi için artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımı oldukça önemlidir. Artırılmış gerçeklik uygulamaları, sürdürülebilir kent planlama sürecinin tasarım ve karar alma süreçlerinde yer almalı, işbirlikçi yaklaşımla hareket etmeli, çevresel farkındalığı artırıcı olmalı ve gelişen teknolojik yeniliklere uyum sağlayabilecek nitelikte olmalıdır.

Fiziksel çevreyi, veri analitiğini ve görselleştirmeyi entegre bir biçimde kullanan artırılmış gerçeklik teknolojisi, planlama disiplinine şeffaf devlet hizmetleri, geri bildirim ve iyileştirme süreçlerini destekleyici güçlü yönetim ve etkin sürdürülebilirlik anlayışı getirecektir. Sürdürülebilir planlama yaklaşımlarında artırılmış gerçeklik kullanımının, bireylerin sanal ve fiziki mekânı deneyimle imkânı tanınması ve birden fazla kullanım ile gerçek zamanlı etkileşime açık olması, diğer teknolojik yaklaşımlarla bütünleşmeye açık olduğunu göstermektedir. Teknolojik bir yaklaşım olan artırılmış gerçeklik; kentlerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğine destek veren bir bilgi iletişim aracı olarak görülmeli ve sürdürülebilir planlama yaklaşımlarına dahil edilmelidir. Bu nedenle planlama disiplini içinde artırılmış gerçeklik teknolojisinin geleceği olduğu öngörülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abuelsamid, S. (Haziran, 2017). University of Michigan Deploys Augmented Reality System to Aid Testing of Automated Vehicles. 06 11, 2021 tarihinde: <https://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2017/06/22/university-of-michigan-deploys-augmented-reality-system-to-aid-testing-of-automated-vehicles/?sh=46a5ff4de48a> adresinden alındı.
- Akgül, C. B., Sönmez, O. N. & Alaçam, S. (2017). Understanding A City From Its Visuals: An Interdisciplinary Program Proposal. 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), Antalya, Türkiye, 1-4, doi: 10.1109/SIU.2017.7960696
- Arox. (2021). Sakıp Sabancı Müzesi-Zenginleştirilmiş İnteraktif Tasarım ve Arttırılmış Gerçeklik Uygulamaları. 06 11, 2021 tarihinde: <http://www.arox.net/sakip-sabanci-muzesi.html> adresinden alındı.
- CNU-Congress for the New Urbanism. (2021). What is New Urbanism. 06 11, 2021 tarihinde: <https://www.cnu.org/resources/what-new-urbanism> adresinden alındı.
- Cohen, B. (2012). What Exactly is a Smart City. 17 05, 2020 tarihinde: <https://www.fastcompany.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> adresinden alındı.
- Çalışkan, O. (2004). Sürdürülebilir Kent Formu: Derişik Kent. Planlama Dergisi, 3, s.33-54.
- Delaney, I. (Kasım, 2014). Looking Deeper into LiveSight and Augmented Reality. 06 11, 2021 tarihinde: <https://360.here.com/2014/11/26/looking-livesight-augmented-reality-state-art/> adresinden alındı.
- Demir, R. ve Değerli, A. S. (2022). Fotoğraftan Metaverse Gerçeğın Dijital Temsili ve İmge. Journal of Art and Woman, 179-189. E-ISSN: 1309-7156.
- Doğanay Ergen, F. (2020). Arttırılmış ve Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Isparta İlinin Kültürel Miras Alanlarında Uygulanabilirliğı Üzerine Bir Literatür Taraması. Journal of Tourism Theory and Research. 6(1), s. 62-74. doi: 10.24288/jtr.673593
- GrapeCity. (2017). Augmented Reality for Disaster Prevention?, 29 09, 2021 tarihinde: <https://www.wikitude.com/blog-augmented-reality-natural-disaster/> adresinden alındı.
- Grossi, G., & Pianezzi, D. (2017). Smart Cities: Utopia or Neoliberal Ideology?. Cities, 69, s. 79–85. doi: 10.1016/j.cities.2017.07.012.
- Gülel, Z., ve Arabacıoğlu, B. C. (2019). Arttırılmış Gerçekliğın (AG) Mekân Tasarımı Eğitiminde Kullanımına Potansiyeller ve Kısıtlamalar Işığında Güncel Bir Bakış, Sanat ve Tasarım Dergisi, 23, 151-177.
- Güney, C., (2016). Rethinking GIS Towards The Vision Of Smart Cities Through CityGML. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W1, 3rd International GeoAdvances Workshop, 16–17 October 2016, İstanbul, Türkiye.
- Güney, C. (2019). Mekânsal Zekânın Getirdiğı Paradigma Değışimi. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 6(2), s. 128-142.

- Hunter, M., Soro, A., & Brown, R. (2021) Enhancing Urban Conversations for Smarter Cities: Augmented Reality as an Enabler of Digital Civic Participation. *Interaction Design and Architecture(s)*, 48, s. 75-99.
- Inn, T. L. (2020). Smart City Technologies Take on COVID-19. *Penang Institute Issues*. 04 11, 2021 tarihinde: <https://penanginstitute.org/publications/issues/smart-city-technologies-take-on-covid-19/> adresinden alındı.
- iSee3D. (2020). How do VR and AR Affect Environmental Sustainability. 29 05, 2021 tarihinde: <https://isee3d.app/blog/how-do-vr-and-ar-affect-environmental-sustainability/> adresinden alındı.
- İşcep. (2017). Artırılmış Gerçeklik ile Farklı Bir Deneyim. 06 11, 2021 tarihinde: <https://iscep.medium.com/art%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1s%CC%A7-gerc%CC%A7eklik-ile-farkl%C4%B1-bir-deneyim-68fbfe33c56b> adresinden alındı.
- Jamei, E., Mortimer M., Seyedmahmoudian M., Horan B. and Stojcevski A. (2017). Investigating the Role of Virtual Reality in Planning for Sustainable Smart Cities. *Sustainability*, 9(11), doi:10.3390/su9112006
- Kaleci, D., Demirel, T. ve Akkuş, İ. (2016). Örnek Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Tasarımı. Akademik Bilişim Konferansı, Aydın, Türkiye, doi: 10.13140/RG.2.1.2627.8165
- Karlenzig, W. (2008). What Makes Today's Green City. E. L. Birch (Ed.), *Growing Greener Cities: Urban Sustainability in the Twenty-First Century* içinde. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Kaya, H. E., & Susan, A. T., (2020). Sürdürülebilir Bir Kentleşme Yaklaşımı Olarak, Ekolojik Planlama ve Eko-Kentler. *İdealkent*, 30(11), s. 909-937, doi:10.31198/idealkent.533730
- Kıvrak, S., ve Arslan, G., (2018). İnşaat Proje İmalatlarında Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Uygulamaları, *Politeknik Dergisi*, 21(2): 379-385.
- King, B. (2016). Augmented-Akıllı Dünyada Yaşam, İstanbul: Kapital Medya Hizmetleri A. Ş., 324-330.
- Konya Büyükşehir Belediyesi. (2021). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ile “Bir Bilenle” Mobil Uygulaması Hizmete Girdi. 01 11, 2021 tarihinde: <https://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=8181> adresinden alındı.
- Köymen, E. (2014). Mimari Ön Tasarım Sürecinde Eskizleri Gerçek Zamanlı 3b Modelleyen, Artırılmış Gerçeklik Destekli Bir Yazılım Denemesi: “SketchAr”. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Mesaros, P., Mandicak, T., Mesarsova, A., Hernandez, F., M., Krsak, B., Sidor, C., Strba, L., Molokac, M., Hvizdak, L., Blistan, P. ve Delina, R. (2016). Use of Augmented Reality and Gamification Techniques in Tourism. *e-Review of Tourism Research (eRTR)*, 13(1), s. 366-381.
- Michael, H., Alessandro S. & Ross, B. (2021). Enhancing Urban Conversations for Smarter Cities: Augmented Reality as an Enabler of Digital Civic Participation. *Interaction Design and Architecture(s)*, 48, s. 75-99.
- Mirauda, D., Erra, U., Agatiello, R. & Cerverizzo, M. (2017). Applications of Mobile Augmented Reality to Water Resources Management. *Water*, 9(699), s. 1-13, doi:10.3390/w9090699

- Moreno, C. (2020). The 15-Minute City. 06 11, 2021 tarihinde: [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Carlos-Moreno-The-15-minute-city?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Carlos-Moreno-The-15-minute-city?language=en_US) adresinden alındı.
- Mutdoğan, S. (2020). Yeşil Yerleşkelerde Sertifika Sistemleri. M. Kemal Öktem, Selin Mutdoğan (Ed.) Yeşil Kampüs: Kapsam, Uygulama, Yönetim içinde (s. 31-48). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Parlak, E., & Atik, M. (2020). Dünyadan ve Ülkemizden Mavi-Yeşil Altyapı Uygulamaları. PEYZAJ-Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi, 2(2), s. 86-100.
- Pınarcıoğlu, N. Ş., & Kanbak, A. (2020). Sürdürülebilir Kent Modelleri. İstanbul: IJOPEC Publication.
- Seichter, H. (2004). BenchWorks, 9th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia, 28-30 Nisan, Güney Kore, s. 934-66, ISBN 89-7141-648-3
- Seichter, H. ve Schnabel, M. A. (2005). Digital and Tangible Sensation: An Augmented Reality Urban Design Studio, 10th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), 2, 193-202, New Delhi (India)
- Seymen Aksu, N., & Yalçiner Ercoşkun, Ö. (2020). COVID-19 And Smart City Applications. Duygu Hıdıroğlu, Semih Serkant Aktuğ, Osman Yılmaz (Ed.) COVID-19 And New Business Ecosystem içinde (s. 205-244). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Smart City Council. (2017). Six Ways Augmented Reality Can Help You See More Clearly. 28 05, 2021 tarihinde: <https://smartcitiescouncil.com/article/six-ways-augmented-reality-can-help-you-see-more-clearly> adresinden alındı.
- Sood, R., (2012). Pro Android Augmented Reality, Apress, New York.
- Sorensen, S. S. (2006). The Development of Augmented Reality as a Tool in Architectural and Urban Design. Nordic Journal of Architectural Research, 19(4), s. 25-32.
- ThePrint, (2020). How Augmented Reality Can Help Create Sustainable, Environment-Friendly Smart Cities, 13 09, 2021 tarihinde: <https://theprint.in/science/how-augmented-reality-can-help-create-sustainable-environment-friendly-smart-cities/349845/> adresinden alındı.
- Timisi Nalçaoğlu, N. (2019). Dijital Medya ve Mekânın Dönüşümü. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Tureka, T. ve Stepniakb, C., 2021. Areas of Integration of GIS Technology and Smart City Tools. Research findings Procedia Computer Science, 192, 4681–4690.
- United Nations. (2018, Mayıs). 68% of the World Population Projected to Live in Urban Areas by 2050, Says UN. 06 11, 2021 tarihinde: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> adresinden alındı
- Wainwright, O. (2020). 10 Covid-Busting Design: Spraying Drones, Fever Helmets and Anti-Virus Snoods. Retrieved 07 05, 2020 tarihinde: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2020/mar/25/10-coronavirus-covid-busting-designs> adresinden alınmıştır.
- Wang, X. ve Chen, R. (2009). An Experimental Study on Collaborative Effectiveness of Augmented Reality Potentials in Urban Design, CoDesign, 5(4), s. 229-244, doi: 10.1080/15710880903320020

Yalçiner Ercoşkun, Ö. & Karaaslan, Ş. (2009). Geleceğin Ekolojik ve Teknolojik Kentleri. Megaron. 3(3), s.283-296.

Yalçiner Ercoşkun, Ö. (2018). Sürdürülebilir Kentsel Planlama ve Tasarım: Dünya Örnekleri. Ankara: Gazi Kitabevi.

Zolfagharifard, E. (2014). Amazing App Creates Hybrid Images of Wherever You Are in the Capital. 06 11, 2021 tarihinde: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2567739/Streetmuseum-app-creates-hybrid-images-London.html> adresinden alındı.