

Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Peyzaj Projelerinin Algılanabilirliğine Etkisi

The Effect of Augmented Reality Technology on the Perceptibility of Landscape Projects

Recep ÖZMİSİR*¹, Hakan DOYGUN¹

¹İzmir Demokrasi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, İzmir, Merkez

Eser bilgisi /Article info

Araştırma makalesi/ Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1729231

*Sorumlu yazar/Corresponding author

Recep ÖZMİSİR

e-mail: recep.ozmisir@idu.edu.tr

Geliş tarihi / Received

30.06.2025

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

19.09.2025

Kabul tarihi / Accepted

20.09.2025

Elektronik erişim / Online available

15.10.2025

Anahtar kelimeler:

Artırılmış gerçeklik

Peyzaj tasarımı

Üç boyutlu modelleme

Keywords:

Augmented reality

Landscape design

Three dimension modelling

Özet

Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojinin peyzaj tasarım projelerinde kullanıcıların mekânsal algı ve görsel değerlendirme süreçlerine etkisi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, AG uygulaması ile geleneksel render görsellerin peyzaj tasarımında görsel algı kriterleri bağlamında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Araştırma kapsamında, örnek bir kış bahçesi tasarımı hem render görseller hem de mobil AG uygulaması ile sunulmuş; İzmir Demokrasi Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden 30 lisans öğrencisi tarafından deneyimlenmiştir. Katılımcılar, algılanabilirlik, detay ve netlik, perspektif ve derinlik, gerçekçilik ile görsel çekicilik ve estetik gibi görsel algı kriterleri doğrultusunda anket formunu doldurmuştur. Toplanan veriler parametrik olmayan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Bulgular, AG uygulamasının özellikle detay, derinlik ve estetik kriterlerinde render görsellere kıyasla anlamlı üstünlük sağladığını göstermiştir. Sonuç olarak, AG teknolojisi peyzaj tasarımında kullanıcı etkileşimini ve mekânsal farkındalığı artırarak, değerlendirme süreçlerinde etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Abstract

The impact of Augmented Reality (AR) technology on users' spatial perception and visual evaluation processes in landscape design projects is gaining increasing significance. The aim of this study is to comparatively evaluate an AR application and conventional render images in the context of visual perception criteria in landscape design. Within the scope of the research, a sample winter garden design was presented both through render images and a mobile AR application, and experienced by 30 undergraduate students from the Department of Landscape Architecture at Izmir Democracy University. Participants completed a questionnaire based on visual perception criteria, including perceptibility, detail and clarity, perspective and depth, realism, and visual appeal and aesthetics. The collected data were analyzed using the non-parametric Wilcoxon Signed-Rank Test. The findings revealed that the AR application demonstrated a statistically significant advantage over render images, particularly in the criteria of detail, depth, and aesthetics. In conclusion, AR technology emerges as an effective tool in landscape design evaluation processes by enhancing user interaction and spatial awareness.

GİRİŞ

Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini fonksiyonel, estetik ve ekolojik işlevleri ön planda tutan tasarımlar yaparak kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda sosyal, kültürel ve çevresel sonuçlara ulaşmak için çevrenin fiziksel, işlevsel ve estetik açıdan düzenlemesini sağlamaktadır (Vroom 2006). Peyzaj projelerinde kullanıcı beklentilerine cevap veren projeler tasarım ilkeleri ile yaratılmakta ve yaşam kalitesini artırmayı hedeflemektedir. (Şişman 2008). Modern teknolojilerin bu süreçlere entegrasyonu, tasarım yaklaşımlarını geliştirme potansiyeline sahiptir.

Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi peyzaj tasarım çalışmalarının her alanında yaygın olarak kullanıma potansiyeli barındırmakla birlikte pratik destek sağlayacağı değerlendirilmektedir (Aksu ve Ercoşkun

2022). Peyzaj tasarımı sürecinin AG teknolojileriyle yeniden değerlendirilmesi, modern tasarım yaklaşımlarında devrim niteliğinde bir değişim sunma potansiyeli barındırmaktadır (Kerr ve Lawson 2020). AG teknolojisi katılımcıya güçlü bir görsel algı ve mekânsal farkındalık sağlamakla beraber gerçek dünya koşulları ile sanal tasarım önerilerinin eş zamanlı entegrasyonunu mümkün kılmaktadır (Kent ve ark. 2021). Bu sayede AG, tasarım ekiplerinin katılımcı paydaşlar ile beraber projeyi mekânsal simülasyonlar, kullanıcı deneyimi testleri ve anlık geri bildirimler ışığında optimize etmesine olanak tanımaktadır (Xu ve ark. 2015). Tasarımın estetik ve işlevsel doğruluk payı artırılarak, peyzaj tasarım projelerinin sürdürülebilirlik, uygulanabilirlik ve kullanıcı memnuniyeti kriterlerine uyumu en üst düzeye çıkarılması hedeflenmektedir (Hunter ve ark. 2021).

Ayrıca, ilgili teknolojiler tasarım ekibinin çalışma süresini ve iş baskısını önemli ölçüde azaltma potansiyeli barındırmaktadır. Tasarım ekibinin hayal gücünü farklı perspektifler kazandırarak harekete geçiren AG teknolojisi belirlenen sorunlara daha iyi çözümler sunabilir (Morosi ve ark. 2018, Demir ve ark. 2022).

Peyzaj Mimarlığı alanında dijital tasarım yöntemleri ve teknolojilerinin tasarım ve planlama süreçlerinde faydalı olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Ancak bu teknolojilerin saha uygulamalarındaki pratik potansiyelleri, hâlâ yeterince değerlendirilmemekte ve sınırlı bir ölçekte kullanılmaktadır. Örneğin, AG uygulamalarının mekânsal algıyı güçlendirdiği ve tasarım kararlarını görselleştirmede önemli avantajlar sağladığı belirtilmesine rağmen uygulama sürecinde donanım, yazılım entegrasyonu ve kullanıcı eğitimi gibi konular, bu teknolojilerin yaygınlaşmasının önünde engel teşkil etmektedir. Bu durum, dijital yöntemlerin saha uygulamalarında daha etkin kullanımını sağlamak için disiplinler arası iş birliği, kapsamlı eğitim programları ve teknolojiye erişimin artırılmasına yönelik stratejik yaklaşımların geliştirilmesini gerektirmektedir (Liu 2020).

Peyzaj tasarım projelerinde AG gibi dijital yöntemlerin bilinirliğini artırmak ve bu teknolojilerin potansiyelini ortaya koymak amacıyla, somut uygulamaların geliştirilmesi ve güncel teknolojilere uyum sağlanması gerekliliği değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, AG teknolojisinin somut uygulama geliştirerek yaygın olarak kullanılan render görsellere kıyasla etkilerinin istatistiksel olarak analiz edilmesidir. Yapılan değerlendirmeden hareketle peyzaj tasarım projelerinin görsel açıdan farklı perspektifler kazandırılarak güçlendirilmiş bir deneyim ile daha etkili bir şekilde sunulması hedeflenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda, yapılan kapsamlı literatür taramaları ve analizler, AG teknolojisinin peyzaj tasarım projelerinde kullanım potansiyelini ve bu teknolojinin mevcut uygulama süreçlerine entegre edilebilirliğini ortaya koymayı hedeflemektedir. Özellikle AG teknolojisinin, kullanıcıların peyzaj projelerini algılama biçimlerine olan etkisini, mekânsal algı ve kullanıcı deneyimi gibi farklı konularda somut verilerle

destekleyerek incelemek, çalışmanın özgün niteliğini ve akademik katkısını güçlendirmektedir. Sonuç olarak, AG'nin Peyzaj Mimarlığı projelerindeki uygulama potansiyelinin keşfi ve bu doğrultuda geliştirilen somut uygulamaların etkilerinin analiz edilmesi, bu çalışmayı literatürdeki benzerlerinden ayıran temel unsurlar arasında yer almaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma peyzaj tasarımında render görseller ve AG deneyimi arasındaki farkların değerlendirilmesine olanak tanıyacak biçimde kurgulanmıştır. Bu doğrultuda çalışma evrenini peyzaj mimarlığı lisans öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmada örnek bir kış bahçesi tasarlanarak, render görseller ve AG uygulaması oluşturulmuştur. Ardından tasarımın render görseller ve AG deneyimi arasındaki nitelik farklarına ait veriler anket formu ile toplanmıştır.

Materyal

Araştırma materyallerini;

- Örnek kış bahçesi modellemesinde kullanılan SketchUP ve Lumion programı öğrenci sürümleri,
- AG uygulaması geliştirmede kullanılan Unity oyun geliştirme platformu ve Vuforia yazılım geliştirme kiti,
- Uygulamanın deneyimlenmesinde kullanılan Samsung Galaxy S9 FE model tablet bilgisayar,
- Toplanan verilerin analizinde kullanılan SPSS programı olarak sıralamak mümkündür.

Yöntem

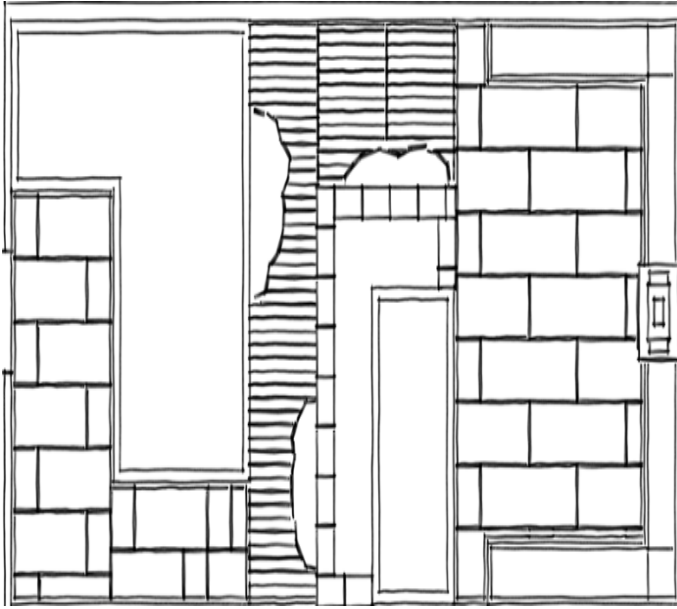
Araştırma Deseni

Araştırmada nicel desenler içinde yer alan tek grup karşılaştırmalı desen (one-group pretest-posttest design) kullanılmıştır. Tek grup karşılaştırmalı desen, aynı örneklem grubunun birden fazla uygulamayı değerlendirerek karşılaştırma yaptığı, bağımsız değişkenlerin etkilerinin incelendiği bir deneysel yöntemdir (Creswell 2014). Tek grup karşılaştırmalı desen, farklı uygulamaların aynı örneklem üzerinde yarattığı etkilerin analiz edilmesi açısından bu

araştırmanın amacına en uygun desen olarak değerlendirilmiştir (Cohen 2002).

Kış Bahçesi

Mekânsal algının anlaşılabilmesi için kapalı bir mekân olacak şekilde kış bahçesi konseptinde örnek bir peyzaj tasarım çalışması gerçekleştirilmiştir. 5 m x 10 m boyutlarına sahip kış bahçesinde iç mekân bitkileri, insan ve su öğeleri kullanılmış ve farklı türden materyallerin bir arada kullanılması ile tasarımda çeşitliliğinin artırılması hedeflenmiştir. Tasarımın biçimsel estetik kompozisyonunda parça-bütün ilişkisi gestalt teoremi kapsamında tasarım ilkeleriyle sağlanmaya çalışılmıştır (Zülkadiroğlu ve Doygun 2016, Yılmaz ve ark. 2019, Hassamancıoğlu ve ark. 2025). Üç boyutlu model oluşturulurken, mobil uygulamanın cihazda akıcı bir şekilde çalışabilmesi için yüzey sayısı ve veri yükü düşük tutulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Kış bahçesi planı (Yazarlar tarafından üretilmiştir)

Render Görsel

Araştırmada render görsel ve AG uygulamasında sunulmak üzere iki farklı üç boyutlu model oluşturulmuştur. Aşağıda sunulan render görseller, yapısal modellemeleri tamamlandıktan sonra, kaplamalar ve bitkisel materyallerin eklenmesi ile son halini almıştır.

Işık efektleri ve fotoğraf iyileştirmeleri yapılarak, görsel estetik değeri yüksek render görseller oluşturulması hedeflenmiştir.



Şekil 2. Kış bahçesi render görseller (Yazarlar tarafından üretilmiştir)

AG Uygulaması

Araştırma kapsamında kış bahçesi tasarımının AG ortamında deneyimlenebilmesi için uygulama geliştirilmiştir. Uygulama Unity oyun motoru platformunda üretilmiştir. 3 boyutlu olarak modellenen peyzaj tasarım projesi platformun içerisine “.fbx” formatında entegre edilmiştir. Mobil uygulama içerisinde deneyimlenen modelde kullanılan materyaller Unity Asset Store kütüphanesinden entegre edilmiştir. Ardından Vuforia yazılım kiti desteği ile Android platformuna “.apk” uzantılı AG mobil uygulaması üretilmiştir. AG uygulamasında yer düzlemi tespiti (ground plane detection) özelliği kullanılarak, kış bahçesi modelinin gerçek dünya üzerinde bir yüzeye oturtulmuştur. Bu sayede fiziksel gerçek dünya ile sanal model üst üste gelerek aynı anda deneyimlenebilmiştir. Mobil uygulama üretim sürecinde tasarım ve geliştirme

aşamaları birbirini besleyen süreçler olması nedeniyle döngü şeklinde beraber çalışılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. AG mobil uygulama tasarım ve geliştirme aşaması
(Yazarlar tarafından üretilmiştir)

Tasarım aşamasından elde edilen uygulamanın geliştirme aşamasında pilot çalışmalar ile eksik yönleri değerlendirildikten sonra tekrar tasarım sürecine girip eksiklerinin giderilmesi sağlanmıştır. AG uygulaması İzmir Demokrasi Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencilerine deneyimletilerek pilot çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Geri beslemeler doğrultusunda, Unity içerisinde peyzaj tasarım projesi organik modellemeler ve kaplamalar ile detaylandırılarak, mobil cihaz optimizasyonu imkân sağladığı ölçüde gerçekçilik artırılmıştır. Mobil uygulama içerisinden alınan ekran görüntüleri Şekil 4’de sunulmuştur.



Şekil 4. AG uygulaması ekran görüntüleri
(Yazarlar tarafından üretilmiştir)

Örneklem Grubu

Çalışma evreni olan Peyzaj Mimarlığı Lisans Programına kayıtlı öğrencilerden rastgele seçilen 30 katılımcı örneklem grubunu oluşturmaktadır. Örneklem, peyzaj tasarım projelerinin paydaşlara aktarılmasında AG teknolojisini ve üç boyutlu render görsel ortamının karşılaştırmalı bir değerlendirmesinin yapılabilmesi ile seçilmiştir. Çalışma evrenini lisans öğrencilerinin oluşturma nedeni, peyzaj tasarım projeleri üzerinde hem teorik bilgiye hem de uygulamalı deneyimlere sahip olmalarıdır.

Örneklem büyüklüğü olan 30 kişilik katılımcı sayısı, literatürde küçük örneklemelerle yürütülen görsel kalite ve kullanıcı algısı çalışmaları bağlamında yeterli ve anlamlı bir büyüklük olarak kabul edilmektedir (Creswell 2014). Ayrıca, deneysel araştırmalarda bu büyüklük, etkili istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesi için uygun bir minimum sınır olarak görülmektedir (Field 2013). Rastgele örneklem yöntemi kullanılarak katılımcıların seçilmesi ile yanlılık ihtimalini azaltmak ve sonuçların genellenebilirliğini artırmak hedeflenmiştir.

Anket Formu

Peyzaj tasarımının ana bileşenleri olarak ifade edilen bitki materyali, su ögesi, konstrüksiyon elemanları gibi unsurların (Waterman 2015) AG ve render ortamlarında kullanıcılar tarafından görsel algı kriterleri çerçevesinde (Bell 2012) karşılaştırılmalı bir biçimde değerlendirilebilmesi amacıyla 21 ifadeden oluşan bir anket formu oluşturulmuştur (Çizelge 1). Görsel algı kriterleri, algılanabilirlik, detay ve netlik, perspektif ve derinlik, gerçekçilik ile görsel çekicilik ve estetik gibi peyzaj bileşenlerinin mekânsal deneyimini şekillendiren temel unsurları içermektedir (Misthos ve ark. 2023). Bu kriterler, kullanıcı deneyimi ve etkileşiminde önemli bir rol oynadığından, peyzaj bileşenlerinin algılanmasındaki farklılıkları incelemek için etkili bir çerçeve sunmaktadır (Clay ve Smidt 2004, Tveit ve ark. 2006).

Anket formunda farklı maddelerin tutarlılığı ve ölçeğin güvenilirliğini sağlama amacıyla SPSS programında Cronbach Alfa testi kullanılmıştır. Cronbach Alfa testi, sosyal bilimlerde ve özellikle anket temelli çalışmalarda

yaygın olarak kullanılan ve literatürde geçerliliği kabul edilmiş bir yöntemdir (Gliem ve Gliem 2003). Peyzaj Mimarlığı alanında görev yapan konu uzmanı

akademisyen görüşleri alınarak anket formu son halini almıştır.

Çizelge 1. Anket formu

Kış Bahçesi Değerlendirme Kriterleri		PUANLAMA				
		Çok Az	Az	Orta	İyi	Çok İyi
GENEL GÖRÜNÜM		1	2	3	4	5
Algılanabilirlik	AG					
Tasarımın algılanabilirliği ve etkileşime girilebilme düzeyi	Render					
Detay ve netlik	AG					
Detayların net ve anlaşılır olma düzeyi	Render					
Perspektif ve derinlik	AG					
Tasarımda derinlik algısının hissedilebilme düzeyi	Render					
Gerçekçilik	AG					
Tasarımın gerçekçi görülebilme düzeyi	Render					
Görsel çekicilik ve estetik	AG					
Tasarımın estetik ve çekici görülme düzeyi	Render					
BITKİ MATERYALI		1	2	3	4	5
Algılanabilirlik	AG					
Tasarımın algılanabilirliği ve etkileşime girilebilme düzeyi	Render					
Detay ve netlik	AG					
Detayların net ve anlaşılır olma düzeyi	Render					
Perspektif ve derinlik	AG					
Tasarımda derinlik algısının hissedilebilme düzeyi	Render					
Gerçekçilik	AG					
Tasarımın gerçekçi görülebilme düzeyi	Render					
Görsel çekicilik ve estetik	AG					
Tasarımın estetik ve çekici görülme düzeyi	Render					
SU ÖGESİ		1	2	3	4	5
Algılanabilirlik	AG					
Tasarımın algılanabilirliği ve etkileşime girilebilme düzeyi	Render					
Detay ve netlik	AG					
Detayların net ve anlaşılır olma düzeyi	Render					
Perspektif ve derinlik	AG					
Tasarımda derinlik algısının hissedilebilme düzeyi	Render					
Gerçekçilik	AG					
Tasarımın gerçekçi görülebilme düzeyi	Render					
Görsel çekicilik ve estetik	AG					
Tasarımın estetik ve çekici görülme düzeyi	Render					
KONSTRÜKSİYON ELEMANLARI		1	2	3	4	5
Algılanabilirlik	AG					
Tasarımın algılanabilirliği ve etkileşime girilebilme düzeyi	Render					
Detay ve netlik	AG					
Detayların net ve anlaşılır olma düzeyi	Render					
Perspektif ve derinlik	AG					
Tasarımda derinlik algısının hissedilebilme düzeyi	Render					
Gerçekçilik	AG					
Tasarımın gerçekçi görülebilme düzeyi	Render					
Görsel çekicilik ve estetik	AG					
Tasarımın estetik ve çekici görülme düzeyi	Render					
KONSEPT		1	2	3	4	5
Tasarımın konseptinin ve ana fikrinin anlaşılma düzeyi	AG Render					

Saha Çalışması

Belirlenen örneklem grubu ile sahada bir öğrenci uygulaması gerçekleştirilmiştir. Örneklem grubuna verilerin sunulmasında tablet bilgisayar kullanılmıştır. Bu kapsamda kullanıcıya ilk olarak kış bahçesi tasarımının render görselleri sunulmuş, ardından AG uygulaması deneyimletilmiştir. Kullanıcıların render görselleri gözlemlemesi ve AG uygulamasını deneyimlemesi bittikten sonra anket formu ile veriler toplanmıştır. Katılımcılara ait görseller, kişisel veri ve gizlilik ilkeleri gereği çalışmaya dahil edilmemiştir.

Veri Toplama ve Analizi

Katılımcıların her iki yönetime ilişkin algıları ve geri bildirimleri, anketler aracılığıyla toplanmıştır. Toplanan veriler, AG ve render görsellerinin peyzaj bileşenlerinin algılanmasındaki etkilerini karşılaştırmak amacıyla istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Toplanan verilerin parametrik test varsayımlarını sağlayıp sağlamadığı belirlenebilmesi için AG seçeneği ve Render seçenekleri için SPSS programında Shapiro-Wilk normallik testleri uygulanmıştır. Shapiro-Wilk testi, küçük ve orta büyüklükteki örneklem gruplarının normal dağılım gösterip göstermediğini test etmek için yaygın olarak kullanılan bir istatistiksel normallik testidir (Shapiro ve Wilk 1965, Razali ve Wah 2011).

Verilerin normal dağılım göstermemesi durumunda, parametrik testlerin varsayımlarını karşılamayan durumlarda non-parametrik yöntemler tercih edilir. Bu bağlamda, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Wilcoxon 1945, Conover 1999, Hollander ve Wolfe 1999). Wilcoxon testi, aynı grup bireylerinden elde edilen iki farklı ölçüm arasında anlamlı bir fark olup olmadığını değerlendirmek için kullanılan parametrik olmayan bir istatistiksel testtir. Bu yöntem, verilerin normal dağılıma uymadığı durumlarda veya küçük örneklem gruplarıyla çalışırken tercih edilir (Field 2013). Aynı grup katılımcılardan alınan bu iki ölçüm arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, araştırmanın amacına ve veri yapısına en uygun yöntem olarak seçilmiştir.

BULGULAR

AG ve Render seçeneklerine verilen cevaplar ayrı ayrı güvenilirlik testine tabi tutulmuştur (Çizelge 2). Yapılan testler sonucunda iki formda da değerleri 0.7 den yüksek olması, iç tutarlılığın ve güvenilirliğin yüksek olduğunu göstermiştir. Normallik varsayımını test etmek için Shapiro-Wilk normallik testi kullanılmış ve bu testin anlamlılık değerinin 0.05'in altında olması durumunda verilerin normal dağılmadığı kabul edilmiştir. Verilerin normallik değerlerine ait yapılan Shapiro-Wilk testi sonuçları aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3). Verilen Çizelgeye göre anlamlılık değeri 0.05 ten düşük çıkmıştır. Analiz sonuçlarına göre verilerin normal dağılım özelliği göstermediği görülmüştür. Bu nedenle parametrik olmayan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır.

Çizelge 2. AG ve Render verileri güvenilirlik testi

AG Formu Güvenirlik Testi			SG Formu Güvenirlik Testi		
Cronbach's Alpha	Standartlaştırılmış Maddelere Dayalı Cronbach's Alfa	Madde Sayısı	Cronbach's Alpha	Standartlaştırılmış Maddelere Dayalı Cronbach's Alfa	Madde Sayısı
.900	.895	21	.906	.907	21

Çizelge 3. Normallik testi analiz sonuçları

	İstati stik	df	Sig.		İstati stik	df	Sig.
Genel Görünüm/Algılanabilirlik/AG	0.683	30	<0.001	Genel Görünüm/Algılanabilirlik/RENDER	0.772	30	<0.001
Genel Görünüm/Detay ve Netlik/AG	0.762	30	<0.001	Genel Görünüm/Detay ve Netlik/RENDER	0.853	30	<0.001
Genel Görünüm/Perspektif ve Derinlik/AG	0.786	30	<0.001	Genel Görünüm/Perspektif ve Derinlik/RENDER	0.872	30	0.002
Genel Görünüm/Gerçekçilik/AG	0.815	30	<0.001	Genel Görünüm/Gerçekçilik/RENDER	0.858	30	<0.001
Genel Görünüm/Görsel Çekicilik ve Estetik/AG	0.769	30	<0.001	Genel Görünüm/Görsel Çekicilik ve Estetik/RENDER	0.876	30	0.002
Bitki Materyali/Algılanabilirlik/AG	0.762	30	<0.001	Bitki Materyali/Algılanabilirlik/RENDER	0.863	30	<0.001
Bitki Materyali/Detay ve Netlik/AG	0.832	30	<0.001	Bitki Materyali/Detay ve Netlik/RENDER	0.883	30	0.003
Bitki Materyali/Perspektif ve Derinlik/AG	0.806	30	<0.001	Bitki Materyali/Perspektif ve Derinlik/RENDER	0.878	30	0.003
Bitki Materyali/Gerçekçilik/AG	0.809	30	<0.001	Bitki Materyali/Gerçekçilik/RENDER	0.812	30	<0.001
Bitki Materyali/Görsel Çekicilik ve Estetik/AG	0.800	30	<0.001	Bitki Materyali/Görsel Çekicilik ve Estetik/RENDER	0.882	30	0.003
Su Ögesi/Algılanabilirlik/AG	0.844	30	<0.001	Su Ögesi/Algılanabilirlik/RENDER	0.862	30	<0.001
Su Ögesi/Detay ve Netlik/AG	0.826	30	<0.001	Su Ögesi/Detay ve Netlik/RENDER	0.862	30	<0.001
Su Ögesi/Perspektif ve Derinlik/AG	0.857	30	<0.001	Su Ögesi/Perspektif ve Derinlik/RENDER	0.903	30	0.01
Su Ögesi/Gerçekçilik/AG	0.872	30	0.002	Su Ögesi/Gerçekçilik/RENDER	0.866	30	<0.001
Su Ögesi/Görsel Çekicilik ve Estetik/AG	0.870	30	0.002	Su Ögesi/Görsel Çekicilik ve Estetik/RENDER	0.911	30	0.016
Konstrüksiyon Materyali/Algılanabilirlik/AG	0.637	30	<0.001	Konstrüksiyon Materyali/Algılanabilirlik/RENDER	0.811	30	<0.001
Konstrüksiyon Materyali/Detay ve Netlik/AG	0.852	30	<0.001	Konstrüksiyon Materyali/Detay ve Netlik/RENDER	0.882	30	0.003
Konstrüksiyon Materyali/Perspektif ve Derinlik/AG	0.783	30	<0.001	Konstrüksiyon Materyali/Perspektif ve Derinlik/RENDER	0.866	30	<0.001
Konstrüksiyon Materyali/Gerçekçilik/AG	0.798	30	<0.001	Konstrüksiyon Materyali/Gerçekçilik/RENDER	0.834	30	<0.001
Konstrüksiyon Materyali/Görsel Çekicilik ve Estetik/AG	0.793	30	<0.001	Konstrüksiyon Materyali/Görsel Çekicilik ve Estetik/RENDER	0.852	30	<0.001
Konsept/AG	0.594	30	<0.001	Konsept/RENDER	0.870	30	0.002

Toplanan veriler SPSS programında analiz edilmiş ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile “AG” ve “Render” yöntemleri arasındaki medyan farkları değerlendirilmiştir. Analiz, 21 farklı görsel algılama kriteri için Z değerlerini ve anlamlılık düzeylerini ortaya koymaktadır. Negatif Z değerleri, AG deneyiminde puanların arttığını; pozitif Z değerleri ise puanların azaldığını göstermektedir. Test sıralaması, deneyim sürecine uygun olarak önce “Render”, ardından “AG” verileri şeklinde yapılmıştır. Böylece iki yöntem arasındaki sıralama farklarının yönü ve istatistiksel anlamlılığı doğru biçimde belirlenmiştir. Analizlerde $p<0.05$ anlamlı, $p<0.01$ çok anlamlı, $p<0.001$ çok güçlü anlamlılık düzeyini ifade ederken, $p<0.1$ sınırda anlamlılık olarak değerlendirilmiştir. Bu durum Çizelge 4’te sırasıyla *, **, *** ve # sembolleri ile gösterilmiştir.

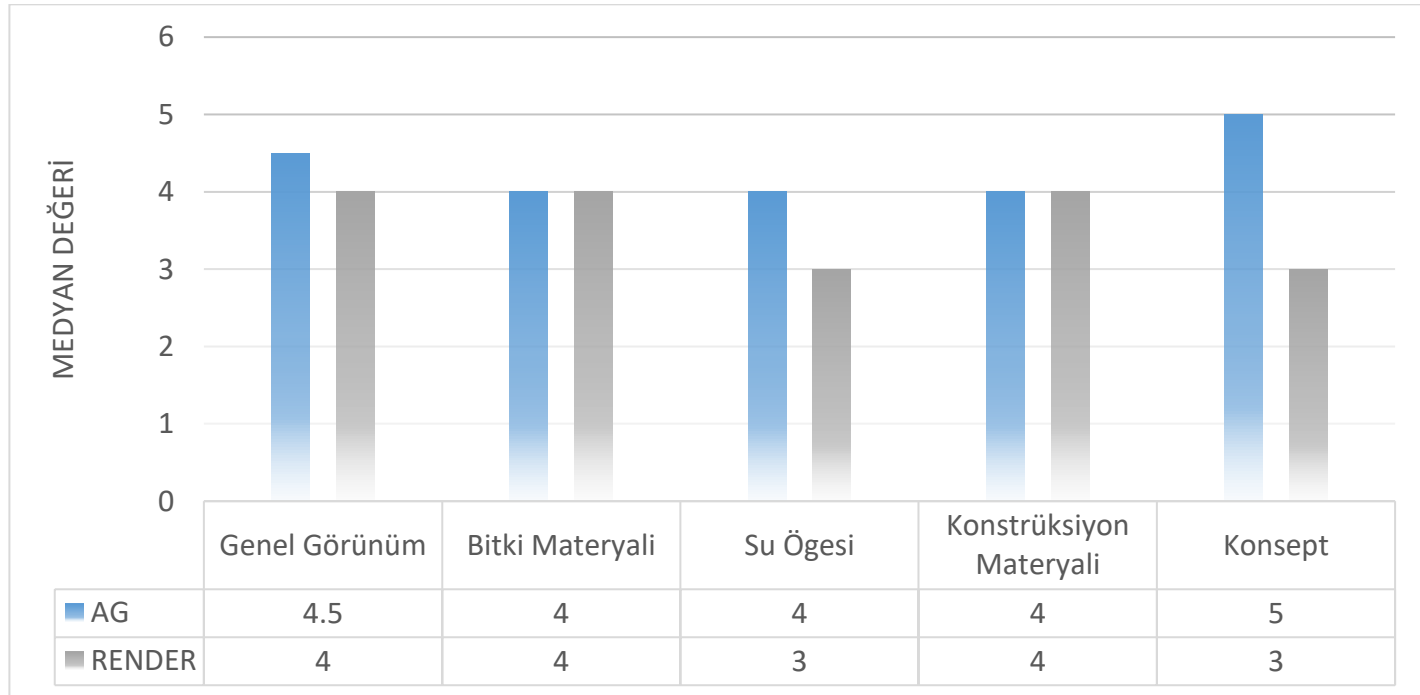
Analiz sonuçlarına göre, Genel Görünüm kategorisinde “Algılanabilirlik”, “Detay ve Netlik”, “Perspektif ve Derinlik” ile “Görsel Çekicilik ve Estetik” kriterlerinde anlamlı farklar elde edilmiştir ($p<0.05$). “Gerçekçilik” kriterinde ise $p=0.056$ ile sınırda anlamlılık gözlenmiştir. Bitki Materyali kategorisinde, “Algılanabilirlik”, “Detay ve Netlik”, “Perspektif ve Derinlik” ve “Görsel Çekicilik ve Estetik” kriterleri $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunurken, “Gerçekçilik” kriteri $p=0.062$ ile sınırda anlamlılık göstermiştir. Su Ögesi kategorisinde “Algılanabilirlik”, “Detay ve Netlik”, “Perspektif ve Derinlik” ve “Gerçekçilik” kriterleri $p<0.05$ düzeyinde anlamlı fark ortaya koyarken, “Görsel Çekicilik ve Estetik” kriteri $p=0.068$ ile sınırda anlamlı bulunmuştur. Konstrüksiyon Materyali kategorisinde “Algılanabilirlik”, “Detay ve Netlik”, “Perspektif ve Derinlik” ve “Görsel Çekicilik ve Estetik” kriterlerinde anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0.05$). Son olarak, Konsept kategorisinde $p<0.001$ düzeyindeki sonuç, AG’nin render yöntemine göre belirgin bir üstünlüğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4. Wilcoxon testi analiz sonuçları

Ana Bileşen	Görsel Algılama Kriterleri	Z değeri	Asmpt. Anlm. (2-Kuyruklu)	AG Medyan	AG Ort.	Render Medyan	Render Ort.
Genel Görünüm	Algılanabilirlik	-2.695	0.007 **	5	4.53	4	4.03
	Detay ve Netlik	-3.223	0.001 **	4	4.33	3	3.57
	Perspektif ve Derinlik	-2.179	0.029 *	4.5	4.23	4	3.70
	Gerçekçilik	-1.911	0.056 #	4	4.13	4	3.63
	Görsel Çekicilik ve Estetik	-2.706	0.007 **	4.5	4.33	4	3.63
Bitki Materyali	Algılanabilirlik	-2.306	0.021 *	4	4.33	4	3.87
	Detay ve Netlik	-2.024	0.043 *	4	4.07	3	3.47
	Perspektif ve Derinlik	-2.874	0.004 **	4	4.13	4	3.57
	Gerçekçilik	-1.867	0.062 #	4	4.00	4	3.50
	Görsel Çekicilik ve Estetik	-2.856	0.004 **	4	4.23	4	3.60
Su Ögesi	Algılanabilirlik	-2.041	0.041 *	4	3.77	3	3.43
	Detay ve Netlik	-2.004	0.045 *	4	3.67	3	3.20
	Perspektif ve Derinlik	-2.568	0.010 **	4	3.87	3	3.30
	Gerçekçilik	-2.008	0.045 *	4	3.60	3	3.17
	Görsel Çekicilik ve Estetik	-1.826	0.068 #	4	3.70	3	3.30
Konstrüksiyon Materyali	Algılanabilirlik	-2.782	0.005 **	5	4.53	4	4.03
	Detay ve Netlik	-2.246	0.025 *	4	4.00	3.5	3.53
	Perspektif ve Derinlik	-2.104	0.035 *	4.5	4.03	4	3.77
	Gerçekçilik	-1.911	0.056 #	4	4.03	3.5	3.63
	Görsel Çekicilik ve Estetik	-2.413	0.016 *	4	4.27	4	3.77
Konsept	-	-4.388	0.001 ***	5	4.70	3	3.47

Elde edilen verilerin medyan değerleri üzerinden yapılan karşılaştırma sonucunda, tüm başlıklarda AG deneyimine verilen puanların, Render sunumuna kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Peyzajın ana bileşen kategorileri

bazında her iki sunum tekniğine ait medyan puanlar dikkate alınarak oluşturulan karşılaştırmalı sonuçlar Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5. AG ve RENDER medyan değerleri

TARTIŞMA

Çalışmanın amacı peyzaj tasarım sürecinde render görsel ile karşılaştırılması için mobil AG uygulaması geliştirilerek, kullanıcı görüşleri ile detaylı bir biçimde değerlendirilmesidir. Bu kapsamda ulaşılan bulgular, belirlenen kategorilerde istisna olan birkaç kriter dışında AG ve render yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğunu göstermiştir. AG teknolojisinin mekânsal öğrenmeyi kolaylaştırması ve tasarım ile bağ kurmasına yardımcı bir yöntem olması nedeni ile (Agusanto ve ark. 2003, Fischer ve ark. 2005, Amin ve Govilkar 2015, Korkut ve Sürer 2023) kullanıcılar tarafından render görsellere kıyasla daha yüksek puan aldığı söylenebilir.

Medyan değerleri üzerinden yapılan karşılaştırmada, tüm başlıklarda AG deneyimine verilen puanların render sunumuna kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, istatistiksel analiz sonuçlarıyla da tutarlılık göstermekte ve AG teknolojisinin görsel algılanabilirlik açısından üstünlüğünü desteklemektedir.

AG teknolojisinin daha yenilikçi bir deneyim sunması ve peyzaj bileşenlerini algılamada kullanıcılara daha fazla etkileşim sağlaması nedeniyle render görsellere göre daha etkili bir araç olduğu görülmüştür. Özellikle "perspektif ve derinlik" ile "detay ve netlik" gibi özelliklerde AG'nin öne çıkması, Gülel ve Arabacıoğlu (2019)'nın yaptıkları çalışmada olduğu gibi mekânsal algıda çok boyutlu deneyimin önemini yansıtmaktadır. Benzer şekilde Wang ve ark. (2023) AG teknolojilerinin öğretme etkinliğini, öğrenci motivasyonunu ve iletişimi geliştirerek mimari eğitimi olumlu yönde etkilediğini vurgulamışlardır. Render görseller, statik ve tek yönlü bir sunum biçimi sağlarken; AG uygulaması, kullanıcıya dinamik ve etkileşimli bir deneyim sunarak, tasarım unsurlarının farklı açılardan incelenmesine ve mekânsal algının derinleşmesine imkân tanımaktadır. Bu etkileşim düzeyi, kullanıcıların puanlama tercihlerini belirleyen temel faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Wilcoxon testi sonuçlarına göre, "Detay ve Netlik", "Perspektif ve Derinlik" ve "Görsel Çekicilik ve Estetik" gibi kriterlerde AG yöntemi, render görsellerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklar göstermiştir. Bu durum,

AG teknolojisinin dinamik ve interaktif yapısının kullanıcılara daha gerçekçi bir deneyim sunmasıyla ilişkilendirilebilir. Özellikle "Konsept" kategorisindeki yüksek anlamlılık düzeyi ($p<0.001$), AG'nin tasarım sürecinde genel konsept algısına olan etkisinin güçlü bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde, Song ve ark. (2022) ile Soria ve Roth (2018) çalışmalarında, peyzaj tasarımında AG teknolojisinin kullanılması ile mekânsal algının geliştiğine yönelik sonuçlara ulaşılmıştır.

AG uygulamalarının kullanıcı deneyimini iyileştirerek tasarım karar alma süreçlerinde daha bilgilendirici ve interaktif bir araç olarak değerlendirilmesi, peyzaj mimarlığında tasarım değerlendirme süreçlerine yönelik önemli bir katkı olarak değerlendirilebilir. Wang'ın (2009) ve yaptığı çalışmaya benzer olarak AG uygulamalarının, kullanıcı deneyimini iyileştirerek tasarım karar alma süreçlerinde daha bilgilendirici ve interaktif bir araç olarak öne çıktığı görülmüştür. Örneğin, "Bitki Materyali" ve "Su Ögesi" kategorilerinde, "Detay ve Netlik" ile "Görsel Çekicilik ve Estetik" kriterlerinde elde edilen anlamlı farklar ($p<0.05$), AG'nin peyzaj elemanlarının daha etkili bir şekilde sunumuna katkı sağladığını göstermektedir. Render görsellerine oranla daha gerçekçi ve ayrıntılı bir algı oluşturmaya, AG'nin meslek alanında yaygınlaşmasını destekleyecek bir bulgu olarak yorumlanabilir. Özellikle "Konsept" kategorisindeki yüksek anlamlılık düzeyi ($p<0.001$), AG'nin tasarım sürecinde konsept kavramının paydaşlara aktarımında güçlü bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bu bulgu Sungkur ve ark. (2016)'nın AG ile öğrenme, öğrencilerin materyali daha kolay görselleştirebildiği ve karmaşık kavramları kolayca anlayabildiği bulgusuyla benzer olarak değerlendirilerek, karmaşık ve anlaşılması zor konularda AG kullanımının olumlu katkı sağladığını göstermektedir.

Toplanan verilerde, tüm kategoriler altında Algılanabilirlik kriterinin en yüksek, Gerçekçilik kriterinin ise en düşük puanı aldığı görülmüştür. Bu durum, Gülbahar (2019) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstererek, kullanıcıların AG uygulamalarında deneyimledikleri modelin algılanabilirliğini başarılı bulduklarını ortaya koymaktadır. Gerçeklik kriterinin

düşük puan alması, Gülel ve Arabacıoğlu (2019) çalışmasında vurgulandığı gibi, AG uygulamalarının içerdiği materyalin gerçekçilik düzeyinin geliştirilmesi gerekliliği ile örtüşmektedir. Benzer şekilde, Tomkins ve Lange (2019), kullanıcıların AG destekli görselleştirme araçlarında daha yüksek bir gerçeklik algısına ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Ulaşılan sonuca benzer olarak Zhao ve Perera (2021) AG uygulamalarının Peyzaj Mimarlığı alanında etkili olması için kullanılan sanal modellerin gerçekçi olması gerektiğini, gerçekçi olmanın mekansal algıyı artırarak, AG deneyimini peyzaj tasarımı projeleri için daha sürükleyici ve faydalı hale getirdiği sonucuna ulaşmışlardır. İlgili ifadelerden hareketle AG uygulamasının gerçeği yansıtırma düzeyinin mekân algısında önemli olduğu söylenebilir.

Araştırmada kullanıcı deneyimi sırasında AG uygulamasının deneyimlendiği donanımın teknik sınırları bulguları etkileyen faktörler olarak sıralanabilir. Bu durum, AG uygulamasının görsel zenginliğini ve detay seviyesini sınırlayan bir diğer faktör haline gelerek çalışmanın görsel unsurlarının detay seviyesini etkileyerek kullanıcı deneyimlemelerinde sınırlayıcı bir etki yaratmış olabileceği değerlendirilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma kapsamında geliştirilen mobil AG uygulaması ile render görselleri, peyzaj tasarım projelerinin görsel algılanabilirlik kriterleri üzerinden karşılaştırılmıştır. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçlarına göre, AG yöntemi özellikle Detay ve Netlik, Perspektif ve Derinlik ve Görsel Çekicilik ve Estetik kriterlerinde render görsellerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklar göstermiştir ($p < 0.05$). Ayrıca Gerçekçilik kriterinde $p < 0.001$ düzeyinde anlamlılık elde edilmiştir. Konsept kategorisinde ise $Z = -4.388$ değeri ile AG, render yöntemine göre belirgin bir üstünlük sergilemiştir. Ortalama puanlar incelendiğinde, tüm ana bileşenlerde AG'nin rendera kıyasla daha yüksek puan aldığı görülmüştür; en yüksek fark "Perspektif ve Derinlik" kriterinde, en düşük fark ise "Gerçekçilik" kriterinde ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlar, AG teknolojisinin peyzaj tasarımında mekânsal algıyı güçlendiren, etkileşimi artıran ve kullanıcıya üç boyutlu gerçek ölçekli bir deneyim sunan etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen verilere göre render görseller hâlen yüksek kaliteli sunumunda avantaj sağlamaktadır. Dolayısıyla iki yöntemin tamamlayıcı olarak kullanılması, tasarım sürecinde daha bütüncül ve ikna edici bir iletişim sağlayacaktır.

Tasarım eğitimi perspektifinden bakıldığında, AG'nin öğrencilere tasarım mekânını yerinde deneyimleme, detaylı inceleme ve anlık geri bildirim alma imkânı sunduğu görülmüştür. Bu hem öğrenci motivasyonunu artırmakta hem de projelerin eleştirel değerlendirme sürecine katkı sağlamaktadır. Profesyonel uygulamalarda ise AG, müşteri ve paydaş katılımını güçlendirerek karar alma süreçlerini hızlandırma potansiyeline sahiptir.

Araştırmanın sınırlılıkları arasında örneklem büyüklüğünün 30 kişi ile sınırlı olması, katılımcı profilinin tek tipte olması ve AG deneyiminin belirli bir donanım kapasitesi ile sunulmuş olması sayılabilir. Gelecekteki çalışmalar, farklı yaş, meslek ve teknoloji deneyimine sahip daha geniş katılımcı gruplarıyla, gelişmiş donanım ve yüksek gerçeklik düzeyine sahip sanal modellerin kullanımıyla yapılmalıdır. Ayrıca, AG deneyimlerinin çevresel faktörler (ışık, mekân ölçeği vb.) ve kullanıcı davranışları üzerindeki etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, AG teknolojisi, peyzaj mimarlığında hem tasarım eğitimi hem de profesyonel proje sunumları için yenilikçi, etkileşimli ve kullanıcı odaklı bir araçtır. Render görsellerle birlikte kullanıldığında, tasarımın algılanabilirliğini, ikna ediciliğini ve etkileşim düzeyini önemli ölçüde artırma potansiyeli taşımaktadır.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışmada İzmir Demokrasi Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 02/07/2024 tarih ve 2024/03-03 sayılı kararı ile etik kurul izni alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Aksu NS, Ercoşkun ÖY (2022) Augmented reality (AR) applications in sustainable urban planning. *Journal of Management Theory and Practices Research*, 3(1):39-53. <https://journals.academicianstudies.com/jmtp/article/view/33>
- Amin D, Govilkar S (2015) Comparative study of augmented reality SDKs. *International Journal on Computational Science & Applications*, 5(1):11-26. <https://doi.org/10.5121/ijcsa.2015.5102>
- Bell S (2012) *Landscape: Pattern, Perception and Process*. Routledge.
- Clay GR, Smidt RK (2004) Assessing the validity and reliability of descriptor variables used in scenic highway analysis. *Landscape and Urban Planning*, 66(4):239-255. [https://doi.org/10.1016/s0169-2046\(03\)00114-2](https://doi.org/10.1016/s0169-2046(03)00114-2)
- Cohen L, Manion L, Morrison K (2002) *Research Methods in Education*. Routledge.
- Conover WJ (1999) *Practical Nonparametric Statistics* (3rd Ed.). John Wiley & Sons.
- Creswell JW (2014) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Demir M, Özmiş R, Yanık H (2022) Augmented Reality Technology Aided Vertical Garden Design. International MEDITERRANEAN Congress, Mersin, Turkey.
- Field (2013) *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th Ed.). London: Sage Publications.
- Fischer J, Bartz D, Straber W (2005) Stylized Augmented Reality for Improved Immersion. In IEEE Proceedings. Virtual Reality, pp. 195-202).
- Gliem JA, Gliem RR (2003) Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. In *Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education*, 1:82-87.
- Gülbahar K (2019) Mimarlık eğitiminde artırılmış gerçeklik tabanlı mobil uygulama önerisi: StudioArtTool Box. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Gülel Z, Arabacıoğlu BC (2019) Arttırılmış gerçekliğin (AG) mekan tasarımı eğitiminde kullanımına potansiyeller ve kısıtlamalar ışığında güncel bir bakış. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, (23):151-177.
- Hassamancıoğlu VM, Yılmaz G, Çelik A, Erdoğan S (2025) Kentsel açık yeşil alanların kuraklık peyzaj tasarımına uygunluğunun değerlendirilmesi: Tokat Kenti örneği. *Research in Agricultural Sciences*, 56(1):50-65. <https://doi.org/10.17097/agriculturetauni.1508760>
- Hollander M, Wolfe DA (1999) *Nonparametric Statistical Methods* (2nd Ed.). John Wiley & Sons.
- 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*, 48:75-99. <https://doi.org/10.55612/s-5002-048-004>
- Agusanto K, Li L, Chuangui Z, Wan Sing N (2003) Photorealistic rendering for augmented reality using environment illumination. The Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Proceedings, Tokyo, Japan, pp. 208-216.
- Kent L, Snider C, Gopsill J, Hicks B (2021) Mixed reality in design prototyping: a systematic review. *Design Studies*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2021.101046>.
- Kerr J, Lawson G (2020) Augmented reality in design education: landscape architecture studies as AR experience. *International Journal of Art & Design Education*, 39(1):6-21. <https://doi.org/10.1111/jade.12227>
- Korkut EH, Sürer E (2023) Visualization in virtual reality: a systematic review. *Virtual Reality*, 27(2):1447-1480. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00753-8>
- Liu M, Nijhuis S (2020) Digital methods for mapping landscape spaces in landscape design. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 2020(5):634-645. <https://doi.org/10.14627/537690065>
- Misthos LM, Krassanakis V, Merlemis N, Kesidis AL (2023) Modeling the visual landscape: a review on approaches, methods and techniques. *Sensors*, 23(19):8135.
- Morosi F, Carli I, Caruso G, Cascini G, Dhokia V, Ben Guefrache F (2018) Analysis of Co-Design Scenarios and Activities for the Development of a Spatial-Augmented Reality Design Platform. In DS 92: Proceedings of the DESIGN, 15th International Design Conference (pp. 381-392). <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0504>
- Razali NM, Wah YB (2011) Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1):21-33.
- Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4):591-611. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Song G, Li Y, Zhang LM (2022) Landscape fusion method based on augmented reality and multiview reconstruction. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2022(1):5894236.
- Soria C, Roth M (2018) Unreal reality: an empirical investigation of augmented reality effects on spatial cognition in landscape architecture. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 3:150-162.
- Sungkur RK, Panchoo A, Bhoyroo NK (2016) Augmented reality, the future of contextual mobile learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 13(2):123-146. <https://doi.org/10.1108/ITSE-07-2015-0017>
- Tomkins A, Lange E (2019) Interactive landscape design and flood visualisation in augmented reality. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(2):43.
- Tveit M, Ode Å, Fry G (2006) Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape Research*, 31(3):229-255. <https://doi.org/10.1080/01426390600783269>
- Vroom M (2006) *Lexicon of Garden and Landscape Architecture*. Birkhäuser, ISBN: 9783764375256.
- Wang X (2009) Augmented reality in architecture and design: potentials and challenges for application. *International Journal of Architectural Computing*, 7(2):309-326. <https://doi.org/10.1260/147807709788921985>
- Wang J, Ma Q, Wei X (2023) The application of extended reality technology in architectural design education: a review. *Buildings*, 13(12):2931. <https://doi.org/10.3390/buildings13122931>
- Waterman T (2015) *The Fundamentals of Landscape Architecture*. Bloomsbury Publishing.
- Wilcoxon F (1945) Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics*, 1(6):80-83. <https://doi.org/10.2307/3001968>
- Xu X, Chen KB, Lin JH, Radwin RG (2015) The accuracy of the oculus rift virtual reality head-mounted display during cervical spine mobility measurement. *J. Biomech.*, 48:721-724. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.01.005>
- Yılmaz S, Eren ET, Alpak M (2019) Peyzaj Tasarımında Estetik. In SETSCI-Conference Proceedings, 10:61-65.
- Zhao J, Perera C (2021) Application of computer augmented reality (AR) technology in landscape architecture design. In International conference on Smart Technologies and Systems for Internet of Things, pp:375-381, Singapore: Springer Nature Singapore.
- Zülkadiroğlu D, Doygun H (2016) Kentsel akarsuların korunmasına yönelik peyzaj planlama ve tasarım ilkeleri geliştirilmesi: Kahramanmaraş Kenti örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 6(13).