







Madde

Oyunlaştırılmış Kentsel Tasarım Çözümleriyle Toplulukları Güçlendirmek

İoannis Kavuras^{1,*},[†] , İoannis Rallis^{1,†},[†] , Emmanuel Sardis^{1,†},[†] , Eftychios Protopapadakis^{2,†}ve 
Anastasios Doulamis^{1,†} , Nikolaos Doulamis^{1,†} 

- ¹ Kırsal, Arazi Ölçme ve Jeoinformatik Mühendisliği Okulu, Atina Ulusal Teknik Üniversitesi, Zografou Kampüsü 9, Iroon Polytechniou Caddesi, 157 72 Attika, Yunanistan; irallis@central.ntua.gr (IR); sardism@mail.ntua.gr (ES); adoulam@cs.ntua.gr (AD); ndoulam@cs.ntua.gr (ND)
- ² Uygulamalı Bilişim Bölümü, Makedonya Üniversitesi, 156 Egnatia Caddesi, 546 36 Selanik, Yunanistan; eftprot@uom.edu.gr
- * Yazışma: ikavouras@mail.ntua.gr Bu yazarlar
- † bu çalışmaya eşit katkıda bulunmuşlardır.

Önemli Noktalar:

Başlıca bulgular nelerdir?

- euPOLIS oyunu, oyunlaştırılmış bir yaklaşımla kentsel planlamada topluluk katılımını etkili bir şekilde artırır. Çalışma, katılımcıların çoğunun oyunu kullanılabilirlik, etkileşim ve katılım açısından olumlu olarak değerlendirdiğini buldu.
- Oyun, ortak tasarımı, ortak yaratımı ve ortak katılımı teşvik ederek, hem uzmanların hem de uzman olmayanların kentsel tasarım kararlarına erişilebilir bir şekilde katkıda bulunmalarına olanak tanır.

Ana bulguların anlamı nedir?

- euPOLIS oyunu, kentsel planlamayı daha etkileşimli ve erişilebilir hale getirerek daha kapsayıcı ve demokratik şehir planlama süreçlerine yol açabilir.
- Oyunun metodolojisi, IoT verileri ve yapay zeka destekli karar destek sistemleri ile genişletilebilir, dinamik ve veri odaklı şehir planlamasına olanak sağlanabilir.

Soyut:Son on yıllardaki hızlı kentleşme, iklim değişikliği zorluklarını yoğunlaştırdı ve dayanıklı ve sürdürülebilir şehirler inşa etmek için sofistike çözümler talep etti. Sürdürülebilir kentsel planlamanın temel bir yönü, erken tasarım aşamalarından itibaren vatandaşların katılımını gerektiren süreçlerini merkezden uzaklaştırmak ve demokratikleştirmektir. Dijital araçlar, katılımcı atölyeler, oyunlaştırma ve sosyal medya gibi mevcut çözümler katılımı artırabilirken, genellikle uzman olmayanları veya dijital becerilerden yoksun olanları dışlar. Bu sınırlamaları ele almak için, bu makale açık kaynaklı yazılım ve açık GIS verileri kullanan bir VR/AR oyunlaştırılmış çözüm önermektedir. Özellikle, geleneksel yaklaşımlara bir alternatif sunan yenilikçi bir katılımcı araç olarak euPOLIS oyununu araştırmaktadır. Bu oyun, vatandaşlar etkileşimli bir şekilde katılırken teknik görevleri uzmanlara kaydırarak kentsel planlamayı merkezden uzaklaştırır ve yalnızca çözüm önermeye odaklanır. Önerilen metodolojinin potansiyelini keşfetmek için, euPOLIS oyunu, farklı akademik geçmişlere sahip 30 kişinin (yani vatandaşlar, mimarlar, plancılar, vb.) gönüllü olarak katıldığı ve izlenimlerini ve geri bildirimlerini sağladığı TNOC 2024 Festivali'nde bir atölye çalışması etkinliği olarak gösterildi. Bulgular, ciddi/simülasyon AR/VR oyunları gibi oyunlaştırılmış çözümlerin, kapsayıcı ve ilgi çekici bir şekilde kentsel planlamada ortak tasarımı, ortak katılımı ve ortak yaratımı etkili bir şekilde teşvik edebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler:VR tabanlı şehir planlama; kentsel tasarım; kamu katılımı; ortak yaratım; sürdürülebilir kalkınma



Akademik Editör: Pierluigi Siano

Alındı: 5 Şubat 2025 Gözden

geçirildi: 4 Mart 2025 Kabul

edildi: 5 Mart 2025

Yayımlandı: 10 Mart 2025

Alıntı:Kavouras, I.; Rallis, I.; Sardis, E.; Protopapadakis, E.; Doulamis, A.; Doulamis, N. Oyunlaştırılmış Kentsel Tasarım Çözümleriyle Toplulukları Güçlendirmek. *Akıllı Şehirler* **2025**, *8*, 44. <https://doi.org/10.3390/smartcities8020044>

Telif Hakkı:© 2025 yazarlara aittir.

Lisans sahibi MDPI, Basel, İsviçre.

Bu makale, Creative Commons

ve

Attribution (CC BY) lisansının hüküm

ve koşulları altında dağıtılan açık

ns

erişimli bir makedir.

([https://creativecommons.org/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[licenses/by/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

1. Giriş

Kentsel tasarım, sakinlerinin çeşitli ihtiyaçlarını karşılayabilen sürdürülebilir ve dayanıklı şehirleri teşvik etmek için önemlidir. Bu, uyumlu, verimli ve dayanıklı kentsel ortamlar yaratmak için arazi kullanımını, altyapıyı ve kamu hizmetlerini tasarlayarak ve düzenleyerek elde edilebilir [1]. Bu nedenle, etkili kentsel tasarım, çevresel etkiyi azaltmak ve mimari manzaraya saygı göstermek, aşırı sıcaklık, şiddetli yağmur ve sel gibi iklim değişikliği tehlikelerine karşı dayanıklılık sağlamak ve sakinlerin sağlığını, refahını ve yaşam kalitesini iyileştirmek için mevcut kaynakların optimum kullanımını dikkate alır [2,3]. Ayrıca, etkili kentsel tasarım kentsel yayılmayı azaltır, trafik sıkışıklığını yönetir ve trafik kazalarını en aza indirir. Sonuç olarak, bir şehir plancısı çeşitli sosyoekonomik parametreleri göz önünde bulundurmalıdır [4,5] Kent ortamında iklim değişikliği veya nüfus artışı gibi gelecekteki zorluklara uyum sağlayabilen, yaşanabilir, kapsayıcı ortamlar sağlamak amacıyla sosyal adalet, ekonomik büyüme ve çevre koruma ile ilgili çalışmalar yürütülmektedir.

Kentsel müdahale yukarıda belirtilen ölçütleri karşılayabilen kamuoyu tarafından kabul görmeyebilir [6]. Bu durumda vatandaşlar, onaylamama tepkisini dile getirmek amacıyla yapılara zarar vererek müdahalenin faydalarını küçümseyebilmektedirler [7]. Kentsel tasarım süreçlerinde ortak katılım, ortak tasarım ve ortak yaratım, kapsayıcı, demokratik, merkezsizleştirilmiş ve duyarlı kentsel ortamları teşvik etmek için esastır. Bu işbirlikçi yaklaşımlar, çok çeşitli topluluk paydaşlarının (yani vatandaşlar, yetkililer, mimarlar, şehir plancıları, politika yapıcılar vb.) seslerinin ve ihtiyaçlarının planlama sürecinde duyulmasını ve dikkate alınmasını sağlayarak daha eşitlikçi ve kullanıcı merkezli kentsel çözümlere yol açar [8].

Karar alma sürecinde sakinlerin, yerel işletmelerin ve diğer ilgili paydaşların katılımı, kentsel tasarımcıların yerel bilgi ve yaratıcılığı kullanmalarına yardımcı olabilir ve bu da yerel toplumun çoğunluğunu tatmin edebilecek yenilikçi ve bağlamsal olarak kentsel tasarım çözümleri ile sonuçlanabilir. Dahası, ortak tasarım ve ortak yaratım, kamu topluluğu (yani vatandaşlar, yerel işletmeler, vb.) ile planlamacılar grubu (yani planlamacılar, yetkililer, politika yapıcılar, vb.) arasındaki şeffaflığı ve güveni artırarak, sonuç çözümleri için bir sahiplik ve hesap verebilirlik duygusu ve hissi sağlar. Bu katılımcı yaklaşım, daha sosyal olarak sürdürülebilir kentsel gelişime yol açar ve sivil katılımı teşvik ederek toplulukların yaşam ortamlarını aktif olarak şekillendirmelerini sağlar ve nihayetinde daha güçlü bir topluluk ve dayanıklılık duygusunu teşvik eder.

Kentsel tasarımda ortak katılımın, ortak tasarımın ve ortak yaratımın faydaları fark edilebilir olsa da, bunların uygulanması çağdaş ortamlarda birkaç önemli zorlukla karşı karşıyadır [9]. Önemli bir engel, bir yandan uzmanlar, diğer yandan çok çeşitli topluluklar ve paydaşlar arasında yeterli iletişim ve anlayışın olmamasıdır. Özellikle, kentsel tasarımcılar genellikle genel halk tarafından anlaşılmayan teknik jargon ve karmaşık süreçler kullanırlar ve bu da kopukluğa ve dışlanma hissine yol açar. Dahası, sosyoekonomik eşitsizlikler katılımı engelleyebilir çünkü marjinalleşmiş topluluklar görüşlerini etkili bir şekilde ifade etmek için zamana, kaynaklara veya platformlara sahip olmayabilir.

Bürokratik atalet ve katı düzenleyici çerçeveler de yenilikçiliği ve duyarlılığı engelleyebilir ve anlamlı topluluk geri bildirimlerinin toplanmasını zorlaştırabilir. Güçlü paydaşlar planlama sürecine hakim olabileceği ve daha az etkili görüşleri dışlayabileceği için siyasi dinamikler ve çıkar grupları ek bir rol oynar [10]. Son olarak, kentsel sorunların muazzam ölçeği ve karmaşıklığı, koordineli katılımı bir zorluk haline getirebilir [11], temsili sayıda katılımcıdan gelen girdiyi organize etmek, yönetmek ve sentezlemek için önemli çaba gerektirdiğinden. Yukarıda belirtilen sınırlamalar [12] kentsel tasarım prosedürlerine kapsayıcılık, şeffaflık ve esneklik sağlayan yaklaşımların (yani araçlar ve metodolojilerin) geliştirilmesi ve önerilmesi ihtiyacını vurgulamak

Tüm toplum üyelerine daha iyi uyum sağlayarak ve onları güçlendirerek engellerin azaltılmasını teşvik eden bir şekilde.

Bu çalışma, kentsel tasarım katılımındaki erişilebilirlik zorluklarını ele almak için açık kaynaklı coğrafi veri ve yazılımlardan yararlanan oyunlaştırılmış bir çözüm sunmaktadır. Birçok dijital araç yaşlı kullanıcıları dışlar veya fiziksel katılım ve teknik uzmanlık gerektirir, bu da sınırlı kamu katılımıyla sonuçlanır. euPOLIS oyunu, klasik video oyunlarından esinlenen sezgisel mekaniklere sahip, serbestçe erişilebilen bir çapraz platform aracı sunarak bu engelleri aşar. Oyun, herhangi bir cihaza kolayca indirilebilir ve kurulabilir ve özel beceriler veya ekipman gerektirmez, bu da kentsel tasarım katılımını çeşitli kullanıcı grupları için daha kapsayıcı ve erişilebilir hale getirir.

Önerilen metodolojinin potansiyelini keşfetmek için, TNOC 2024 Festivali sırasında euPOLIS oyunuyla gönüllü olarak etkileşime giren 30 kişiden izlenimler ve geri bildirimler toplandı. Önceden tanımlanmış bir katılımcı grubuyla yapılandırılmış bir deneme olmaktan ziyade, bu açık uçlu yaklaşım katılımcıların aracı özgürce deneyimlemelerine ve kısa bir anket aracılığıyla düşüncelerini paylaşmalarına olanak sağladı (EkA). Cevaplar, oyunlaştırılmış kentsel tasarım çözümleriyle kamuoyunun katılımına ilişkin değerli içgörüler sağladı ve katılımcıların çoğunluğu, bu tür araçların kentsel planlamada ortak katılımı, ortak tasarımı ve ortak yaratımı teşvik etmenin etkileşimli ve eğlenceli bir yolu olarak hizmet edebileceği görüşünü dile getirdi.

Bu makalenin geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir: (a) Bölüm2güncel son teknoloji yaklaşımları sunar; (b) Bölüm3oyunun geliştirilmesiyle ilgili bilgi sağlar; (c) Bölüm4atölye etkinliğinin sonuçlarını sunar; ve (d) Bölüm6Bu çalışmayı sonlandırıyor.

2. Güncel Son Teknoloji Yaklaşımlar

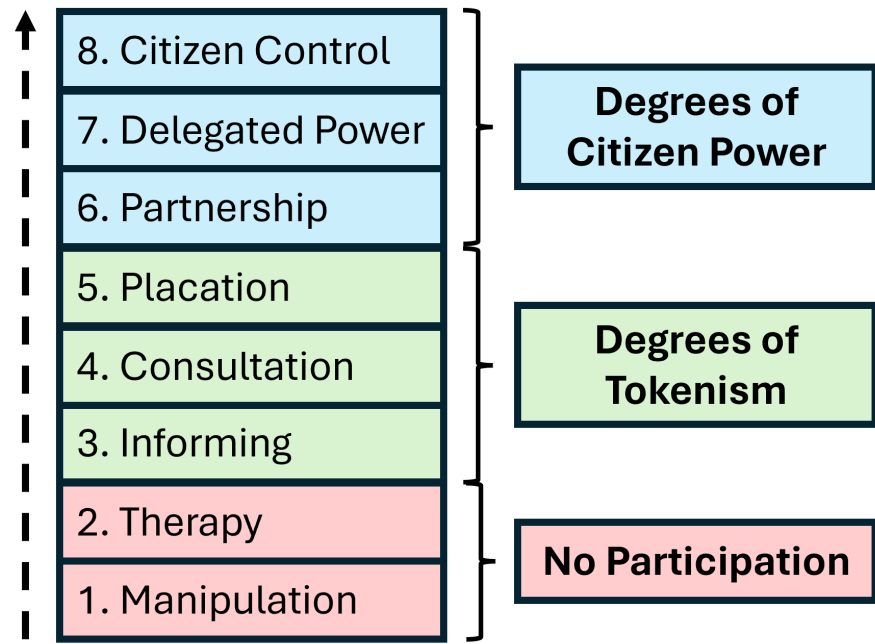
Geçtiğimiz yıllarda, ortak katılımın, ortak tasarımın ve ortak yaratımın geliştirilmesine ilişkin çeşitli yaklaşımlar önerildi ve araştırıldı. Örnek olarak şunlar verilebilir: (a) dijital araçların ve platformların kullanımı; (b) katılımcı tasarım atölyeleri; (c) oyunlaştırma ve simülasyon uygulamaları; ve (d) sosyal medya ve mobil uygulamalar. Bu yaklaşımlar yalnızca vatandaşların kentsel tasarım süreçlerine katılımını artırmakla kalmaz, aynı zamanda kentsel tasarım yönetimine de yardımcı olur. Aşağıdaki paragraflar, literatür incelemesine dayalı güncel son teknoloji yaklaşımları sunmaktadır.

Stelzle ve diğerleri [13] U_CODE (Urban COLlective Design Environment) platformunu geliştirerek ortak tasarım bağlamlarında karar almayı araştırdı; bu platform, çok sayıda katılımcının eş zamanlı katılımına olanak tanır. Bu araç, başlangıç brifingi, ortak brifing, ortak tasarım, tasarım yarışması, duygu analizi, sıralama/oylama farklılaştırması ve entegrasyon gibi çeşitli kriter ayarlarını içerir. Avrupa Dijital Platformu [14] kentsel tasarım uygulamalarında ortak tasarımı destekleyen bir aracın başka bir örneğidir. Vatandaşlar ve yönetim grupları arasındaki işbirliği, dört farklı etkileşim düzeyinde elde edilir: (a) kendi kendini örgütleme; (b) bilgi paylaşımı (c) etkileşim; ve (d) ortak üretim.

Bu tür platformlar genellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) temelinde geliştirilir [15], çevrimiçi katılım platformları için etkileşimli haritalama gibi gelişmiş özellikler sağlayan (örneğin, coUrbanize [16] ve Sıradan [17]). Bu araçlar, topluluk üyelerinin önerilen müdahaleleri görselleştirmesini ve geri bildirim sağlamasını sağlayan daha geniş ve daha kapsayıcı bir katılıma izin verir. Ayrıca, bu araçlar çevrimiçi erişim yoluyla her yerden planlama süreçlerine aktif katılıma izin vererek erişilebilirliği ve kolaylığı (yani e-katılımı) artırır [18]. E-katılımın güçlü bir sınırlaması, diğer gruplara kıyasla bu tür teknolojileri kullanmada o kadar iyi olmayabilecek yaşlı insanların çoğunluğu için zorluklar ve engellerin yaratılmasıdır [19].

Yaşlı insanların kentsel tasarıma katılım, ortak yaratma ve ortak tasarım süreçlerine dahil edilebilmesi için bir öneri, atölyeler gibi katılımcı uygulamalardan yararlanılmasıdır [20]. Lee ve diğerlerinin çalışması [21] üç tür katılımı tanımladı: (a) *halkın katılımı*, uzmanların katılımına atıfta bulunan (soyut alan); (b) *toplum katılımı*, uzman olmayanlara atıfta bulunur (somut alan); ve (c) *tasarım katılımı*, hem uzmanları hem de uzman olmayanları içeren (iş birliği). Ayrıca, topluluk atölyeleri için oyunları ve tasarım zorluklarını güçlendirebilecek ortak bir dilin (yani terminolojinin) oluşturulması gibi uzmanlar ve uzman olmayanlar arasında ortak uygulamaları içeren diğer katılım yaklaşımlarını da tanıttılar.

Arnstein'in merdivenine göre [22] katılımın (Şekil1), katılımın çeşitli katmanları [23] farklı paydaşların dahil edilmesiyle başarılabilir. Bir örnek olarak, Nochta ve diğerlerinin çalışması [24] üç atölye düzenleyerek kentsel tasarımda ortak üretim ve ortak geliştirme kavramlarını araştırdı. Bu atölyelerin hepsine yerel ve bölgesel kamu sektörü kuruluşları ve inşa edilmiş çevre sektörlerinden farklı departman ve birimlerin temsilcileri gibi farklı alanlardan 10-15 paydaştan oluşan küçük gruplar katıldı. Bu tür atölyeler, ortak tasarım için etkileşimli oyunlar da dahil olmak üzere çok çeşitli paydaşları (yani yaşlılar, gençler, uzmanlar, uzman olmayanlar, vb.) ve teknolojileri (yani dijital ikizler, oyunlaştırma, geleneksel kağıt maket oluşturma, vb.) kullanabilir [25].



Şekil 1. Arnstein'in katılım merdiveni [22].

Zürich dijital ikizi [26] kentsel tasarım prosedürlerinde dijital 3B teknolojilerinin uygulanabilirliğinin gösterge niteliğinde bir örneğidir. Dijital ikizler, bir odayı yenilemekten [27] bir karenin olası dönüşümlerini görselleştirmek için [28]. Dijital ikizler yüksek doğrulukta modeller ve etkileşim sağlar [29]. Sağlam bir mimari [30] Bu teknolojinin ortak katılımcı, ortak tasarım ve ortak yaratım aracı olarak kullanılması aşağıdaki adımlardan oluşabilir: (a) veri toplama; (b) dijital modelleme; (c) şehir simülasyonu; ve (d) çevrimdışı/çevrimiçi katılım.

Minecraft, kentsel tasarıma katılımı artırmak için kullanılacak bir simülasyon oyununun gösterge niteliğinde bir örneğidir [31–33]. Bu oyunun, çocuklardan oluşan gruplara ilham verdiği gösterilmiştir [34], gençler [35] ve yetişkinler [36] çevrimdışı veya çevrimiçi atölyelere katılmak için. Oyun motorları (yani, Unreal Engine, Unity) tasarım fikirleri için, motorun ortamının içinde veya paketlenmiş tek oyunculu veya

çok oyunculu video oyunu [37,38]. Tüm bu araçlar, sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) veya genişletilmiş gerçeklik (XR) yeteneklerinin geliştirilmiş ve etkileşimli bir ortama dağıtılmasıyla daha da güçlendirilebilir [39].

Son olarak sosyal medya ve mobil uygulamalar [40] hem yerinde (çevrimdışı) hem de çevrimiçi atölyelerde bilgi paylaşımı, sohbet veya oylama için kullanılabilir. Doğru ekipmanın kullanımı [41], yerinde kameralar, GPS, cep telefonları, VR/AR gözlükleri vb. gibi, önerilen müdahalelerin yerinde görselleştirilmesine olanak tanıyan etkileşimli bir ortam yaratır. Özellikle yaşlı insanlar için VR/AR teknolojileri [42] kentsel tasarıma ortak tasarım ve ortak yaratım etkinlikleri aracılığıyla katılmaları için ilham verebilecek eğlenceli bir deneyim olabilir.

Yukarıda belirtilen teknolojilerin avantajları ve sınırlamalarının tam bir özeti Tablo'da verilmiştir. 1.

Tablo 1. Mevcut literatürde anlatılan teknolojilerin kısa bir özeti.

Kategori	Tanım	Avantajları	Sınırlamalar
Dijital araç ve platformların kullanımı [13-19]	Kentsel tasarımda ortak katılımı, ortak tasarımı ve ortak yaratımı teşvik eden araçlar ve platformlar. Bu araçlar genellikle çevrimiçi olarak dağıtılır (e-katılım).	(a) E-katılım; (b) her yerden kolay erişim; (c) gerçek zamanlı görselleştirme ve geri bildirim; (d) etkileşim.	(a) Yaşlı insanların çoğunluğu bunları kullanamaz, bu da onlar hariç.
Katılımcı tasarım atölyeleri [20-25]	Kentsel alanın ortak tasarımı ve ortak yaratımı için birkaç insan grubu (öncelikle) yerinde veya çevrimiçi olarak birlikte çalışabilir. Çevre. Bu gruplar, Arnstein'in katılım merdivenini takip ederek tanımlanan farklı katılımcı türlerini dikkate alabilir.	(a) Atölyelere her yaşta insan katılabilir; (b) Hem yerinde hem de gerçek zamanlı etkileşim; (c) örgütlü bir ortamda işbirlikçi çalışma; (d) hem yerinde hem de çevrimiçi katılıma destek.	(a) Yerinde katılımı ilgili zorluklar (yani ulaşım); (b) atölye düzenleyicisi insan gruplarını dışlayabilir (yani, sembolik olma veya katılım olmama dereceleri); (c) katılım düzeyi genellikle diğer yöntemlere kıyasla nispeten küçüktür.
Oyunlaştırma ve simülasyon uygulamaları [26-38]	Bu yenilikçi teknolojiler, çeşitli kentsel çözümlerde gezinmek, oynamak, değerlendirmek ve inşa etmek için etkileşimli bir ortam sundukları için kentsel tasarım katılımını teşvik etmek amacıyla uygulanabilir.	(a) Etkileşim; (b) simülasyon; (c) gerçek zamanlı geri bildirim; (d) çevrimdışı/çevrimiçi yetenek; (e) yüksek doğrulukta görselleştirme; ve (f) tek ve Çok oyunculu yetenekler.	(a) Uzmanların bu tür araçları nasıl kullanacakları konusunda eğitilmeleri gerekiyor; (b) yaşlıların çoğunluğu bu teknolojileri kullanmakta zorluk çekiyor.
Sosyal medya ve mobil uygulamalar [40-42]	Bu teknolojiler, sosyal medya ve fiziksel ekipmanların yerinde simülasyon ve görselleştirme amacıyla kullanılmasıyla oyunlaştırma ve simülasyon uygulamalarına bir uzantı sağlamaktadır.	(a) Etkileşim; (b) yerinde simülasyon; (c) sohbet, oylama vb. için çevrimiçi uygulamaları kullanarak gerçek zamanlı geri bildirim; (d) herkes tarafından kullanılabilen teknolojiler.	(a) Özel ekipman gerektirir; (b) yerinde ekipman kurulumu; (d) etkinliklerin düzenlenmesi için özel eğitim.

Katkı

Bu çalışma, hem kentsel tasarımcılar hem de genel halk açısından bir simülasyon oyununun kabul edilebilirliğini araştırmaktadır. Oyun, AB Horizon-2020 euPOLIS projesi kapsamında geliştirilmiştir [43]; bu nedenle euPOLIS Oyunu olarak adlandırılmıştır. Bu oyun, ortak katılım, ortak tasarım ve ortak yaratma kavramları aracılığıyla kentsel tasarıma katılanların sayısını artırmayı amaçlayan etkileşimli bir simülasyon aracı olarak geliştirilmiştir ve çeşitli yeteneklerle donatılmıştır. Vatandaşları ve uzmanları kendi doğa tabanlı çözümlerini önermek ve değerlendirmek için işbirliği yapmaya teşvik etmeyi amaçlayan iki ayrı oyun modundan oluşur. Oyunun etkinliği, Almanya, Berlin'deki 2024 TNO (Şehirlerin Doğası) Festivali'nde test edilmiştir [44], 30 kişilik bir grubun oyunu oynayarak katıldığı ve küçük bir anketi yanıtlayarak geri bildirim sağladığı bir çalışmadır. Katılımcılar yaş, akademik eğitim, uzmanlık ve deneyimler açısından farklı gruplardan oluşmakta ve çeşitli görüşler oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu araştırmanın katkıları aşağıda özetlenmiştir:

- Kentsel tasarım aracı olarak tamamen özgür ve açık kaynaklı veriler ve teknolojilerle (yani açık kaynaklı CBS verileri ve yazılımları) geliştirilen ciddi bir oyun simülatörü kullanıyoruz.
- Bu oyunu uzman ve uzman olmayan birçok kişiyle paylaşarak kullanılabilirliğini ve kabul edilebilirliğini araştırıyoruz.
- Topladığımız geri bildirimler bu yaklaşımın önemini ve sınırlılıklarını ortaya koymaktadır.
- Katılımcıların yorumlarını analiz ederek, kentsel tasarım süreçlerinin demokratikleştirilmesi ve merkezleştirilmesi amacıyla kentsel tasarımda eş-katılım, ortak tasarım ve ortak yaratım pratiklerine ilişkin ileride yapılacak geliştirme ve araştırmalara önemli katkılar sağlamaktayız.
- Genel olarak önerilen metodolojinin tamamı, daha kapsayıcı stratejilerin benimsenmesi yoluyla kentsel tasarım yönetimi ve politikalarının iyileştirilmesine yardımcı olabilir.

3. Önerilen Metodoloji

Önerilen metodoloji, euPO-LIS oyununun kentsel tasarım için katılımcı bir araç olarak geliştirilmesini ve uygulanmasını ana hatlarıyla belirtir. Yaklaşım, uzmanlar ve uzman olmayanlar arasındaki iş birliğini teşvik etmek için açık kaynaklı coğrafi verileri, dijital ikiz teknolojisini ve oyunlaştırma prensiplerini kullanır. Metodoloji, önceden var olan çözümleri değerlendirmek için tasarlanmış Geri Bildirim Modu ve kullanıcıların kendi müdahalelerini tasarlamalarını ve görselleştirmelerini sağlamayı amaçlayan İnşa Modu olmak üzere iki ayrı oyun modunu içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu bölüm, teknik uygulama, oyun mekanikleri ve oyunun ortak katılım, ortak tasarım ve ortak yaratma çerçevesini nasıl entegre ettiği dahil olmak üzere geliştirme sürecinin ayrıntılı bir açıklamasını sağlar.

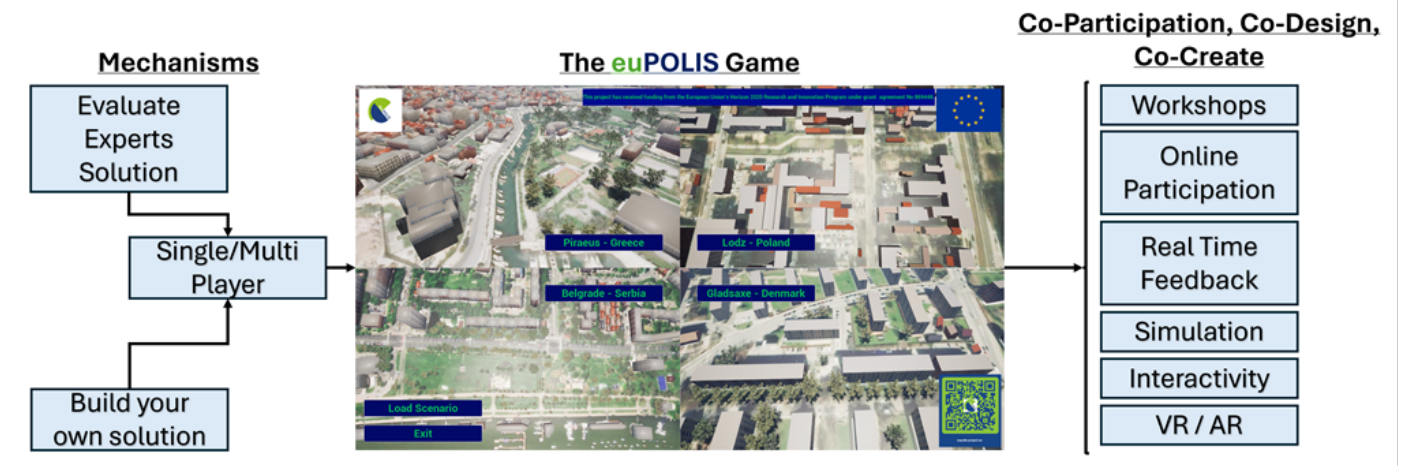
3.1. euPOLIS Oyun Geliştirme Süreci

EuPOLIS, AB Ufuk-2020 tarafından finanse edilen bir projedir [43] vatandaşların sağlık ve refahını artırmak için NBS'ye dayalı kentsel ortamların geliştirilmesini destekleyen. euPOLIS projesi önerilen çözümlerini dört Avrupa şehrinde birleştiriyor: (a) Pire, Yunanistan; (b) Lodz, Polonya; (c) Belgrad, Sırbistan; ve (d) Gladsaxe, Danimarka. Bu şehirlerin ortak faktörü, belirli alanlarda kaliteli yeşil alanların olmaması ve bunun vatandaşların bu alanlardan kaçınmasına yol açmasıdır. Bu nedenle, şu soru formüle edilmiştir: Kentsel ortam, vatandaşların kabul edip bu alanları ziyaret etmeye başlamasını sağlayacak şekilde doğa temelli çözümler kullanılarak nasıl yeniden tasarlanabilir?

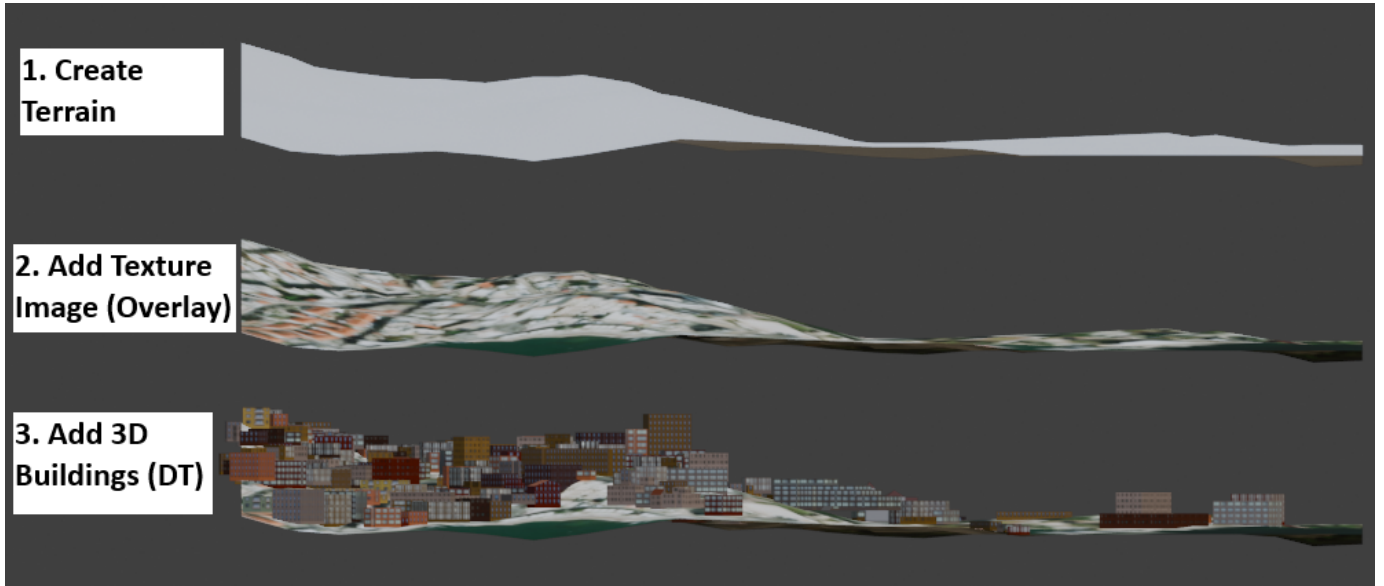
Bu soruyu cevaplamak için euPOLIS oyunu [45] uzman veya uzman olmayan çeşitli paydaşlar arasında iletişim kurmak için bir araç olarak geliştirilmiştir. Önerilen metodolojinin yeteneklerini test etmek ve göstermek için euPOLIS oyunu, gelecekteki güncellemelerde daha da genişletilme olasılığıyla iki farklı ve belirgin modu destekler. "Geri Bildirim Modu" olarak adlandırılan ilk modda, asıl amaç oyuncudan (yani vatandaşlardan veya diğer tasarımcılardan) mevcut bir çözümü değerlendirmesini istemektir. "İnşa Modu" olarak adlandırılan ikinci mod, oyuncuların kendi çözümlerini oluşturmaları için gerekli araçları sağlar. Şu anda oyun yalnızca çevrimdışı oynamayı destekliyor; ancak çevrimiçi yetenekler gelecekteki güncellemelerde desteklenebilir. Bu nedenle, euPOLIS oyunu yerinde katılım atölyeleri için kullanılabilir [46] eğlenceli ve etkileşimli bir VR/AR dijital ortamında ortak katılımcı, ortak tasarım ve ortak yaratıcı kentsel tasarımı teşvik etmek. Şekil2Yukarıda anlatılan oyunun tam çerçevesini göstermektedir.

euPOLIS oyunu açık GIS verileri, Blender ve Unreal Engine kullanılarak geliştirildi 5 ve ağlar oluşturmak ve oyun mekaniklerini uygulamak için C++ programlama dili. Müdahale alanının dijital ikizi olarak işlev gören manzara ağ modeli, Blender-OSM eklentisi kullanılarak Blender içinde oluşturuldu. Bu süreç üç temel adımı içerir: (a) arazi modelinin seçilmesi ve oluşturulması; (b) doku kaplamalarının uygulanması; ve (c) 3B yapı bilgilerinin entegre edilmesi. Şekil3bu iş akışını görsel olarak özetlerken,

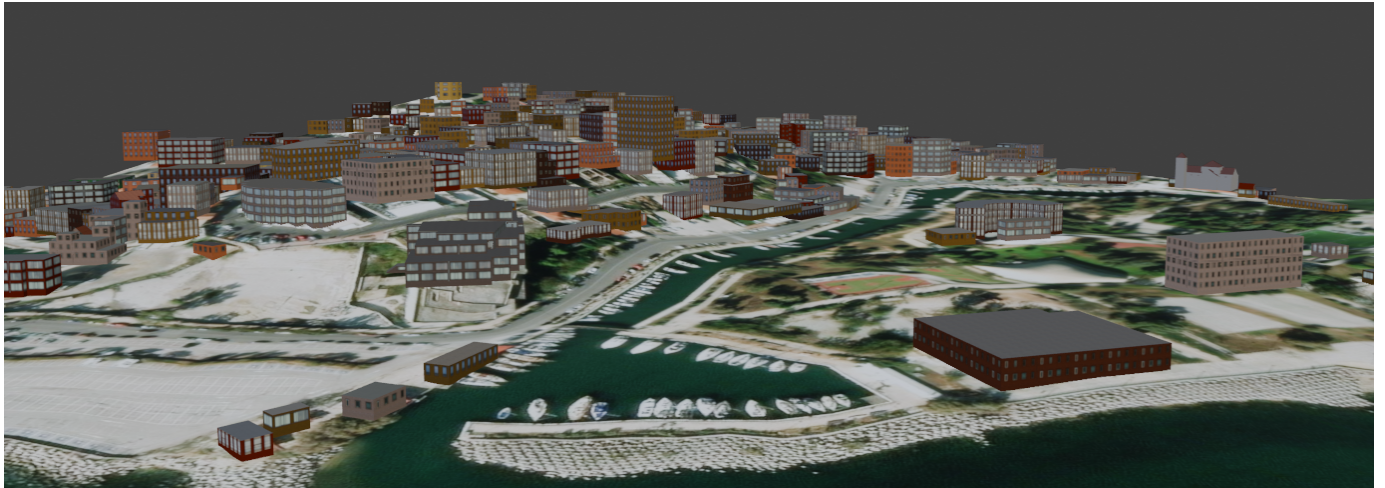
Figür4euPOLIS projesi kapsamındaki dört vaka çalışması alanından biri olan Yunanistan'ın Pire kentinin Dilaveri Sahili bölgesi için dijital ikiz örneğini sergiliyor.



Şekil 2.euPOLIS oyununun mimari çerçevesi.

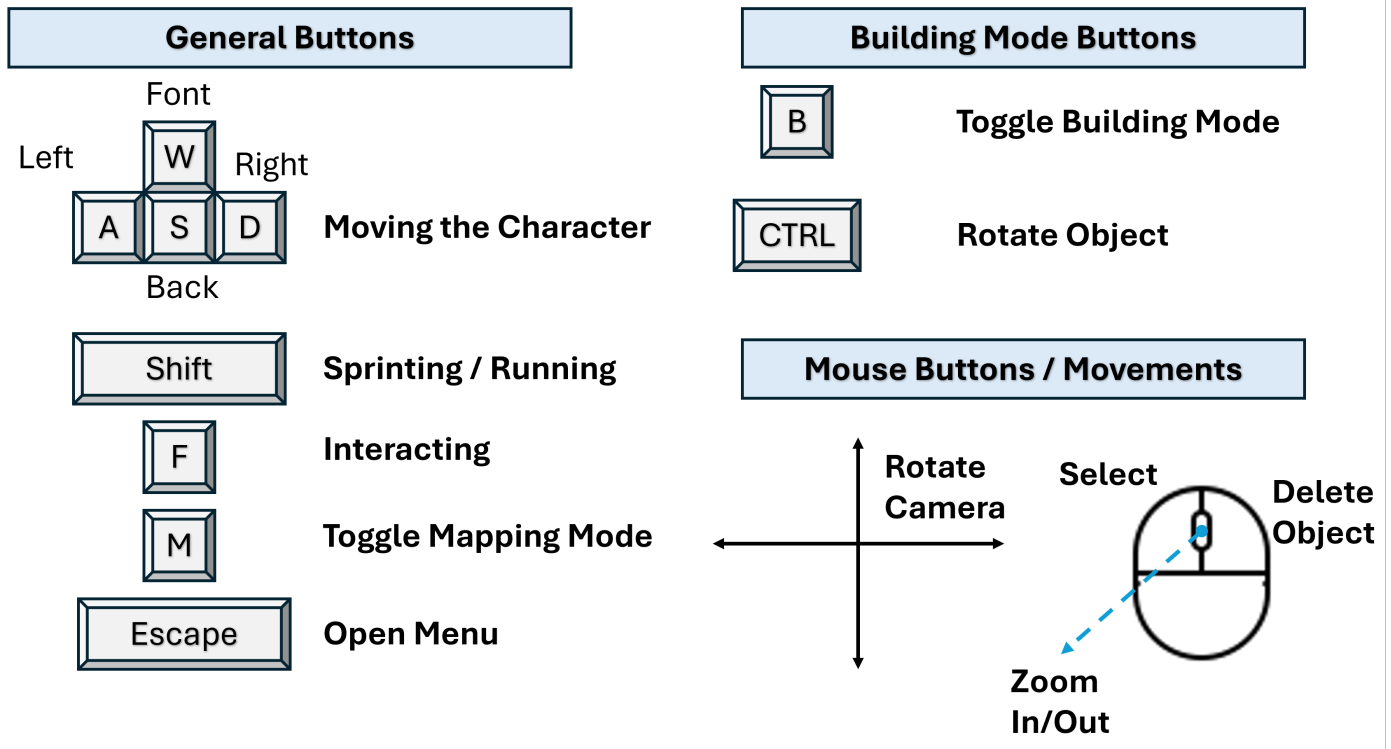


Şekil 3.Blender-OSM eklentisi ve açık GIS verileri kullanılarak dijital ikiz oluşturmanın üç adımlı süreci.



Şekil 4.Yunanistan'ın Pire kentinin Dilaveri Sahil bölgesinin üretilen dijital ikizi.

Son DT modeli FBX dosya biçimi olarak dışa aktarılır ve oyun motoruna (yani UE5) aktarılır, burada oyun projenin ihtiyaçlarına göre geliştirilir. euPOLIS oyunu için, yukarıda belirtilen işlem tüm ilgi alanları için dijital ikizler oluşturmak üzere dört kez tekrarlandı. Bu ağlar, euPOLIS oyununun farklı mekanikler (yani yürüme, koşma, sahneye/sahneden özellik ekleme/kaldırma) için C++ programlama dili kullanılarak geliştirildiği UE5 ortamına aktarıldı. Ayrıca, UE5 gelişmiş aydınlatma sistemlerini (örneğin Lumen) destekler; Nanite gibi ek ağ ayarlarıyla birlikte, gerçekçi bir 3B sahne oluşturmak oldukça sezgiseldir. Şekil5Oyunun temel haritasını sunar; oyunu test etmek için [adresinde bir indirme bağlantısı mevcuttur45]. Oyun AB tarafından finanse edilmiştir ve bu el yazmasının yazarları tarafından geliştirilmiştir. Ücretsiz oynanabilen bir oyundur ve euPOLIS projesinin yayma faaliyetlerinin bir parçası olduğu için materyali indirmek veya dağıtmak için herhangi bir izin veya lisans gerektirmez.



Şekil 5.euPOLIS oyununun giriş tuşu eşlemesi.

euPOLIS Oyun Geliştiriminin En Son Teknolojiyle Karşılaştırılması

euPOLIS oyununun geliştirilmesi kesinlikle Açık GIS verileri ve ücretsiz ve açık kaynaklı araçlarla sınırlıydı; bu nedenle euPOLIS oyunu, malzeme edinimi, 3D-Mesh/BIM oluşturma ve kod geliştirme açısından sıfır maliyetli bir üretilmiştir. Önceki çalışmalarımız [28] BIM modellerinin oluşturulması ve Unreal Engine 5 kullanılarak böyle bir oyunun geliştirilmesi için gerekli materyalin alınması için kullanılan teknolojileri ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır. Bu noktada, euPOLIS oyun geliştiriminin arkasındaki ilhamın, var olan şehirlerin tam kopyalarında geçen çeşitli türlerdeki (yani simülasyon, hayatta kalma, aksiyon-macera, vb.) oyun geliştirme serilerini dikkate aldığını belirtmekte fayda var.

Genellikle, bu tür oyunların üretimi birçok kişiden oluşan bir ekip gerektirir ve şehir modelinin oluşturulması süreci pahalıdır. Buna karşılık, euPOLIS oyun geliştirme yaklaşımı, hem uzmanlar hem de uzman olmayanlar tarafından kentsel planlama çözümlerinin üretiminde erken bir yardımcı araç olarak tamamen Açık GIS verileriyle ilgili düşük maliyetli bir BIM üretiminin oluşturulmasını araştırdı. Tablo2euPOLIS oyununun geliştirme süreci ile günümüz oyun geliştirme serilerinde kullanılan yaklaşımlar arasında bir karşılaştırma sunmaktadır.

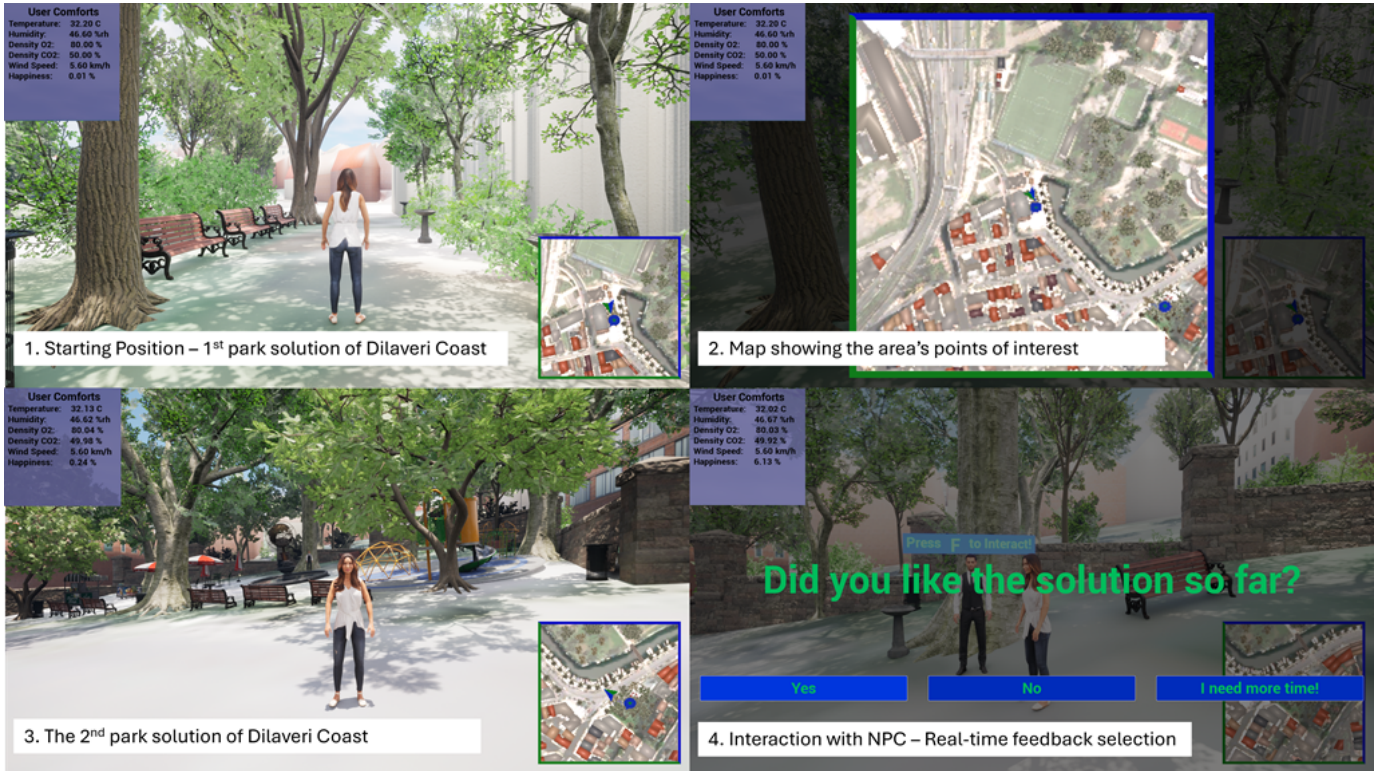
Tablo 2.euPOLIS oyun geliştirme yaklaşımının ve son teknoloji oyun geliştirme BIM neslinin karşılaştırılması.

Oyun Görünümü	euPOLIS Oyunu	Son Teknoloji Oyun Geliştirme
Ağ Çözünürlüğü	euPOLIS Game BIM modeli düşük doğruluklu bir modeldir.	Genellikle oyun geliştirme pazarında şirketler şehir haritalama ve yüksek kaliteli görselleştirme için birkaç ekip kiralarlar. BIM üretimi.
Üretim maliyeti	Önerilen BIM model üretimi, yalnızca Açık GIS verilerine dayanan sıfır maliyetli bir üretimdir.	Oyun yapımcıları şehir haritalama çalışmaları için uzman ekipler kiralamak zorunda kalıyorlar, dolayısıyla maliyetler büyük ölçüde nihai ürünün doğruluğuna bağlı oluyor.
Üretim Süresi	euPOLIS oyununun tüm geliştirme süreci, ilgi alanlarının oluşturulmasından oyun paketlemesine kadar 6 ay sürdü.	Şehir düzeyinde yüksek doğrulukta BIM üretimi yıllar alabilir [47].

3.2. Geribildirim Modu

Geri Bildirim Modu, euPOLIS oyununun iki modundan biridir. Bu modda, oyuncu bir uzman ekibi tarafından önceden tasarlanmış bir demo çözümünde gezinir. Birincil amacı, uzmanlar (yani, çözümü öneren kentsel tasarımcılar) ve genel halk (yani, vatandaşlar, ziyaretçiler, vb.) arasında iletişim sağlamaktır. Oyuncu, demo çözümünde gezinir ve müdahale planlamasını sanal bir ortamda "hisseder". Oyuncu hazır olduğunda, Oynamamayan Karakterin (NPC) oyuncunun çözümü beğenip beğenmediğini soracağı ve üç farklı cevap seçeneği sunacağı belirli noktaları ziyaret edebilir: (a) Evet, oyuncu çözümü beğenir; (b) Hayır, oyuncu çözümü beğenmez; ve (c) Ben (oyuncu) daha fazla zamana ihtiyacım var ve daha sonra cevap vereceğim. (a) veya (b) cevabı durumunda, oyun oyuncunun o kontrol noktası için cevabını depolar ve NPC tekrar geri bildirim istemez. Üçüncü seçenek, oyuncunun çözümü yeniden canlandırması ve hazır olduğunda cevap vermesi fırsatını korur.

Figür6oyunun Geri Bildirim Modu'ndan bir örneği göstermektedir. Şekildeki Panel 1 6 Dilaveri Sahili'nde gezinme seçeneğini seçerken oyuncunun başlangıç pozisyonunu gösterirken, Panel 2, mavi baloncuklarla işaretlenmiş geri bildirim noktalarıyla alanın haritasını gösterir. Panel 3, ikinci cep parkının uzmanlar tarafından tasarlandığı açıklayıcı bir örneği gösterir. Son olarak, Şekil 4'ün Panel 4'ü6NPC'nin kullanıcıdan geri bildirim istediğini gösterir. Bu noktada, geri bildirim uzman ekibinin projesini destekleyecek şekilde sağlanabileceğini belirtmek önemlidir. Bu nedenle, oyunun oluşturulması sırasında geliştirilmesi gereken bu sistem nedeniyle projeye uygulanacak bir geri bildirim sisteminin en baştan tanımlanması gerekir. euPOLIS oyunu için, ilki ikili (Evet/ Hayır) sorusundan ve ikincisi cep telefonu kullanılarak taranabilen bir QR kodundan oluşan iki geri bildirim sistemi sağlanmıştır. Bu QR kodu, oyuncuları belirli gösteri çözümüyle ilgili geri bildirim toplamak için tasarlanmış bir ankete yönlendirir.



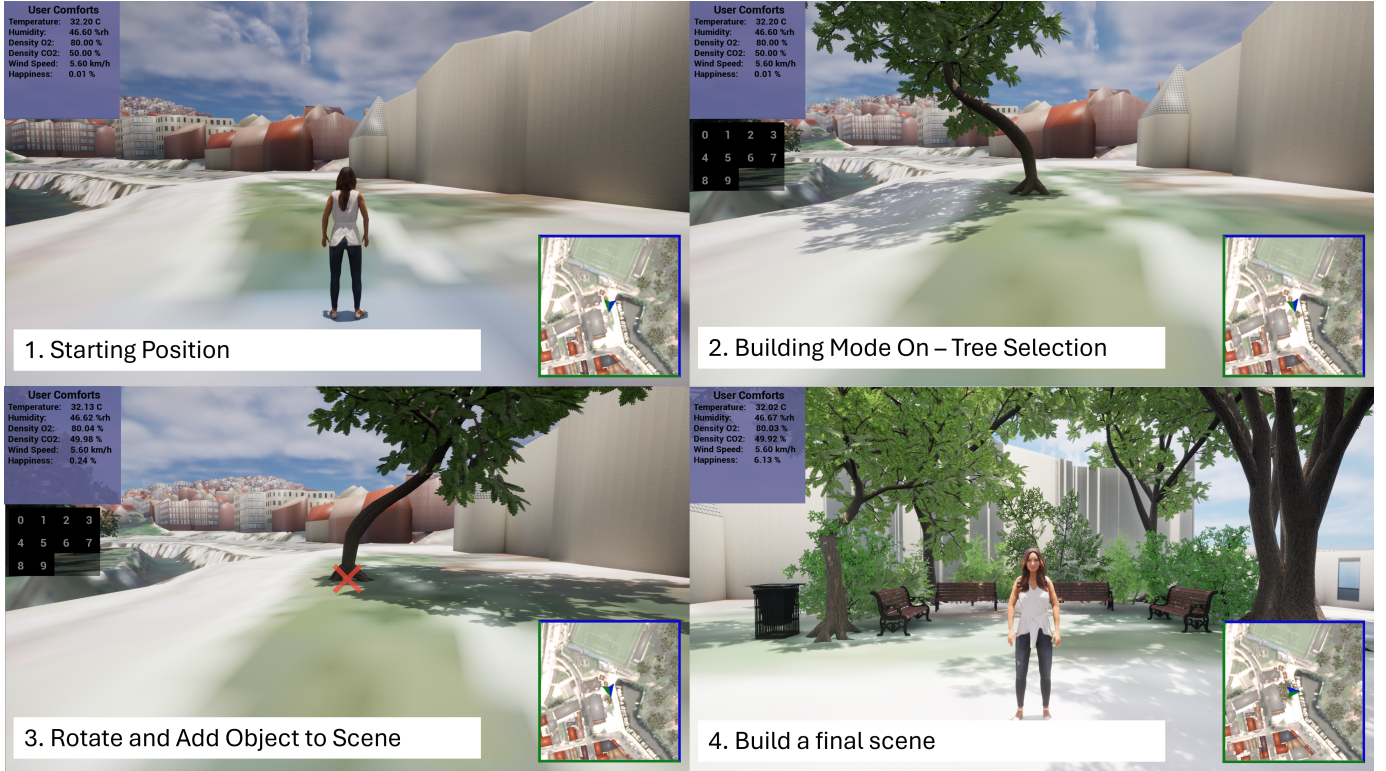
Şekil 6.euPOLIS oyununun Geri Bildirim Modu'ndaki oynanış örneği.

3.3. Bina Modu

euPOLIS oyunu tarafından desteklenen ikinci oyun modu, İnşa Modu olarak adlandırılır. Bu modun temel amacı, farklı çözümler inşa etmek ve görselleştirmek için etkileşimli bir ortam sağlamaktır. Oyuncu, son müdahale temasıyla ilgili önceden belirlenmiş bir havuz olarak sağlanan çeşitli nesnelere (yani ağaçlar, banklar, vb.) arasından seçim yapmak zorundadır. Örneğin, müdahalenin amaçlanan alanı bir park ise, oyuncuya parkla ilgili nesnelere verilir. Dahası, oyuncu nesnelere tercih ettiği şekilde yerleştirmek için nesnelere z eksenini (sapma dönüşü) döndürebilir. Nesnelere yanlışlıkla konumlandırılmaları durumunda silinebilir.

Bu oyun tasarımı, Minecraft, Palworld ve The Sims gibi oyuncunun çeşitli nedenlerle bir üs inşa etme yeteneğine sahip olduğu çeşitli simülasyon benzeri oyunlardan esinlenmiştir. Ancak, euPOLIS oyunu, Minecraft gibi eğitimde kullanılabilen bir simülasyon aracı olmaktan ziyade müdahaleleri planlamak için bir araç olarak kullanılmayı amaçlamaktadır [48]. Bu, oyuncunun (uzman veya uzman olmayan) bir çözüm inşa edebileceği gerçek bir alanın dijital ikizinin sağlanmasıyla elde edilir. Şekil7Dilaveri Sahili bölgesinde küçük bir sahnenin inşasının dört adımlı sürecini göstermektedir.

İlk adım, Yapı Modu seçildiğinde oyuncunun başlangıç pozisyonunu gösterir. İkinci resimde, oyuncu Yapı Modunu açmıştır; oyun, oyuncunun ilgi duyduğu bir nesneyi seçmesine ve ekrana eklemesine izin verir. Oyuncu, nesnenin z dönüşünü değiştirebilir ve istediği yere yerleştirebilir; bu, üçüncü resimde gösterilmiştir. Önceki iki adımı tekrarlayarak, oyuncu dördüncü resimde gösterildiği gibi son bir sahne tasarlar. Bu noktada, oyuncunun "Kullanıcı Konforları" adlı bir puan sistemi şeklinde seçimler hakkında gerçek zamanlı oyun içi geri bildirim aldığından bahsetmek gerekir.



Şekil 7.Oyundaki bir sahneyi gösteren Bina Modu örneği.




3.4. Kullanıcı Konforu Metrik Sistemi

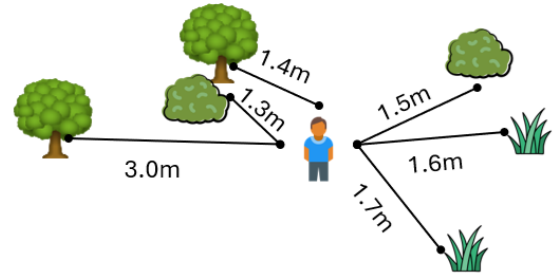
Her iki modda da oyuncuya gerçek zamanlı geri bildirim sağlamak için "Kullanıcı Konforları" adlı gerçek zamanlı bir değerlendirme ölçüm sistemi tanıtıldı. Bu sistem şu anda doğrusal bir denklem kullanarak temel düzeydedir (Denklem (1)) sahne nesnelere farklı parametreler üzerindeki etkisini hesaplamak için. "Kullanıcı Konforları" geri bildirim yaklaşımı sıcaklık, nem, yoğunluk gibi farklı iklim parametrelerini dikkate alır $Ortak_2$, yoğunluğu O_2 ve çevre dostu çözümler inşa etmenin faydalarını açıklamak için rüzgar hızı. Oyuncu sahneye kantinler, masalar ve sandalyeler gibi başka nesnelere ekleyebilir, bu nesnelere ek bir mutluluk parametresini artırır, ancak bu nesnelere sıcaklığı ve yoğunluğu artırdıkları için iklim parametreleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir. $Ortak_2$ Örneğin, yemekhanelerin eklenmesiyle yemek pişirmek için fazladan yağ yakılır ve fırın kullanılır.

Oyunun mevcut sürümünde (alfa sürümü), bu parametrelerin hesaplanmasının ardındaki denklemler doğrusal olarak ağırlıklandırılır; böylece, her nesne oyuncuya olan uzaklığına göre çevreyi etkiler, daha sonra son değer, herhangi bir nesne olmadan orijinal değere her nesnenin sağladığı puanların eklenmesiyle hesaplanır. Denklem (1) bu konforları hesaplamak için genelleştirilmiş denklemi sağlar. Bu denklem her kullanıcı konforu ögesi için her karede hesaplandığından, olası gecikmeyi en aza indirmek için yalnızca oyuncuya yakın nesnelere dikkate alınır. Bu nedenle, kullanıcı konforu öğelerinin hesaplanması için oyuncunun etrafında 1 km yarıçapında bir eşik kullanılır ve hesaplamada yalnızca bu mesafedeki nesnelere kullanılır.

Figür8iklimle ilgili kullanıcı konforlarını hesaplamak için basit bir örnek gösterir. Örnekteki sayıların basitleştirildiğine dikkat etmek önemlidir. Oyunda, her bir yaprak nesnesinin etkisi, boyutuna ve türüne karşılık gelir (yani, büyük bir ağaç, küçük bir ağaçtan daha fazla gölgeleme etkisine sahipken, herhangi bir ağaç türü, herhangi bir çalı veya çimenden daha fazla genel gölgeleme etkisine sahiptir). Ayrıca, bu basitleştirilmiş doğrusal denklemin özellikle euPOLIS oyun senaryoları ve uygulamaları için dahil edildiğini belirtmekte fayda var. Daha doğru ve karmaşık iklim analizi gerektiren farklı uygulamalarda, yerel olarak tanımlanmış ve tahmin edilmiş bir iklim modeli kullanılması önerilir; ancak, bu tür modellerin kullanımı bu vaka çalışması analizinde kapsam dışı olarak kabul edilir.

$$UserComfort = Başlangıç\ Değeri + \sum_{Ben} \frac{(NesneEtkisi)_{Ben}}{(Oyuncudan\ Uzaklık)_{Ben}} \quad (1)$$

Impact Example of Objects				
Object	Temperature Impact	Humidity Impact	Density O2 Impact	Density CO2 Impact
	-0.5°C	+0.3 %rh	+2.0 %	-2.0 %
	-0.3°C	+0.2 %rh	+1.0 %	-1.0 %
	-0.1°C	+0.1 %rh	+0.5 %	-0.5 %



Calculate Example of Example User Comforts	
Temperature (Initial Value = 32.2°C)	$32.2 - \frac{0.5}{(1.4 + 3.0)} - \frac{0.3}{(1.3 + 1.5)} - \frac{0.1}{1.6 + 1.7} = 32.2 - 0.11 - 0.10 - 0.03 = 31.96^\circ\text{C}$
Humidity Impact (Initial Value = 45.0 %rh)	$45.0 + \frac{0.3}{(1.4 + 3.0)} + \frac{0.2}{(1.3 + 1.5)} + \frac{0.1}{1.6 + 1.7} = 45.0 + 0.07 + 0.07 + 0.03 = 46.07\%rh$
Density O2 (Initial Value = 80.0 %)	$80.0 + \frac{2.0}{(1.4 + 3.0)} + \frac{1.0}{(1.3 + 1.5)} + \frac{0.5}{1.6 + 1.7} = 80.0 + 0.45 + 0.36 + 0.15 = 80.96\%$
Density CO2 (Initial Value = 50.0 %)	$50.0 - \frac{2.0}{(1.4 + 3.0)} - \frac{1.0}{(1.3 + 1.5)} - \frac{0.5}{1.6 + 1.7} = 50.0 - 0.45 - 0.36 - 0.15 = 49.04\%$




Şekil 8. Kullanıcı konfor parametrelerinin örnek hesaplanması.

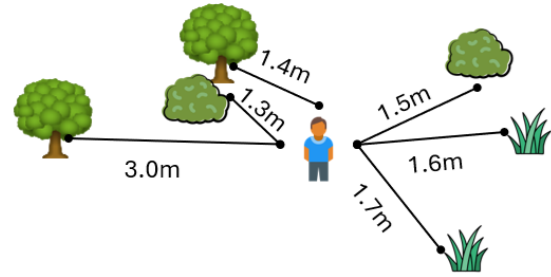
3.5. Atölye Deneysel Kurulumu

euPOLIS oyununun etkinliğini ve kentsel tasarım simülasyon aracı olarak kabulünü göstermek için euPOLIS ekibi TNOC 2024 festivaline bir atölye çalışması girişi olarak katıldı. Bu festivalde euPOLIS oyunu farklı yaş grupları, eğitim geçmişleri ve uyruklardan 30 katılımcıyla paylaşıldı. Atölye, katılımcıların euPOLIS oyun araştırması hakkında bilgilendirildiği ve hem katılım hem de sonuçların yayınlanması konusunda sözlü onay verdiği gönüllü katılımı içeriyordu. Şekil9atölye etkinliğinin görsel bir örneğini ve oyunu oynayan bir katılımcıyı gösterir. Yeterli geri bildirim almak için katılımcılardan dokuz sorudan (sekiz çoktan seçmeli soru ve bir açık soru) oluşan kısa bir anketi tamamlamaları istendi.

Figür8iklimle ilgili kullanıcı konforlarını hesaplamak için basit bir örnek gösterir. Örnekteki sayıların basitleştirildiğine dikkat etmek önemlidir. Oyunda, her bir yaprak nesnesinin etkisi, boyutuna ve türüne karşılık gelir (yani, büyük bir ağaç, küçük bir ağaçtan daha fazla gölgeleme etkisine sahipken, herhangi bir ağaç türü, herhangi bir çalı veya çimenden daha fazla genel gölgeleme etkisine sahiptir). Ayrıca, bu basitleştirilmiş doğrusal denklemin özellikle euPOLIS oyun senaryoları ve uygulamaları için dahil edildiğini belirtmekte fayda var. Daha doğru ve karmaşık iklim analizi gerektiren farklı uygulamalarda, yerel olarak tanımlanmış ve tahmin edilmiş bir iklim modeli kullanılması önerilir; ancak, bu tür modellerin kullanımı bu vaka çalışması analizinde kapsam dışı olarak kabul edilir.

$$UserComfort = Başlangıç\ Değeri + \sum_{Ben}^{Tüm_Nesneler} \frac{(NesneEtkisi)_{Ben}}{(Oyuncudan\ Uzaklık)_{Ben}} \quad (1)$$

Impact Example of Objects				
Object	Temperature Impact	Humidity Impact	Density O2 Impact	Density CO2 Impact
	-0.5°C	+0.3 %rh	+2.0 %	-2.0 %
	-0.3°C	+0.2 %rh	+1.0 %	-1.0 %
	-0.1°C	+0.1 %rh	+0.5 %	-0.5 %



Calculate Example of Example User Comforts	
Temperature (Initial Value = 32.2°C)	$32.2 - \frac{0.5}{(1.4 + 3.0)} - \frac{0.3}{(1.3 + 1.5)} - \frac{0.1}{1.6 + 1.7} = 32.2 - 0.11 - 0.10 - 0.03 = 31.96^\circ\text{C}$
Humidity Impact (Initial Value = 45.0 %rh)	$45.0 + \frac{0.3}{(1.4 + 3.0)} + \frac{0.2}{(1.3 + 1.5)} + \frac{0.1}{1.6 + 1.7} = 45.0 + 0.07 + 0.07 + 0.03 = 46.07\%rh$
Density O2 (Initial Value = 80.0 %)	$80.0 + \frac{2.0}{(1.4 + 3.0)} + \frac{1.0}{(1.3 + 1.5)} + \frac{0.5}{1.6 + 1.7} = 80.0 + 0.45 + 0.36 + 0.15 = 80.96\%$
Density CO2 (Initial Value = 50.0 %)	$50.0 - \frac{2.0}{(1.4 + 3.0)} - \frac{1.0}{(1.3 + 1.5)} - \frac{0.5}{1.6 + 1.7} = 50.0 - 0.45 - 0.36 - 0.15 = 49.04\%$

Şekil 8. Kullanıcı konfor parametrelerinin örnek hesaplanması.

3.5. Atölye Deneysel Kurulumu

euPOLIS oyununun etkinliğini ve kentsel tasarım simülasyon aracı olarak kabulünü göstermek için euPOLIS ekibi TNOC 2024 festivaline bir atölye çalışması girişi olarak katıldı. Bu festivalde euPOLIS oyunu farklı yaş grupları, eğitim geçmişleri ve uyruklardan 30 katılımcıyla paylaşıldı. Atölye, katılımcıların euPOLIS oyun araştırması hakkında bilgilendirildiği ve hem katılım hem de sonuçların yayınlanması konusunda sözlü onay verdiği gönüllü katılımı içeriyordu. Şekil9atölye etkinliğinin görsel bir örneğini ve oyunu oynayan bir katılımcıyı gösterir. Yeterli geri bildirim almak için katılımcılardan dokuz sorudan (sekiz çoktan seçmeli soru ve bir açık soru) oluşan kısa bir anketi tamamlamaları istendi.



Şekil 9. TNOC 2024 festivalinde euPOLIS oyununu oynayarak ortak katılım, ortak tasarım ve ortak yaratım sağlayın.

4. Deneysel Sonuçlar

Deneysel sonuçlar bölümü, euPOLIS oyununun kullanılabilirliğini ve etkinliğini değerlendirmek için yürütülen çalıştayın bulgularını sunar. Katılımcılar, kullanılabilirliği, etkileşimliliği ve katılımcı bir kentsel tasarım aracı olarak potansiyeli dahil olmak üzere oyunun çeşitli yönleri hakkında geri bildirim sağladılar. Bu bölüm, katılımcıların ankete verdiği yanıtlar, temel metrikler arasındaki korelasyon puanları ve açık uçlu geri bildirimlerden elde edilen içgörüler dahil olmak üzere hem nicel hem de nitel verileri analiz eder. Sonuçlar, daha fazla geliştirme ve iyileştirme için alanları belirlerken metodolojinin güçlü yönlerini vurgulamayı amaçlamaktadır.

4.1. Performans Ölçümleri

euPOLIS oyunu, oyun geliştirme için önemli avantajlar sunan UE5 kullanılarak geliştirildi. Özellikle, gerçek zamanlı ışın izleme ve yüksek doğruluklu ortamları desteklemek için nanit sistemi gibi son teknoloji grafik yetenekleri sunar. Bu özellikler, hem düşük çözünürlüklü hem de yüksek çözünürlüklü BIM modelleri için destek sağlayarak görsel olarak çarpıcı ve sürükleyici deneyimler yaratır. Dahası, UE5, gerekli oyun mekaniklerinin (yani, Yapı Modu, gezinme vb.) geliştirilmesi için hem C++ hem de Blueprint görsel betiğini destekler ve platformlar arası geliştirmeyi destekler. Bu, son oyunun PC'ye (Windows, Mac, Linux), konsollara ve

mobil/tablet platformları. Ancak, yüksek performans talepleri sınırlamalara yol açabilir, çünkü eski donanımlar motorun gelişmiş özelliklerini idare etmekte zorlanabilir ve potansiyel olarak oyun için hedef kitleyi daraltabilir. Hem geliştirici hem de son kullanıcı tarafındaki minimum donanım gereksinimleri Tablo'da özetlenmiştir³.

Tablo 3. Minimum donanım gereksinimleri.

Donanım	Gereksinim Bileşeni
İşletim Sistemi	Windows/Mac/Linux
İşlemci	Dört çekirdekli Intel veya AMD, 2,5 GHz veya daha hızlı
Bellek RAM	8 GB veya daha fazla
Grafik işlemcisi	NVIDIA GeForce 960 GTX veya üzeri

euPOLIS oyununun geliştirilmesi sırasında, kullanılan teknolojilerle ilgili ek avantajlar ve sınırlamalar gözlemlendi. İlk olarak, müdahale alanları için BIM modelleri oluşturmak amacıyla Blender adlı ücretsiz 3D yazılım kullanıldı. Bu, OpenStreetMap gibi ücretsiz ve açık lisanslı veri kaynaklarından veri alan Blender-OSM eklentisi kullanılarak gerçekleştirildi. Bu veriler, ağır geometrisini, dokuların rengini ve binaların geometrisini içerebilir. Geliştiriciler, bu aracı kullanarak, kendi BIM modellerini üretmek için sahada veri toplamanın sıkıcı ve yüksek maliyetli sürecini atlayabilirler. Ancak, bu yaklaşım yalnızca bazı kentsel tasarım uygulamalarında uygunsuz olabilen düşük sadakatli BIM modelleri oluşturur. İkinci olarak, euPOLIS oyununun geliştirilmesinde ağaçlar, çalılar, banklar vb. gibi özelliklerin gerçekçi ve yüksek sadakatli modelleri dikkate alındı. Bu modeller, birçok çevrimiçi pazaryerinde ücretsiz veya düşük maliyetle bulunabilir; bu, bu tür oyunların geliştirme süresini en aza indirdiği için oldukça faydalıdır. Bu modeller müdahale planlamasını görselleştirmek için kullanılabilir ancak çoğu durumda şekilleri ve boyutları gerçek olanlardan farklıdır (örneğin ağaç şekilleri, gölgelendirme, farklı bank tipleri vb. arasındaki farklar).⁴euPOLIS oyununun geliştirilmesine ilişkin avantajları ve sınırlamaları özetlemektedir.

Tablo 4. Geliştiriminin avantajları ve sınırlamaları.

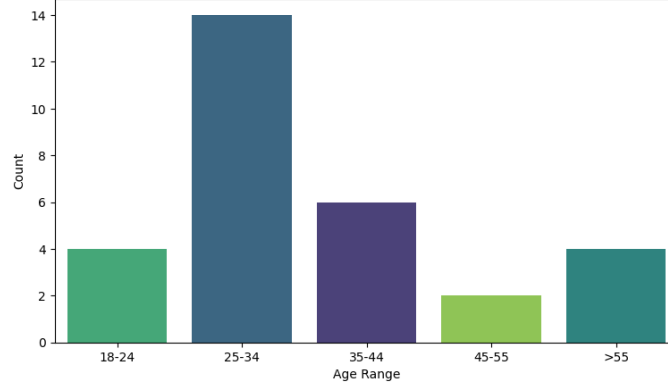
Bileşen	Geliştirme Platformu	Avantajları	Sınırlamalar
BIM Üretimi	Blender-OSM	Hızlı ve sıfır maliyetli BIM Üretimi	Düşük Sadakatli BIM
Navigasyon Mekaniği	Unreal Engine 5 C++ veya Blueprint	UE5 ortamında kolay ve hızlı uygulama.	Temel programlama becerileri gerektirir.
3D Gerçekçi Ağlar	İnternet pazaryerlerinde bulunabilir veya kendiniz tasarlayabilirsiniz.	Çevrimiçi pazar yerleri, kullanıma hazır birçok 3D örgüyü ücretsiz veya düşük maliyetli olarak sunmaktadır.	Meshler, gerçek müdahale planlamasında kullanılacak bileşenlerden farklılık gösterebilir.

4.2. Katılım Ölçümleri

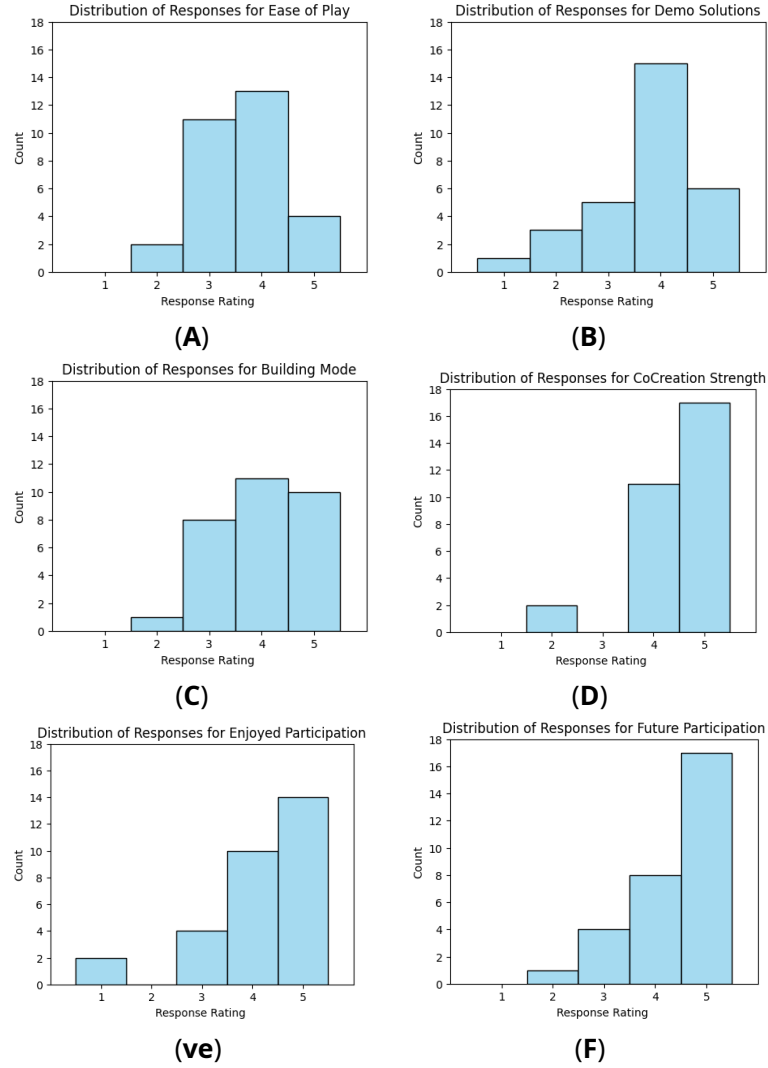
Katılım ölçümleri, euPOLIS oyununun ortak katılım, ortak tasarım ve ortak yaratım aracı olarak etkinliği ve kapsayıcılığı hakkında değerli içgörüler sunabilir. Bu bölüm, atölye sırasında toplanan temel geri bildirim verilerini analiz eder, katılımcıların yanıtlarını özetler, anket konuları arasındaki korelasyonları araştırır ve açık uçlu kullanıcı geri bildirimlerinden kelime sıklığı kalıplarını inceler. Bulgular, oyunun katılımcıları ne ölçüde etkilediği ve iş birliğini ne ölçüde teşvik ettiği konusunda ışık tutmayı amaçlamaktadır.

Figür 10 katılımcıların yaş dağılımını gösterir. Şekil 11 katılımcıların deney sonrası ankete verdiği yanıtların bir özetini gösterir. Her soru 1 (zayıf/olası değil) ile 5 (çok/çok olası) arasında bir Likert ölçeğinde derecelendirildi. Yanıtların çoğunluğu 4-5 aralığında yoğunlaştı ve oyunun tasarımı, kullanılabilirliği ve katılımcı bir kentsel planlama aracı olarak potansiyeli hakkında olumlu algıları gösterdi. Örneğin, %80'den fazlası

Katılımcıların oyunun kentsel tasarım tartışmalarını kolaylaştırma yeteneğini "çok olası" (5 puan) olarak değerlendirdi. Benzer şekilde, oyunun gezinme kolaylığı ve etkileşimi de 4,5'lik bir ortalama puanla oldukça övüldü. Bu sonuçlar, katılımcıların kentsel tasarıma yönelik oyunlaştırılmış yaklaşımı ve hem uzmanlara hem de uzman olmayanlara sunduğu erişilebilirliği takdir ettiğini vurgulamaktadır.



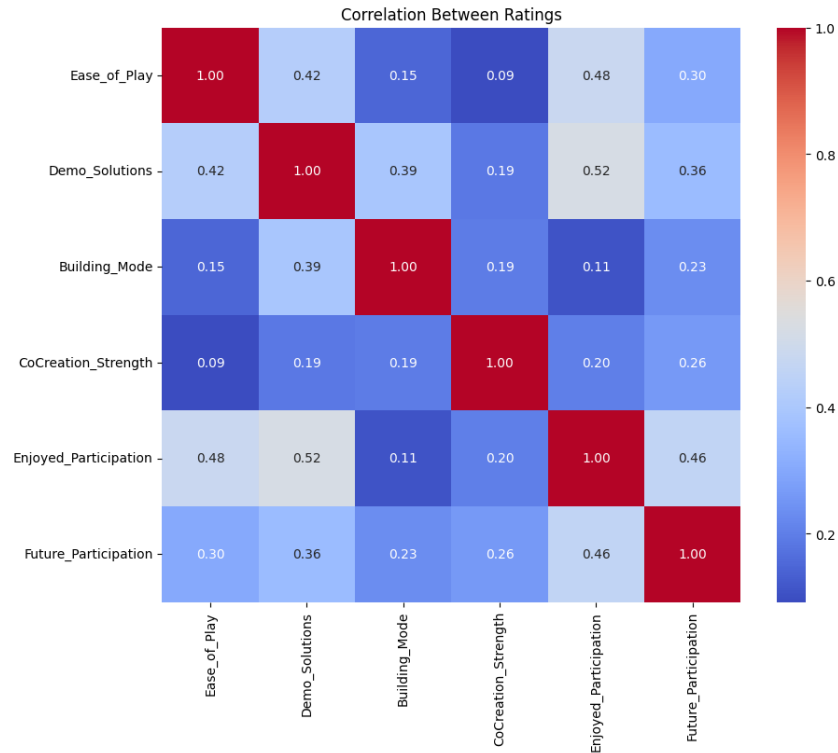
Şekil 10. Katılımcıların yaş dağılımı



Şekil 11. Katılımcıların deneyimin farklı yönlerine ilişkin derecelendirmelerinin dağılımı (1 = beğenmedim; 5 = çok beğendim).

Ancak bazı katılımcılar oyunun teknik yönleriyle ilgili endişelerini dile getirdiler. Örneğin, katılımcıların %10'u oyunda sağlanan çevresel geri bildirim gerçeğiyle ilgili olarak daha düşük puanlar (2 veya 3) verdi. Bu, simüle edilmiş senaryoların gerçek dünya koşullarıyla uyumlu hale getirilmesinde iyileştirme için alan olduğunu gösteriyor. Genel olarak, yanıtların olumlu eğilimi, euPOLIS oyununun kentsel planlamada toplum katılımını artırma potansiyelini doğruluyor.

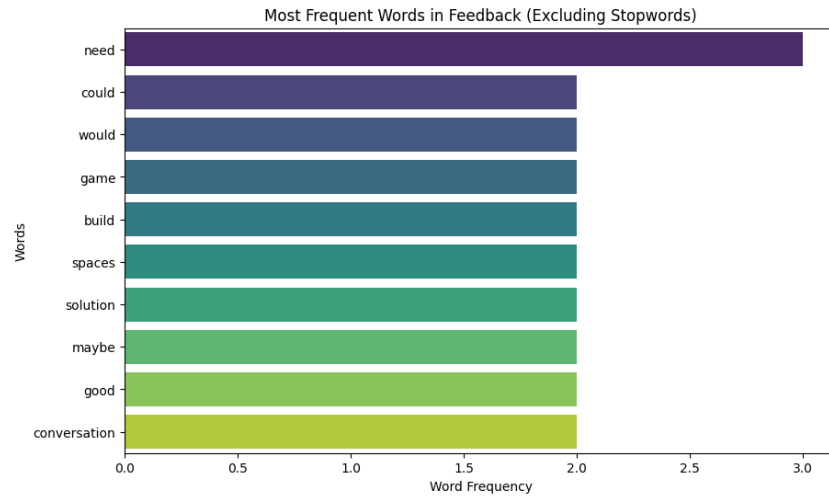
Figür12 Pearson'ın korelasyon katsayısını kullanarak farklı anket konuları arasındaki korelasyon puanlarını araştırır. Bireysel sorular için ezici bir şekilde olumlu derecelendirmelere rağmen, bazı konular arasındaki korelasyonlar düşük kaldı. Bu tutarsızlık, katılımcıların önceliklerindeki veya soruların yorumlarındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Örneğin, katılımcıların çoğu oyunun kullanılabilirliğini takdir ederken, eğitimsel değeri veya uzun vadeli etkisi hakkındaki görüşleri önemli ölçüde farklılık gösterdi. Bu farklılık, katılımcıların araçla farklı bakış açılarından etkileşimde bulunduğunu, bazılarının eğlence değerine odaklanırken diğerlerinin gerçek dünya şehir planlamasında pratik faydasını değerlendirdiğini gösterebilir.



Şekil 12. Anket konuları arasındaki korelasyon puanlarının incelenmesi.

Bu düşük korelasyonlar ayrıca katılımcıların kentsel tasarım konseptlerine önceden aşinalık veya etkileşimli medyaya yönelik kişisel tercihler gibi dış faktörlerden etkilenmiş olabileceğini de göstermektedir. Genel geri bildirim olumlu olsa da, katılımcı görüşlerinin çeşitliliği, oyunun çeşitli kullanıcı beklentilerini karşılayacak şekilde daha fazla uyarlanması ihtiyacını vurgulamaktadır. Bu tür tekniklerin genellikle daha büyük veri kümelerinde uygulandığını açıklığa kavuşturmalıyız. Bununla birlikte, genel duygu ve temel tartışma noktalarındaki eğilimleri sistematik bir şekilde yakalamaya yardımcı oldukları için, daha küçük katılımcı gruplarında bile tekrar eden temaları belirlemede ve ortak algıları vurgulamada değer sağlayabilirler.

Açık uçlu geribildirimden elde edilen kelime frekans dağılımı Şekil'de görselleştirilmiştir. 13 Katılımcılar tarafından vurgulanan temel temaları ortaya koyan. Genellikle tekrarlanan kelimeler arasında "etkileşimli", "ilgi çekici", "görselleştirme" ve "işbirlikçi" yer aldı ve euPOLIS oyununun temel güçlü yönlerini yansıttı. Bu terimler, oyun deneyiminin temel unsurları olarak etkileşim ve iş birliğinin önemini vurgular.



Şekil 13. Kullanıcı geri bildirimlerinden kelime frekans dağılımı

İlginç bir şekilde, "karmaşıklık" ve "öğrenme eğrisi" gibi kelimeler daha az sıklıkta görüldü, ancak katılımcıların zorlandığını hissettikleri alanları gösterdi. Geri bildirim ayrıca, daha çeşitli çevresel senaryoları dahil etmek ve yeni kullanıcılar için arayüzü iyileştirmek gibi oyunu geliştirmeye yönelik belirli öneriler içeriyordu. Genel olarak, kelime sıklığı dağılımı, hem oyunun tasarımının güçlü yönlerini hem de daha fazla geliştirilebilecek alanları göstererek nicel metrikler için nitel destek sağlıyor.

4.3. Kentsel Yenileme Ölçümleri

euPOLIS oyununun üçüncü ve son değerlendirme yöntemi, müdahale planlama değerlendirmesi için oyun içi ölçümler sağlama yeteneğini içeriyordu. Bu amaçla, şehir planları ekranının sol üst köşesindeki alanın o bölümünde bulunmanın "hissini" temsil eden kullanıcı konfor parametrelerini görüntüleyebilirler. Örnek olarak, Tablo 5 Çalıştaydaki beş katılımcının önerdiği çözümlerin kullanıcı konforlarını sunar. Karşılaştırmadaki çözümler arasında tutarlılığı korumak için, kullanıcı konforu değerlerinin hepsi aynı yerden alındı. Bu analizin başlıca gözlemleri şunlardır. İlk olarak, sıcaklık tüm çözümlerde azaldı. Gerçek bir müdahalede benzer çözümler uygulanarak, %0,53'lük bir azalma -C, gölge sağlamak için ağaçlar eklenerek tahmin edilir. İkinci olarak, nem %0,17 oranında artmıştır. (Son olarak, hava kalitesi O yoğunluğunun artırılmasıyla iyileşmiştir. %0,17 oranında azaltılarak CO yoğunluğunun azaltılması %0,18 oranında.

Tablo 5. Planlama müdahalelerinin beklenen etkisi.

Kullanıcı Rahatlığı	Kontrol Metrikleri	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	Ortalama Değişiklikler	StDev
Sıcaklık (-C)	32.20	31,46	31,66	31,58	31,79	31,84	-0,53	0,14
Nem (%rh)	46.60	46,87	46,80	46,69	46,79	46,69	0,17	0,07
Yoğunluk O ₂ (%)	80.00	80,22	80,30	79,99	80,30	80,02	0,17	0,13
Yoğunluk CO ₂ (%)	50.00	49,70	49,78	49,91	49,79	49,90	-0,18	0,08

5. Tartışma

euPOLIS oyunu, vatandaşları tasarım sürecine anlamlı bir şekilde katkıda bulunmaya yetkilendirerek kentsel planlamayı merkezden uzaklaştırma ve demokratikleştirme yolunda güçlü bir adım teşkil ediyor. En büyük güçlerinden biri, karmaşık kentsel planlama kavramlarını erişilebilir ve etkileşimli bir formata basitleştirme becerisinde yatıyor. Katılımcılar görselleştirmeleri ve iş birliği potansiyelini takdir ettiler ve birçoğu, tipik olarak yeterince temsil edilmeyen gruplarda katılımı teşvik etme kapasitesini vurguladı. Bir diğer avantajı ise oyunun ikili modları, Geri bildirim

ve hem değerlendirme hem de yaratıcı görevlere hitap eden Building. Açık kaynaklı teknolojilerden yararlanarak, oyun çeşitli kentsel bağlamlar için uygun fiyatlılık ve uyarlanabilirlik sağlar.

Bina Bilgi Modellemesi'nin (BIM) oyunlara entegrasyonu, karar alma süreçlerinde gerçekçiliği, doğruluğu ve erişilebilirliği artırarak katılımcı kentsel planlama için önemli fırsatlar sunar. euPOLIS oyunu, açık GIS verilerini ve dijital ikiz modellerini dahil ederek BIM ilkelerinden yararlanır ve kullanıcıların etkileşimli ve veri odaklı bir şekilde kentsel ortamlarda gezinmesine ve değişiklik yapmasına olanak tanır. Uzmanlık gerektiren geleneksel kentsel planlama araçlarının aksine, euPOLIS oyunu hem uzmanların hem de uzman olmayanların kentsel müdahaleleri görselleştirebileceği, değerlendirebileceği ve iyileştirebileceği sezgisel ve kapsayıcı bir platform sağlar. Ayrıca, Blender-OSM ve Unreal Engine 5 gibi açık kaynaklı teknolojilerin kullanılması, erişilebilirlik ve teknik karmaşıklık arasında bir denge sağlarken uygun maliyetli geliştirmeyi garanti eder. BIM metodolojilerini oyunlaştırılmış bir çerçeveye yerleştirerek, euPOLIS kentsel tasarımda kamu katılımını artırarak daha demokratik ve şeffaf bir planlama sürecini teşvik eder.

Bu çalışma, aracın doğrudan devam eden kentsel müdahalelere uygulanması yerine, kabulünü ve kullanılabilirliğini test etme amacının olduğu belirli bir araştırma projesi bağlamında yürütülmüştür. Gelecekteki araştırmalar, oyunu gerçek dünya planlama süreçlerine entegre ederek ve bu ortamlardaki etkisini ölçerek bu çalışmayı genişletebilir. Daha kesin olmak gerekirse, euPOLIS oyununu akıllı şehir gelişimini destekleyecek şekilde genişletmek, işbirlikçi bir kentsel tasarım aracı olarak rolünü daha da artıracaktır. Gelecekteki iyileştirmeler, daha dinamik ve veriye duyarlı kentsel simülasyonları etkinleştirmek için IoT tabanlı gerçek zamanlı çevresel verileri, yapay zeka destekli karar destek sistemlerini ve bulut tabanlı çok oyunculu yetenekleri içerebilir. Örneğin, gerçek zamanlı hava kalitesi, trafik ve iklim verilerini entegre etmek, kullanıcıların tasarım seçimlerinin sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik üzerindeki uzun vadeli etkisini değerlendirmelerine olanak tanıyabilir. Ek olarak, yapay zeka destekli kentsel planlama önerileri, yaratıcı katkılar için esnekliği korurken, katılımcıları optimize edilmiş, dayanıklı ve kaynak açısından verimli çözümler geliştirmede yönlendirebilir. Bulut tabanlı işbirlikçi özelliklerinin tanıtılması, farklı coğrafi konumlarda daha geniş bir etkileşime olanak tanıyarak, euPOLIS oyununu akıllı ve sürdürülebilir kentsel ortamların ortak yaratılması için ölçeklenebilir ve uyarlanabilir bir platform olarak güçlendirecektir.

TNOC festivali sırasında 30 katılımcıdan oluşan rastgele bir örneklem, sağlanan anketi doldurarak yeterli geri bildirim sağladı. Geri bildirimlerine dayanarak, euPOLIS oyunu, kullanıcıların kendi çözümlerini önermekte özgür olduğu Yapı Modu'nda, özellikle kentsel tasarım prosedürlerine katılmanın eğlenceli ve etkileşimli bir yolunu sağladı. euPOLIS oyunu, kentsel planlama prosedürlerinde ortak tasarım, ortak yaratma ve ortak katılım ilkelerinin tanıtımına yönelik yenilikçi bir yaklaşımı temsil etse de, hala bir prototip fikir olarak kalmaya devam ediyor ve birkaç sınırlama mevcut.

Öncelikle, mevcut yaklaşımların sınırlamalarıyla karşılaştırıldığında, euPOLIS oyunu asenkron katılım fikriyle geliştirilmiştir; böylece, her katılımcı oyunu çevrimiçi depolarından (yani, aşağıdaki Google Drive bağlantısı: [45]) ve bunu makinelerine kolayca kurabilirler. Bu özellik, bu tür etkinliklerin düzenlenmesi olasılığını ortadan kaldırmadan yerinde atölyelerin sorunlarını ele alır. Örnek olarak, bu el yazması 2024 TNOC festivalinde euPOLIS oyununun katılımını ve gösterimini sunar.

Ayrıca, euPOLIS oyununun geliştirilmesinde açık kaynaklı yazılım ve Açık GIS verileri kullanıldı, bu da tüm oyunu geliştirmenin zamanını ve maliyetini en aza indirirken aynı zamanda gerektiğinde çapraz platform paketleme yeteneği sağladı. Sonuç olarak, euPOLIS oyununu oynamak için gereken tek ekipman, oyunu indirmek ve istenirse çözümü e-postayla göndermek için bir internet bağlantısı ve oyunu kurmak ve oynamak için bir bilgisayardır.

Literatürdeki mevcut oyunlaştırılmış çözümlerin önemli bir sınırlaması, dijital deneyimi olmayan bireyleri, özellikle yaşlı nüfusları dışlamalarıdır. Bu zorluk tamamen çözülemese de, euPOLIS oyunu basit ve sezgisel oyun mekaniklerini dahil ederek bu açığı kapatır. Oyun, 1980'lerin sonu ve 1990'ların başındaki retro video oyunlarını anımsatan geleneksel anahtar eşlemelerini kullanır ve o döneme aşına olan bireylere hitap eder. Örneğin, 1990'larda 30-40 yaşlarında olan bir kişi artık 65-75 yaşında olurdu ve bu da daha yüksek etkileşim olasılığı olan hedef demografiyi temsil eder. euPOLIS oyunu bu zorluğu tamamen ortadan kaldırmasa da, diğer yaklaşımlara kıyasla açığı önemli ölçüde daraltır.

Çalıştay sırasında euPOLIS oyununun birkaç ek sınırlaması belirlendi, bunların başlıcaları katılımcı çeşitliliğiyle ilgiliydi. Çalışmaya mimarlık, peyzaj veya kentsel tasarım konusunda ön koşul uzmanlığı olmayan 30 rastgele seçilmiş katılımcı katıldı. Bu yaklaşım, euPOLIS oyununun temel amacıyla, özellikle uzmanların dayanıklı ve sürdürülebilir çözümler geliştirmesine rehberlik etmek için çeşitli beyin fırtınalarının önemli olduğu erken tasarım aşamalarında, kentsel planlama süreçlerini merkezden uzaklaştırmak ve demokratikleştirmekle uyumludur. Ancak, oyunun çevresel simülasyonu değerli bir özellik olarak kabul edilirken, bazı katılımcılar gerçek dünya koşullarına kıyasla ağ sadakati ve kullanıcı konforu tahmini açısından hassasiyet eksikliğini belirttiler. Ayrıca, oyunun kullanılabilirliği sanal ortamlara aşına olmayan kullanıcılar tarafından küçük eleştirilerle karşı karşıya kaldı. Bunu ele almak için kapsamlı bir başlangıç eğitimi eklemek ve gezinme kontrollerini daha da basitleştirmek, teknoloji konusunda daha az bilgili katılımcılar için erişilebilirliği artırabilir.

euPOLIS oyununun ek bir sınırlaması "Kullanıcı Konforları"nın hesaplanmasıyla ilgilidir. Oyun, her nesnenin iklim değişikliği parametreleri üzerindeki etkisinin kaba bir tahminini sağlamak için doğrusal bir model kullanır. Bu özellik, katılımcılara gerçek zamanlı geri bildirim sunmayı ve onları gerçekçi ve sürdürülebilir çözümler önermeye teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Ancak, "Kullanıcı Konforları" ölçümleri kasıtlı olarak en aza indirilmiştir; işlevsel olsa da bu, potansiyellerini sınırlar. Daha gelişmiş bir yaklaşım, ulusal gözlemlerinden türetilen yerel iklim modellerinin entegre edilmesini içerebilir.

Bu tür modeller euPOLIS oyununun geliştirilmesi sırasında mevcut değildi, bu da mesafe tabanlı etki hesaplamalarını prototipleme için en uygulanabilir seçenek haline getirdi. Daha sofistike modeller daha doğru ve gerçekçi sonuçlar verebilirken, bunların keşfi gelecekteki araştırmalar için bir konu olmaya devam ediyor. Ayrıca, önerilen çözümlerin maliyeti gibi ek ölçümlerin dahil edilmesi, katılımcıları bütçe kısıtlamalarını dikkate almaya teşvik ederek gerçekçiliği artırabilir. Alternatif bir yaklaşım, bir bütçe sınırını önceden tanımlamayı ve oyuncuların bu aralıkta çözümler tasarlamalarını gerektirmeyi içerebilir, böylece pratiklik ve uygulanabilirlik teşvik edilebilir.

Atölyenin sınırlı ölçeği ışığında, bu vaka çalışması daha geniş bir doğrulamaya olan ihtiyacı da vurgulamaktadır. Gelecekteki araştırmalar katılımcı çeşitliliğini genişletmeli ve oyunu çeşitli kentsel bağlamlarda test etmelidir. İyileştirilmiş çevresel modeller, çevrimiçi çok oyunculu sistem ve gelişmiş yapı araçları gibi geliştirmeler katılımı daha da zenginleştirebilir. İklim ve sosyoekonomik etki modellerini senaryo tabanlı zorluklar ve yapay zeka odaklı kısıtlamalarla bütünleştirmek gerçekçiliği ve uygulanabilirliği artıracaktır. Bu iyileştirmeler oyunun kapsayıcı ve katılımcı kentsel planlamayı teşvik etmedeki rolünü güçlendirebilir.

6. Sonuçlar

Özetle, bu çalışma euPOLIS oyununu ortak katılım, ortak tasarım ve ortak yaratım yoluyla kentsel tasarımı geliştirmek için umut vadeden bir oyunlaştırılmış yaklaşım olarak tanıtmaktadır. Açık kaynaklı yazılım ve açık GIS verilerinden yararlanarak, euPOLIS oyunu, teknik uzmanlar ile

genel halk. Oyun, oyuncuların gerçek kentsel ortamlar için dayanıklı ve sürdürülebilir çözümler önermelerini sağlar. Ücretsiz olarak dağıtılır ve lisans kısıtlamaları olmadan paylaşılabilir.

euPOLIS oyunu, kentsel yeniden tasarım için basit ama kapsamlı bir araç oluşturmada yenilikçilik gösterse de, şu anda düşük sadakatli modeller ve basitleştirilmiş "Kullanıcı Konforu" ölçümleri gibi sınırlamalarla karşı karşıyadır. Bu zorluklara rağmen, TNOC 2024 festivalindeki sunumu, vatandaşları kentsel tasarım süreçlerine aktif olarak katılmaya teşvik etme potansiyelini vurguladı. euPOLIS oyunu, özellikle kentsel planlama prosedürlerini merkezden uzaklaştırma ve demokratikleştirmede, bu tür teknolojileri kentsel gelişime entegre etmeye yönelik temel bir adımı temsil ediyor.

Mevcut literatürle karşılaştırıldığında, euPOLIS oyunu birçok sınırlamayı yenilikçi bir şekilde ele alıyor; ancak, mevcut yinelemesinden yeni zorluklar ortaya çıktı. Örneğin, kaba açık kaynaklı yaklaşımlar yerine yüksek doğruluklu modeller benimsemek kullanıcı katılımını artırabilir. Ayrıca, doğru yerel iklim modellerini dahil etmek önerilen çözümlerin gerçek dünya etkisini daha iyi görselleştirirken, bütçe kısıtlamaları gibi modların tanıtılması daha gerçekçi ve pratik tasarımları teşvik etmeye yardımcı olabilir. Bu gelişmeler, euPOLIS oyununun evrimindeki bir sonraki aşamayı temsil ediyor.

Sonuç olarak, bu alanda daha fazla araştırma yapılması elzemdir. Dijital teknolojilerin, özellikle yapay zeka tarafından geliştirilen VR/AR ortamlarının entegrasyonu, gerçek dünya bölgelerinin hassas dijital kopyalarını oluşturarak güvenli ve kesintisiz kentsel planlama deneylerine olanak tanır. Uzman olmayan öneriler tamamen gerçekçi olmasa bile, yine de erken beyin fırtınası aşamalarında değerli içgörüler sağlayabilirler. Ek olarak, bu tür uygulamalar sanal veya hibrit atölyelerde çok oyunculu özellikler aracılığıyla eğitim amaçları ve gerçek zamanlı iş birliği için potansiyel taşır. Bu vaka çalışması, oyunlaştırılmış teknolojilerin kentsel planlamada muazzam bir potansiyele sahip olduğunu ve bunların dağıtımının sürdürülebilir, dayanıklı ve doğa dostu bir yönde şehirleri yeniden inşa etmeye yönelik doğal bir ilerlemeyi temsil ettiğini vurgulamaktadır.

Yazar Katkıları:Kavramsallaştırma, IK, IR, ES, EP, AD ve ND; metodoloji, IK ve ND; yazılım, IK; doğrulama, IK; kaynaklar, AD ve ND; yazma, IK, ES ve EP; görselleştirme, IK; danışmanlık, IK; proje yönetimi, AD ve ND; fon sağlama, AD ve ND Tüm yazarlar makalenin yayımlanmış versiyonunu okumuş ve kabul etmişlerdir.

Finansman:Bu çalışma, Avrupa Birliği tarafından finanse edilen, Horizon 2020 programı H2020-EU.3.5.2 kapsamındaki "Vatandaşların Sağlığını ve Refahını Geliştirmek İçin Entegre NBS Tabanlı Kentsel Planlama Metodolojisi: euPOLIS Yaklaşımı" adlı euPOLIS projesi tarafından desteklenmektedir. Hibe sözleşmesi No. 869448'dir.

Bilgilendirilmiş Onay Beyanı:Çalışmaya katılan tüm olgulardan aydınlatılmış onam alındı.

Veri Kullanılabilirliği Beyanı:Veriler makalenin içerisinde yer almaktadır.

Teşekkürler:Bu çalışma, Avrupa Birliği tarafından finanse edilen euPOLIS projesi "Vatandaşların Sağlık ve Refahını Geliştirmek İçin Entegre NBS Tabanlı Kentsel Planlama Metodolojisi: euPOLIS Yaklaşımı" tarafından desteklenmektedir.

Çıkar Çatışmaları:Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Ek A. Anket

TablolarA1–A4Anket sorularını ve 30 katılımcının verdiği cevapları sunuyoruz.

Tablo A1.Soru 1: Demografi.

1. Lütfen yaş aralığınızı seçin. (Bu, oyunumuzun yaşa göre kolaylığını ve kullanılabilirliğini tahmin etmemize yardımcı olabilir)					
<18	18-25	25-35	35-45	45-55	> 55
0,0%	13.3%	46,7%	20.0%	0,0%	13.3%

Tablo A2.Soru 2-4: Oyun Değerlendirmesi.

2. Oyunu oynamak sizin için ne kadar kolaydı? 5— (1—Son Derece Zor, Son Derece Kolay/Sezgisel)				
1 (0,0%)	2 (6,7%)	3 (36,7%)	4 (43,3%)	5 (13,3%)
3. Önerilen Demo Çözümleri beğendiniz mi/katılıyorsunuz? (1-Kesinlikle Katılmıyorum/Hiç beğenmedim, 5-Kesinlikle Katılıyorum/Çok beğendim)				
1 (3,3%)	2 (10,0%)	3 (16,7%)	4 (50,0%)	5 (20,0%)
4. İnşa modunu (tek oyunculu) beğendiniz mi? (1-Beğenmedim, 5-Çok beğendim)				
1 (0,0%)	2 (3,3%)	3 (26,7%)	4 (36,7%)	5 (33,3%)

Tablo A3.Sorular 5-8: Kentsel Planlamaya Katılım—Görüş.

5. Kent planlama süreçlerinde vatandaşların birlikte yaratım yapmasına katılıyor musunuz?				
Evet (90,0%)		HAYIR (3,3%)	Belki (6,7%)	
6. Ortak yaratma kavramına ne kadar katılıyorsunuz? (1—Kesinlikle katılmıyorum, 5—Kesinlikle katılıyorum)				
1 (0,0%)	2 (6,7%)	3 (0,0%)	4 (36,7%)	5 (56,7%)
7. euPOLIS Oyunu'nun ortak yaratım sürecine katılımınızdan keyif aldınız mı? (1—Hoşlanmadım, 5—Çok beğendim)				
1 (6,7%)	2 (0,0%)	3 (13,3%)	4 (33,3%)	5 (46,7%)
8. Diğer kentsel planlama müdahalelerine ne kadar katılmak istersiniz? (1—Beğenmedim, 5—Çok beğendim)				
1 (0,0%)	2 (3,3%)	3 (13,3%)	4 (26,7%)	5 (56,7%)

Tablo A4.Soru 9: Ek Geribildirim—Katılımcının Yorumları.

9. Görüşlerinizi bizimle paylaşmak ister misiniz? (Ne isterseniz bize iletin, geri bildirimlerinizi okumaktan mutluluk duyarız.)
i. Lütfen mesh modeline daha fazla ayrıntı ekleyin.
ii. Demo çözümleri çeşitliliğe sahipti ve güzelce aralıklandırılmıştı, ancak bazı tasarım prensipleri açısından biraz zayıftı. Bir çözüm olarak şehir plancıları ve mimarlar, ortak yaratım süreci için halkın üzerine genişlemesi için temel çizgileri belirleyebilirdi. Bu şekilde, toplanma alanlarının ve dolaşım bölgelerinin temel bir yönü, insanların üzerine inşa edebileceği temel işlevi görür.
iii. Önerilen Demo Alanlarını iyileştirme konusunda daha ayrıntılı geri bildirim vermek istedim. Örneğin, ilk çözümdeki duvara bakan banklar biraz anti-sosyaldi, ancak belki bu bazı insanlar için arzu edilir? İyi bir sohbet başlatıcısı olabilir.

Tablo A4.Devamı

iv. Harika bir çalışma, başkalarına daha iyi şehirler inşa etmeleri için ilham vermeye devam edin.
v. Oyun alanlarının yanında su tesislerinin en aza indirilmesi gerektiğini göz önünde bulundurmalısınız. Çocuklar ve bebekler doğrudan erişime sahip olmamalıdır, çünkü bu onların hayatları için tehlike yaratabilir. Çeşmeler istiyorsanız lütfen etrafa koruma önlemleri koyun.
vi. Lütfen daha fazla etkileşim ekleyin. Belki AI ve açık uçlu konuşmaların yanı sıra öncesi ve sonrası görselleri de kullanın.
vii. İnsanlar şehri yaşarlar ve içinde yaşayacakları alanları inşa edebilenlerdir. Şehirler insan ve canlıların birlikte yaşadığı yerler haline gelmelidir.
viii. Model iyi bir araç olma potansiyeli gösteriyor ancak beta durumunda sezgisellikten ve derinlikten yoksun. Plan yapmayanlar ve dijital yerli olmayanlar süreç ve oyunu nasıl 'oynayacaklarını' öğrenmek için daha fazla rehberliğe ihtiyaç duyacaklar - oyunlarla ve üçüncü şahıs bakış açılarıyla rahat olanlar için nispeten doğaldır ancak başkaları için ek rehberliğe ihtiyaç duyulabilir.
ix. Bunu çok oyunculu etkileşimli bir oyun olarak veya VR gibi daha sürükleyici bir ortam olarak görmek harika olurdu.
x. Oyun mekanikleri daha sezgisel olmalı.
xi. Güzel bir deneyimdi!
xii. Oyun oynamak katılımın eğlenceli bir yoludur.
xiii. Güzel iş.

Referanslar

1. Abd Elrahman, AS; Asaad, M. Kentsel tasarım ve kentsel planlama: Teorik ilişki boşluğuna yönelik eleştirel bir analiz. *Ayn Şems Müh. J.*2021, 12, 1163–1173. [ÇaprazRef]
2. Enssle, F.; Kabisch, N. Yaşlıların sosyal etkileşimi, sağlığı ve refahı için kentsel yeşil alanlar - Kentsel ekosistem hizmetleri ve sosyo-çevresel adalete ilişkin bütünlük bir bakış. *Çevre.Bilim.Politikası*2020, 109, 36–44. [ÇaprazRef]
3. Mouratidis, K. Kentsel planlama ve yaşam kalitesi: Yapılı çevreyi öznel refaha bağlayan yolların incelenmesi. *Şehirler*2021, 115, 103229. [ÇaprazRef]
4. Sun, Y.; Li, Y.; Ma, R.; Gao, C.; Wu, Y. Isı riskine bağlı kentsel sosyo-ekonomik kırılganlığın haritalanması: Coğrafi büyük verilerin birleştirilmesiyle ızgara tabanlı bir değerlendirme çerçevesi. *Kentsel İklim*2022, 43, 101169. [ÇaprazRef]
5. Medved, P. Özerk sürdürülebilir mahallelerin yapısal modeline bir katkı: Sürdürülebilir kentsel planlama için yeni sosyo-ekonomik temel. *J. Clean. Prod.*2016, 120, 21–30. [ÇaprazRef]
6. Langer, K.; Decker, T.; Roosen, J.; Menrad, K. Almanya'da vatandaşların rüzgar enerjisini kabul etme ve kabul etmeme durumlarını etkileyen faktörler. *J. Clean. Prod.*2018, 175, 133–144. [ÇaprazRef]
7. Muehlhaus, SL; Egtebas, C.; Seifert, N.; Schubert, G.; Petzold, F.; Klinker, G. Game.UP: Oyunlaştırılmış Kentsel Planlama Katılımının Keşfi, Motivasyonu ve Etkileşimleri Geliştirmesi. *Uluslararası J. Hum. Comput. Interact.*2023, 39, 331–347. [ÇaprazRef]
8. Sepasgozar, SM; Hawken, S.; Sargolzaei, S.; Foroozanfa, M. Akıllı şehirlerin geliştirilmesinde vatandaş merkezli teknolojinin uygulanması: Kentsel teknolojilerin kabulünü tahmin etmek için bir model. *Teknoloji. Tahmin. Sosyal Değişim*2019, 142, 105–116. [ÇaprazRef]
9. Van Oijstaeijen, W.; Van Passel, S.; Cools, J. Kentsel yeşil altyapı: Kentsel planlama perspektifinden değerlendirme araç setlerine ilişkin bir inceleme. *J. Çevre Yönetim*2020, 267, 110603. [ÇaprazRef]
10. Grcheva, O.; Oktay Vehbi, B. Kültürel Miras Yönetimi Karar Alma Sürecinde Kamu Katılımından Ortak Yaratıma. *Sürdürülebilirlik* 2021, 13, 9321. [ÇaprazRef]
11. Mitlin, D. Planlamada vatandaş katılımı: Mahalleden şehre. *Çevre. Kentsel*2021, 33, 295–309. [ÇaprazRef]
12. Sarabi, S.; Han, Q.; L. Romme, AG; de Vries, B.; Valkenburg, R.; den Ouden, E.; Zalokar, S.; Wendling, L. NBS Uygulaması İçin Kentsel Yaşam Laboratuvarlarının Benimsenmesine Yönelik Engeller: Sistemik Bir Bakış Açısı. *Sürdürülebilirlik*2021, 13, 13276. [ÇaprazRef]
13. Stelzle, B.; Jannack, A.; Noennig, JR Ortak Tasarım ve Ortak Karar: İşbirlikçi Tasarım Platformlarında Karar Alma. *Procedia Bilgisayar Bilimleri*2017, 112, 2435–2444. [ÇaprazRef]
14. De Filippi, F.; Coscia, C.; Cocina, GG Kamusal alanın bakımı ve ortak tasarım için Avrupa dijital platformları. *TECHNE-J. Teknoloji. Archit. Çevre*2020, 134–141. [ÇaprazRef]

15. De Toro, P.; Formato, E.; Fierro, N. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin Bölgeselleştirilmesi İçin Bir Değerlendirme Modeli: Kent Çevresi Alanlarının Sürdürülebilirlik Değerlendirmeleri. *Kara*2023, 12, 1415. [ÇaprazRef]
16. coUrbanize. Topluluk Katılım Yazılımı. 2024. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.courbanize.com/> (Haziran 2024'te erişildi).
17. Commonplace. Powering Positive Participation. 2024. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.commonplace.is/> (Haziran 2024'te erişildi).
18. Szarek-Iwaniuk, P.; Senetra, A. Polonya'da BİT'ye Erişim ve Akıllı Bir Şehirde Modern Sosyal Katılım Sürecinde Kentsel Mekanın Ortak Yaratımı - Bir Vaka Çalışması. *Sürdürülebilirlik*2020, 12, 2136. [ÇaprazRef]
19. Junqueira, L.; Freire, AP; Grützmann, A.; Zitzkus, E. Brezilya'da yaşlı yetişkinlerin yasa koyucu e-katılım platformlarına erişimde karşılaştıkları zorluklar ve engeller. *Elektron. J. Enf. Sist. Dev. Ctries.*2023, 89, e12274. [ÇaprazRef]
20. Fumagalli, N.; Fermani, E.; Senes, G.; Boffi, M.; Pola, L.; Inghilleri, P. Yaşlı İnsanlarla Sürdürülebilir Ortak Tasarım: Milano'da (İtalya) Kamusal Bir Restoratif Bahçe Örneği. *Sürdürülebilirlik*2020, 12, 3166. [ÇaprazRef]
21. Lee, Y. Tasarım katılım taktikleri: Ortak tasarım sürecinde tasarımcıların karşılaştığı zorluklar ve yeni roller. *Ortak Tasarım*2008, 4, 31–50. [ÇaprazRef]
22. Arnstein, SR Vatandaş Katılımının Bir Merdiveni. *J. Am. Inst. Planlamacılar*1969, 35, 216–224. [ÇaprazRef]
23. Swapan, MSH Kimler katılıyor ve kimler katılmıyor? Gelişmekte olan ülkeler için toplum katılım modelinin uyarlanması. *Şehirler* 2016, 53, 70–77. [ÇaprazRef]
24. Nocht, T.; Wan, L.; Schooling, JM; Parlikad, AK Kentsel analitiğe sosyo-teknik bir bakış açısı: Kent ölçeğindeki dijital ikizler örneği. *J. Kentsel Teknoloji*.2021, 28, 263–287. [ÇaprazRef]
25. Xiang, OG Kentsel Planlamada Katılımcı Tasarım Oyunları: Dağıtık ve Çok Oyuncululu Çevrimiçi İşbirliği Modeline Doğru. Doktora Tezi, Singapur Ulusal Üniversitesi, Singapur, 2016.
26. Schrotter, G.; Hürzeler, C. Kentsel planlama için Zürih kentinin dijital ikizi. *PFG J. Fotogram. Uzak. Sens. Geoinf. Bilim.* 2020, 88, 99–112. [ÇaprazRef]
27. Kavouras, I.; Sardis, E.; Protopapadakis, E.; Doulamis, A. Sınırlı Ölçekli Müdahale Planlaması için Açık Kaynaklı Çözümlerin Etkinliği. Novel & Intelligent Digital Systems Conferences, Atina, Yunanistan, 29–30 Eylül 2022 Bildirilerinde; Springer: Berlin/Heidelberg, Almanya, 2022; s. 104–112. [ÇaprazRef]
28. Kavouras, I.; Sardis, E.; Protopapadakis, E.; Rallis, I.; Doulamis, A.; Doulamis, N. Ortak Yaratım ve Katılımcı Yaklaşımlarla Geliştirilmiş Düşük Maliyetli Oyunlaştırılmış Kentsel Planlama Metodolojisi. *Sürdürülebilirlik*2023, 15, 2297. [ÇaprazRef]
29. Kavouras, I.; Ioannis, R.; Doulamis, N.; Doulamis, A. Web video kaynaklarından dinamik olarak elle tutulur kültürel miras izleme. 16. Yardımcı Ortamlarla İlgili İzleme Teknolojileri Uluslararası Konferansı Bildirileri (PETRA '23), Korfu, Yunanistan, 5-7 Temmuz 2023; s. 610-616. [ÇaprazRef]
30. Abdeen, FN; Sepasgozar, KOBİ Şehir Dijital İkiz Kavramları: Toplum Katılımına Yönelik Bir Vizyon. *Çevre. Bil. İşl.*2021, 12, 19. [ÇaprazRef]
31. Delaney, J. Minecraft ve kentsel tasarımda eğlenceli kamusal katılım. *Şehir Planı*.2022, 7, 330–342. [ÇaprazRef]
32. Elmerghany, AH; Paulus, G. Kentsel planlamaya halkın katılımını teşvik etmek için bir jeotasarım aracı olarak Minecraft'ın kullanılması. *GI Forumu* 2017, 1, 300–314. [ÇaprazRef]
33. McDaniel, T. *Blok Blok: Halkın Katılımını Artırmak İçin Bir Araç Olarak "Minecraft" Video Oyununun Kullanımı*; Texas Eyalet Üniversitesi: San Marcos, TX, ABD, 2018.
34. de Andrade, B.; Poplin, A.; Sousa de Sena, I. Minecraft, Çocukları Şehir Planlamasına Dahil Etmek İçin Bir Araç Olarak: Brezilya, Tirol Kasabasında Bir Vaka Çalışması. *ISPRS Uluslararası Dergisi Geo-Inf.*2020, 9, 170. [ÇaprazRef]
35. Rossi, S.; Rossi, S.; Rossi, M.; Rossi, S. Kentsel Mekanın Ortak Yaratımı İçin Bir Platform Olarak Minecraft: Gençlerle Bir Vaka Çalışması. 57. Hawaii Uluslararası Sistem Bilimleri Konferansı Bildirilerinde, Honolulu, HI, ABD, 3-6 Ocak 2024.
36. Staniewska, A.; Konopacki, J. Minecraft oyunları ve peyzaj tasarımında kamu katılımı – güncel öğretim deneyimi. *Dünya Trans. Müh. Tek. Eğ.*2021, 19, 238–243.
37. Büyükdemircioğlu, M.; Kocaman, S. Heterojen 3B Şehir Modellerinin Yeniden Oluşturulması ve Etkin Görselleştirilmesi. *Uzaktan Algılama* 2020, 12, 2128. [ÇaprazRef]
38. Rantanen, T.; Julin, A.; Virtanen, JP; Hyypä, H.; Vaaja, MT Kentsel Dijital İkiz Uygulamaları İçin Oyun Motorunda Jeo-uzaysal Veri Entegrasyonunu Açık. *ISPRS Uluslararası Dergisi Geo-Inf.*2023, 12, 310. [ÇaprazRef]
39. Ng, P.; Zhu, S.; Li, Y.; van Ameijde, J. Dijital olarak oyunlaştırılmış ortak yaratım: Katılımcı merkezli bir çerçeve aracılığıyla kentsel tasarımda topluluk katılımının artırılması. *Tasarım Bilim*2024, 10, e17. [ÇaprazRef]
40. Li, X.; Zhang, F.; man Hui, EC; Lang, W. İşbirlikçi atölye çalışması ve toplum katılımı: Çin'de kentsel yenilemeye yeni bir yaklaşım. *Şehirler*2020, 102, 102743. [ÇaprazRef]
41. Dembski, F.; Wössner, U.; Letzgs, M.; Ruddat, M.; Yamu, C. Akıllı Şehirler ve Vatandaşlar İçin Kentsel Dijital İkizler: Herrenberg, Almanya Örneği. *Sürdürülebilirlik*2020, 12, 2307. [ÇaprazRef]
42. Shao, D.; Lee, IJ Kentsel yaşlılarda sosyal sanal gerçekliğin kabulü ve etkileyen faktörler. *Sürdürülebilirlik*2020, 12, 9345. [ÇaprazRef]

43. Zafeiropoulos, C.; Bimpaş, M.; Protopapadakis, E.; Sardis, E.; Doulamis, N.; Doulamis, A.; Maksimoviç, C.; Boskovic, S.; Bozoviç, R.; Lalic, M. euPOLIS projesine giriş. İçinde*Akıllı Dijital Sistemlerdeki Yenilikler*, IOS Press: Amsterdam, Hollanda, 2021; s. 197–206.
44. TNOC Takımı. Şehirlerin Doğası Festivali. 2024. Çevrimiçi olarak mevcuttur:<https://tnoc-festival.com/wp/>(Haziran 2024'te erişildi).
45. euPOLIS ekibi. euPOLIS Oyun İndirme Bağlantısı. 2024. Çevrimiçi olarak kullanılabilir:https://drive.google.com/file/d/1Ok_nT6UuSW0SsBCnhHR9mepoBnRyiD1X/view?usp=sharing(Haziran 2024'te erişildi).
46. euPOLIS ekibi. euPOLIS tarafından Kentsel Planlama Oyunlaştırması. 2024. Çevrimiçi olarak mevcuttur:<https://eupolis-project.eu/2023/06/21/urbanplanning-gamification-by-eupolis/>(Haziran 2024'te erişildi).
47. Liu, Z.; He, Y.; Demian, P.; Osmani, M. Sürdürülebilir Akıllı Şehirler için Sürükleyici Teknoloji ve Bina Bilgi Modellemesi (BIM). *Binalar*2024, 14, 1765.[ÇaprazRef]
48. Opmeer, M.; Dias, E.; De Vogel, B.; Tangerman, L.; Scholten, H. Ortaöğretimde sürdürülebilir mekansal planlama öğretimini destekleyen Minecraft. 10. Uluslararası Bilgisayar Destekli Eğitim Konferansı Bildirileri, Madeira, Portekiz, 15-17 Mart 2018; s. 316-321.

Yasal Uyarı/Yayıncının Notu:Tüm yayınlarda yer alan ifadeler, görüşler ve veriler yalnızca bireysel yazar(lar) ve katkıda bulunan(lar)a aittir ve MDPI ve/veya editör(ler)e ait değildir. MDPI ve/veya editör(ler), içerikte atıfta bulunulan herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan herhangi bir kişi veya mal yaralanmasından sorumlu değildir.