



Koroner Arter Hastalıklarının Yönetiminde Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Virtual Reality Applications in the Management of Coronary Artery Diseases

Şule Çiloğlu¹, Şerife Şeyma Yaylacı², Ayşe Beyza Paçacı³, Cansu Şahbaz Pirinççi⁴,

ÖZET

Koroner arter hastalığı, dünya genelinde başlıca ölüm nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu hastalığın yönetiminde çeşitli tedavi yaklaşımları uygulanmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri olan kardiyak rehabilitasyon; iyileşme sürecini desteklemek, yaşam kalitesini artırmak ve hastaneye yeniden yatış riskini azaltmak açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, geleneksel kardiyak rehabilitasyon programlarına katılım oranları genellikle düşüktür. Bu nedenle, özellikle sanal gerçeklik sistemleri gibi yeni teknolojik yaklaşımlar, alternatif bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamaları, bireylere motive edici ve sürükleyici bir dijital ortam sunarak rehabilitasyon programlarına devamlılığı artırmada etkili olmaktadır. Koroner arter hastalığı olan bireylerde sanal gerçeklik uygulaması; egzersiz kapasitesi, motivasyon, stres ve anksiyete yönetimi gibi birçok parametre üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır. Bu derleme çalışmasının amacı; koroner arter hastalığı bulunan bireylerde sanal gerçeklik teknolojisinin, tedavi sürecinin önemli bir bileşeni olan kardiyak rehabilitasyondaki rolünü değerlendirmek, bu uygulamaların fiziksel, psikolojik ve motivasyonel etkilerini ortaya koymak ve literatür doğrultusunda potansiyel faydaları ile mevcut sınırlılıklarını kapsamlı bir şekilde analiz etmektir.

Anahtar Kelimeler: Koroner arter hastalığı, sanal gerçeklik uygulamaları, kardiyak rehabilitasyon

ABSTRACT

Coronary artery disease is recognized as one of the leading causes of death worldwide. Various treatment approaches are utilized in the management of this condition. One such approach is cardiac rehabilitation, which plays a critical role in supporting recovery process, improving quality of life, and reducing the risk of hospital readmission. However, participation rates in traditional cardiac rehabilitation programs are often low. As a result, new technological approaches, particularly virtual reality systems, have emerged as promising alternatives. Virtual reality applications offer individuals an engaging and motivating digital environment, thereby enhancing adherence to rehabilitation programs. Virtual reality application in individuals with coronary artery disease; It provides positive effects on many parameters such as exercise capacity, motivation, stress and anxiety management. The aim of this review is to evaluate the role of virtual reality technology in the cardiac rehabilitation process, which constitutes a crucial component of treatment for individuals with coronary artery disease. Furthermore, this study seeks to examine the physical, psychological, and motivational effects of virtual reality applications, and to comprehensively analyze their potential benefits and current limitations based on the existing literature.

Keywords: Coronary artery disease, virtual reality applications, cardiac rehabilitation

¹ Fizyoterapist, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye. ORCID: 0009-0005-8265-4044 (**Sorumlu Yazar**)

² Araştırma Görevlisi, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Konya, Türkiye. ORCID: 0009-0003-5607-1641

³ Fizyoterapist, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye. ORCID: 0009-0007-9315-5704

⁴ Doç. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye. ORCID: 0000-0002-3921-0721

Sorumlu Yazar: Şule Çiloğlu, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, e-posta: sulciloglu07@icloud.com



Bu eser [Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile lisanslanmıştır.

GİRİŞ

Günümüzde koroner arter hastalıklarının (KAH) dünyada ve ülkemizde morbidite ve mortalite nedeni olduğu ve görülme sıklığının hızla arttığı bilinmektedir (Güner ve Nural, 2020). KAH, koroner arterlerde aterosklerotik plakların oluşumu ile karakterize bir klinik tablodur ve başlangıçta asemptomatik seyredebilir (Shahjehan vd., 2024). İskemik kalp hastalığı olarak da adlandırılan bu durum, stabil anjina, akut koroner sendromlar ve sessiz miyokardiyal iskemiyi içeren geniş bir klinik spektrumu kapsar. Hastalığa bağlı mortalite oranları oldukça yüksek olup ölüm vakalarının önemli bir bölümü doğrudan bu patolojiye atfedilmektedir (Wolf vd., 2024). KAH, hem Amerika Birleşik Devletleri'nde hem de dünya genelinde başlıca ölüm sebeplerinden biridir. 20. yüzyılın başlarında nadir görülen bir ölüm nedeni olan KAH, 1960'ların ortasında mortalite oranlarında zirve yapmış ve ilerleyen yıllarda ise bir düşüş göstermiştir. Buna rağmen, KAH günümüzde küresel ölçekte en önde gelen ölüm nedenleri arasında yer almaya devam etmektedir (Dalen vd., 2014; Camici ve Liberale, 2017).

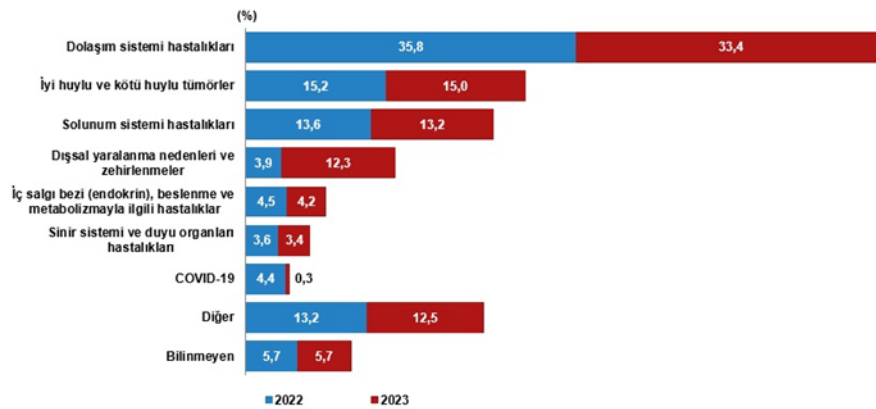
Etiyolojik faktörler, değiştirilemeyen ve değiştirilebilir olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmektedir. Değiştirilemeyen risk faktörleri arasında yaş, cinsiyet, genetik yatkınlık ve aile öyküsü yer alırken; değiştirilebilir risk faktörleri hipertansiyon, sigara kullanımı, obezite, dislipidemi ve psikososyal faktörleri kapsamaktadır (Bauersachs vd., 2019).

Hastalık yönetiminde cinsiyet, yaş ve genetik geçiş yatkınlık gibi risk faktörleri değiştirilmezken, kilo yönetimi, tütün kullanımı, beslenme ve düzenli egzersiz gibi risk faktörleri yönetilebilmektedir. (Avrupa Kardiyoloji Derneği [ESC], 2013).

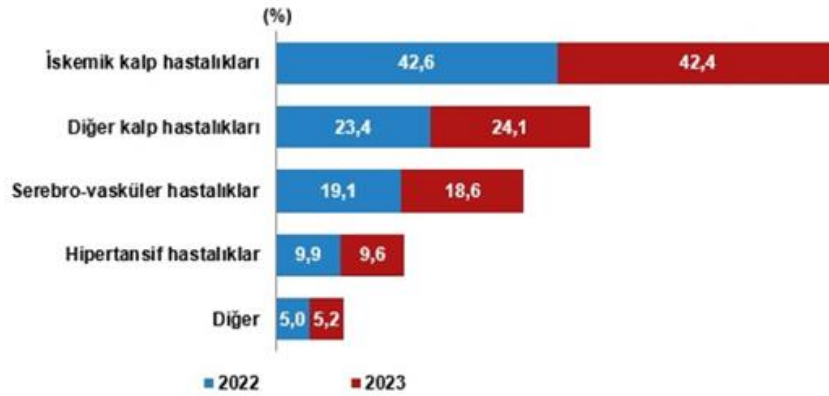
Gelişmiş ülkelerde KAH insidansında gözlemlenen azalma, akut tedavi yöntemlerindeki gelişmeler ve birincil/ikincil korunma stratejilerinin etkinliğine bağlanmaktadır. Bununla birlikte, demografik değişiklikler, göç ve yaşlanma gibi faktörler, küresel düzeyde koroner olayların sayısında belirgin bir azalma görülmesini engellemektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise, batı tipi beslenme alışkanlıklarının ve sedanter yaşam tarzının yaygınlaşması KAH insidansında artışa neden olmaktadır (Ferreira-González, 2014).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 2023 yılında ölümlerin %33,4'ü dolaşım sistemi hastalıklarına bağlı olarak gerçekleşmiştir. Bu ölümlerin %42,4'ü ise iskemik kalp hastalıklarına atfedilmiştir (TÜİK, 2023) (Şekil 1, Şekil 2).

Şekil 1. 2023 Yılındaki Ölüm Nedenlerinin İstatistik Verileri



Şekil 2. 2023 Yılındaki Dolaşım Sistemi Hastalıkları Kaynaklı Ölüm Nedenlerinin İstatistik -Verileri



Küresel ölçekte, iskemik kalp hastalığı, 2019 yılında tüm ölümlerin %16'sını oluşturarak en yaygın kardiyovasküler hastalık olarak belirlenmiştir. 2021 yılında iskemik kalp hastalığı, dünya genelinde 9,4 milyon ölüme ve 185 milyon sakatlığa uyarlanmış yaşam yılına neden olarak küresel sağlık yükünün önemli bir parçası olmuştur. 2040 yılına kadar, iskemik kalp hastalığının 10,8 milyon ölüme yol açacağı öngörülmektedir (Vaduganathan vd., 2022; Foreman vd., 2018).

KAH yönetiminde kullanılan tedavi yaklaşımları medikal tedavi, yaşam tarzı değişiklikleri ve kardiyak rehabilitasyon gibi çok yönlü yaklaşımları içermektedir. Kardiyak rehabilitasyon, KAH olan kişilerde iyileşmeyi hızlandıran, kardiyovasküler mortalite ve hastaneye yatış riskini azaltan, sağlıklı ilgili yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyen bir yöntemdir (Akıncı ve Zeren, 2022). Fakat geleneksel rehabilitasyon programlarına hasta katılımının düşük olması nedeniyle bu yaklaşımların etkinliği sınırlanmaktadır (Neubeck vd., 2009). Bu bağlamda bireylerin katılımını destekleyecek yeni alternatif yöntemler göz önüne alınmalıdır. Bunlardan biri olan yeni teknolojik yöntemlerden sanal gerçeklik (Virtual Reality, VR) uygulamalarının önemi giderek artmaktadır.

Sanal gerçeklik kullanıcıyı etkileşimli ve üç boyutlu bir dijital ortamda fiziksel olarak bulunabiliyormuş gibi hissettirebilmekte ve bu sayede eğitim, simülasyon ve rehabilitasyon alanlarında başarılı uygulamalara imkan tanımaktadır (Riva vd., 2019). Sanal gerçeklik, kardiyovasküler hastalıkların yönetiminde farklı faz evrelerinde çeşitli yaklaşımlara sahiptir (Javaid ve Khan, 2022). Sanal gerçekliğin kardiyak rehabilitasyon programlarında farklı parametreler üzerinde olumlu etkiler gösterdiği görülmektedir (García-Bravo vd., 2021). Bunlar arasında egzersiz kapasitesinin artırılması, anksiyete ve depresyon düzeylerinin azaltılması, ağrı kontrolü, motivasyonun güçlendirilmesi ve rehabilitasyon sürecine katılımın artırılması yer almaktadır (Chen vd., 2022). Ayrıca oyunlaştırılmış sanal gerçeklik sistemleri (exergaming), tedavi süreçlerine eğlence ve etkileşim katmak suretiyle özellikle uzun süreli rehabilitasyon programlarında sürekliliği sağlamaya yardımcı olmaktadır (Choi vd., 2017). bağlamda, sanal gerçeklik teknolojisinin KAH'ye sahip bireylerde fiziksel ve biyopsikososyal etkilerini sistematik biçimde incelemek giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışma, mevcut literatür doğrultusunda KAH hastalarında sanal gerçeklik teknolojilerinin rehabilitasyon sürecindeki rolünü, potansiyel faydalarını ve sınırlılıklarını kapsamlı biçimde analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Sanal Gerçeklik Nedir?

Sanal gerçeklik, İngilizce “virtual ve reality” kelimelerinin birleşmesiyle meydana gelen bir terimdir (Buztepe ve Çapık, 2024). Sanal gerçeklik kavramı ile hayal ürünü içerikler gerçek hayata uyarlanabilmektedir. Günümüzde geliştirilen ileri teknolojiler ve yöntemler sayesinde, sanal gerçeklikte duysal deneyimlerimiz kısmen veya tamamen yeniden şekillendirilebilmektedir (Çelikcan, 2022). Başarılı bir sanal deneyim ile, kişilerde fiziksel olarak sanal ortamda bulunuyormuş gibi bir his oluşturulur. Sürükleyici olmayan (nVR), yarı sürükleyici (sVR) ve sürükleyici (ıVR) olmak üzere sanal gerçeklik üç farklı kategoriye ayrılır. nVR’da, iki boyutlu (2B) görüntüler, ses çıkışı, oyun çubukları üreten bir ekran kullanırken, sVR’da bunlara ek olarak vücut sensörleri de bulunmaktadır. ıVR, görsel-işitsel kontrolörler aracılığıyla yüksek kaliteli üç boyutlu görüntüler sunmaktadır (Burrai vd., 2018). Sanal gerçeklik, sağlık bilgilerini gerçek zamanlı olarak entegre etme, görselleştirme, paylaşma ve etkileşimde kullanma imkanı sunar. Sanal gerçekliğin sağlık hizmetleri alanındaki ilk uygulaması 1990’ların başına dayanır. Cerrahi tedavi planlanırken karmaşık tıbbi verileri görselleştirme ihtiyacı nedeniyle çok çeşitli sanal gerçeklik cihazları ve sistemleri piyasaya sürülüp kullanılmaya başlanmıştır (Coppa, 1990). 2000’li yılların başlarına gelindiğinde sanal gerçeklik sistemlerinden görsel oluşturma süreci, sınırlı bilgi işlem kapasitesi nedeniyle ideal kalitenin altında kalmıştır (Mishra vd., 2022). Ancak 2020 yılına gelindiğinde küresel pandemi nedeniyle sağlık hizmetlerinde uzaktan teletıp uygulaması gibi sanal ortama geçiş, bilhassa gelişmiş ülkelerde, hızlı ve geniş bir ölçekte gerçekleştirebilmiştir (Monaghesh ve Hajizadeh, 2020; Jones ve Abdelfattah, 2020). Pandemiye hazırlanan bu zemin ile birlikte sanal ortama geçiş süreci ve yapılan araştırmalarda artış göstermiştir. Günümüzde sanal gerçeklik, tıp alanına, eğitim ve öğretime (anatomik ve fonksiyonel görüntüleme, laparoskopik simülasyonlar), cerrahiye (cerrahi prosedürlerin desteklenmesi ve planlanması, sanal endoskopi), psikolojiye, rehabilitasyon ve telemedikal gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Matthews, 2018). Sanal gerçeklik, etkileşimli ve sürükleyici yapısıyla hastaların rehabilitasyon sürecine daha aktif katılım göstermesini sağlamakta; eğlence, motivasyon ve bilişsel gelişim gibi unsurları bir araya getirerek daha etkili bir tedavi ortamı sunabilmektedir.

Koroner Arter Hastalıklarında Sanal Gerçeklik Kullanım Alanları

KAH yönetiminde kardiyak rehabilitasyon uygulamaları hem mortalitenin hem de morbiditenin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Ancak kardiyak rehabilitasyon (KR) programlarına katılımın düşük olması, hasta eğitimi konusundaki yetersizlikler ve prosedürlere ilişkin anksiyete gibi çeşitli zorluklar, bu sürecin etkinliğini sınırlamaktadır (Golwata vd., 2015). Egzersiz yapma konusundaki öz yeterlilik veya beklenen fiziksel aktivite taleplerini yanlış yorumlama gibi psikolojik faktörler, KR’ye katılımı veya uyumu engelleyen faktörlerdendir (Rouleau vd., 2018). Egzersize katılımı artırarak kardiyovasküler uygunluğu geliştirmeyi amaçlayan yenilikçi alternatifler, geleneksel egzersiz programlarına katılımı düşük öngörülen hasta gruplarına sunulmalıdır. Bu noktada, teknoloji destekli yenilikçi müdahaleler giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Sanal gerçeklik, kardiyovasküler hastalıkların yönetiminde farklı düzeylerde uygulama potansiyeline sahiptir. Kalp cerrahisi öncesinde simülasyon aracılığıyla pratik yapılmasına, kalp duvarlarının yapısal durumunun incelenmesine, cerrahların fiziksel temasa gerek kalmaksızın veri ile etkileşime geçmesine ve ameliyat sonrası hastaların rehabilitasyonuna

katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda tıp öğrencilerine kalp anatomisi ve prosedürleri öğretme, kardiyopulmoner resüsitasyon eğitimi verme gibi işlevleri de bulunmaktadır. Prosedür öncesi stresin azaltılması da bu teknolojinin potansiyel yararları arasındadır (Javaid ve Khan, 2022). Zinchenko ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, sanal gerçekliğin kalp anatomisini öğrenme sürecine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada bilgisayarda 3 boyutlu kalp modeli ve iVR ile öğrenme yolları karşılaştırılmış olup sanal gerçeklik grubunda öğrenme düzeyinin daha fazla artış gösterdiği bulunmuştur (Zinchenko vd., 2020). Yapılan çalışmalarla sanal gerçeklik ile yapılan eğitimlerin öğrenmenin verimliliğini ve kalitesini arttırdığı, teknik becerilerde gelişim sağladığı, bilgi düzeyini ve özgüveni artırdığı, öğrenme sürecini kolaylaştırdığı görülmektedir (Valdis vd., 2015; Voelker vd., 2016; Maresky vd., 2019).

Kalp hastalığının başlıca nedenlerinden olan ve farkında olmadan yaşanan sürekli telaş, sinirlilik ve kaygı, KR'nin her aşamasında çok ciddiye alınmalıdır (Jóźwik vd., 2021). Kalp hastalarına yönelik sanal gerçeklik uygulamalarının stres, anksiyete ve depresyon gibi psikolojik sorunların azaltılmasına katkı sunduğu kanıtlanmıştır. Özellikle anjiyografi veya anjiyoplasti gibi işlemler öncesinde hastaların kaygısını azaltmakta; ameliyat sonrası dönemde ise depresif semptomları hafifletmektedir. Sanal gerçeklik terapisi, hastaları sakinleştirici sanal ortamlara dahil ederek hastaların dikkatlerini anksiyeteye sebep olan durumdan uzaklaştırabilir. Çalışmalar, sanal gerçeklik müdahaleleri ile prosedür öncesi anksiyete düzeylerinde anlamlı düşüşler meydana getirdiğini göstermektedir (Bashir vd., 2024; Micheluzzi vd., 2024). Kapsamlı KR programının temel hedeflerinden biri, fiziksel iyilik halini psikolojik iyilikle birlikte geliştirmektir (McMahon vd., 2017). Ameliyat sonrası dönemde yaşanan ağrı, hem fizyolojik hem de psikolojik komplikasyonlara neden olarak hastalarda hareket etme ve fizyoterapiye katılma konusunda isteksizliklerle sonuçlanabilmektedir. Bu durum, taburculuk sürecini geciktirmekte ve hastaneye yatış süresini uzatmaktadır (AminiSaman vd., 2018). Sanal gerçeklik, bu süreçte hastalara motivasyon sağlayarak motor öğrenmeyi, fiziksel kapasiteyi ve yaşam kalitesini artırmaktadır. Rehabilitasyon sırasında hastalara sunulan sanal ortam, oksijen tüketimini arttırmakta, hareket aralığını genişletmekte ve solunum kaslarının verimli kullanımını destekleyerek ağrının azaltılmasına destek olmaktadır. (Silva ve Iwabe-Marchese., 2015).

Oyun mekanikleri, “kazanma” ve “kaybetme” sonuçlarından birine ulaşma üzerine kuruludur. Oyuncuların kazanma arzusunu tetikleyerek oyunda tutar ve “tekrar tekrar deneme” yoluyla becerilerinin gelişimini sağlar. Sağlık, teknoloji ve egzersizin birleştirildiği bir kavram olan “exergame” bu oyun mekaniklerini kullanarak fiziksel aktiviteyi iyileştirmeyi hedefleyen dijital oyunlar sistemidir. Exergame mekanikleri, oyunda kazanma durumuna ulaşmak için fiziksel bir performans gerektirir. Her oyun gibi, exergame’ler de oyuncuyu artan zorluklarla uzun süreler boyunca görevlere katılmaya teşvik eder. Oyuncuların göreve, zorunlu reçeteli egzersiz bakış açısıyla yaklaşımlarını gerektirmeden bir oyunun kurallarını ve hedeflerini tedavi kapsamında sunabilir. Sanal gerçeklik, kullanıcının sürükleyici dünyada fiziksel olarak bulunuyormuş gibi hissetmesini ve hareket etmesini sağlar. İki teknolojinin hareket bazlı bu temelleri birbiri ile örtüşmektedir. Exergame oyun ortamına sanal gerçeklik ile dahil edilen hasta, gerçek hayatta fiziksel aktivite gerçekleştirirken sanal ortamda oyunda verilen görevleri yerine getirmektedir. KR hastalarında exergame ile rekabet duygusunun getirdiği süreklilik sayesinde tedaviye katılım artırılabilir. Araştırmalar, hastaların bu tür çeşitli eğitim biçimlerini kullanmaktan mutlu olduklarını ve rehabilitasyonları tamamlandıktan sonra egzersiz

programına devam etme isteğini bildirdiklerini de göstermektedir (Bond vd., 2021). Çalışmalarda kullanılan egzersiz protokolleri ve oyunlara örnek olarak "Hula Hoop," "Footing," "Rhythmic Boxeo," "Wii Sports," "Run the Word-Broadway," "Wall Breaker," "Legs-100%," "Your Shape," ve "Dance Central 3" verilebilir. Ayrıca, Sanal Terapötik Bahçeler (Virtual Therapeutic Garden) gibi sanal gerçeklik uygulamaları sayesinde hastanın bilişsel ve fiziksel relaksasyonu ile stres seviyesinin düşürülmesi de sağlanmaktadır (Józwik vd., 2021; Garcia-Bravo vd., 2021). Podgórska-Bednarz ve arkadaşları, Stolgraf firmasına ait VRTierOne sistemini kullanarak HTC Vive tabanlı "immersive" (başa takılan sanal gerçeklik gözlüğü) sistemler ile bir sanal bahçe terapisi uygulamıştır. KAH'a uygulanan bu sanal terapötik bahçe tabanlı rehabilitasyon programı ile stres ve anksiyete seviyelerinde düşüş elde etmişlerdir (Szczeńska-Gieracha vd., 2021). Ayrıca Micheluzzi ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada Treadmill XR yazılımı PICO 4 gibi sanal gerçeklik gözlükleri ile birlikte kullanılmış; hastaya ormanda yürüyor hissi veren sanal yürüyüş deneyimleri sunulmuştur. Zaman algısı, motivasyon, keyif, efor algısı ve anksiyete yönetimi gibi rehabilitasyonun temel yönlerini iyileştirdiği sonuçlarına varmışlardır (Micheluzzi vd., 2025).

Sanal gerçeklik, egzersizi daha ilgi çekici ve motive edici hale getirerek KAH'da egzersiz kapasitesi ve fonksiyonel yetenekleri geliştirmede kullanılabilmektedir. Rehabilitasyon sürecinin verimliliğini arttırmasının yanı sıra cerrahi sonrası kardiyovasküler dayanıklılığı da arttırabilmektedir. Yapılan bir çalışmada sanal gerçeklik tabanlı KR ile hastaların egzersiz kapasitesinin iyileşmesinin sağlandığı saptanmıştır (Bouraghi vd., 2023). Bir meta-analiz, kardiyak rehabilitasyona dahil edilen nVR video oyunlarının aerobik kapasiteyi ve kardiyovasküler dayanıklılığı önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir (Zhang vd., 2024). Koroner bypass ameliyatı sonrası gerçekleştirilen bir çalışmada, sanal gerçeklik ile zenginleştirilmiş egzersiz protokolünün daha yüksek pik oksijen tüketimi sağladığı ve daha yüksek MET değerlerine ulaşıldığını bildirmiştir. Başka bir meta-analizde ise KR'de uygulanan nVR uygulamalarının aerobik kapasite ile kardiyovasküler dayanıklılığı arttırmada ve kaygıyı azaltmada etkili olduğunu saptamıştır (Peinado-Rubia vd., 2024). Bir diğer çalışmada ise, sanal yürüyüşün koroner arter bypass greftleme geçiren hastalar üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve sanal gerçeklik kullanımının kardiyovasküler fonksiyonun iyileşme sürecini hızlandırdığını ortaya koymuştur (Bond vd., 2021; Chuang vd., 2006).

KR fazları göz önüne alındığında hastanede yatış evresinde gerçekleştirilen uygulamalar ile taburculuk sürecinde olumlu kazanımlar elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, koroner arter bypass greftleme ameliyatı geçiren yaşlılar erken mobilizasyon grubu, sanal gerçeklik grubu ve kontrol grubu olarak üç gruba ayrılmışlardır. Uygulanan farklı rehabilitasyon protokollerinin kalp hızı ve hastanede kalış süresi üzerine olan etkileri araştırılmıştır ve sanal gerçeklik grubunda hastanede kalış süresi daha az olarak bulunmuştur. (Ribeiro vd., 2021). Bir başka çalışmada ise kardiyak cerrahi sonrası sanal gerçeklik uygulaması yapılan bireylerde hastanede kalış süresi kontrol grubuna göre kısalırken 6 dakika yürüme testi (6DYT) mesafesinde kontrol grubuna göre artış gözlenmiştir. (Cacau L vd., 2013).

Sanal gerçeklik teknolojisinin sunduğu potansiyel faydalar arasında; hasta motivasyonunda artış, bireyselleştirilmiş tedavi olanakları, gerçek zamanlı geri bildirim, düşük maliyetli tele-rehabilitasyon çözümleri, farmakolojik olmayan ağrı yönetimi ve eğitim süreçlerinin daha etkili hale gelmesi yer almaktadır. Ancak bu teknoloji, teknik zorluklar,

maliyet, sanal ortam hastalığı (cybersickness) gibi potansiyel yan etkiler, standardizasyon eksikliği ve uzun vadeli etki verilerinin yetersizliği gibi sınırlamalara da sahiptir.

Sanal ortam hastalığı, tıbbi amaçla kullanılan sanal gerçeklik teknolojisinin güvenliğini ve etkinliğini değerlendirmede göz önünde bulundurulmalıdır. Sanal ortam hastalığı, sanal gerçeklik maruziyetiyle görülür ve oryantasyon bozukluğu, mide bulantısı, baş ağrısı, göz yorgunluğu gibi semptomlar gösterir (Nesbitt ve Nalivaiko, 2018). Bireylerin görsel, vestibüler ve proprioseptif duyuların beklentileri ve deneyimleri arasındaki uyumsuzluktan kaynaklandığı düşünülmektedir (Caserman vd., 2021). Vestibüler fonksiyonların yaşa göre değişkenlik göstermesi sebebiyle yaşlı yetişkinlerdeki etkilerine de odaklanmak gerekmektedir (Rey vd., 2016). Yaşlı yetişkinlerde sanal ortam hastalığı üzerine yapılan bir çalışmada semptomların hafif düzeyde kaldığını göstermiştir. Müdahalelerin faydalarının, sanal ortam hastalığı riskinden daha üstün geldiği sonucuna varmışlardır (Drazich vd., 2023). Yaşlı popülasyonda sanal gerçeklik kullanımında karşılaşılan bir diğer sorun ise bireylerin teknolojik cihaz kullanımında yaşadığı zorluklardır. Yapılan çalışmalar, teknolojik gelişmeleri benimsemek için öz yeterlilik hissetmediklerini ortaya koymaktadır (Eisma vd., 2004; Peek vd., 2014). Seifert ve Schlomann (2021), genç ve yaşlı kuşaklar arasındaki dijital uçurumun teknoloji kullanılabilirliğini etkilediğini söylemişlerdir. Yaşanan bu kullanım zorluğunun, sanal gerçeklik kullanımının yaşlı yetişkinlerdeki potansiyel faydalarının önüne geçme ihtimaline dikkat çekmişlerdir. Teknoloji geliştiricilerinin yaşlı popülasyonda görülen bu bariyeri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

KAH tedavisinde sanal gerçeklik tabanlı uygulamalar, özellikle egzersiz kapasitesi düşük, motivasyonu azalmış veya geleneksel rehabilitasyona erişimi kısıtlı bireylerde etkili ve motive edici bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Sanal ortamlar aracılığıyla sunulan egzersiz programları, hasta katılımını artırmakta ve psikososyal kazanımlarla birlikte fiziksel iyilik halini desteklemektedir. Sanal gerçeklik sistemlerinin özellikle taburculuk sonrası dönemde, ev temelli rehabilitasyon ve anksiyete yönetimi için bireyselleştirilmiş ve erişilebilir bir destek aracı olarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte bazı sınırlamalar da bulunmaktadır. Bunlar; yüksek maliyet, teknik zorluklar, özellikle yaşlı bireyler için öğrenme güçlüğü, sanal ortam hastalığı ve uzun vadeli etki verilerinin yetersizliği gibi sınırlamalara da sahiptir. Sonuç olarak, sanal gerçeklik temelli uygulamalar, KAH olan bireylerde rehabilitasyonun etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir. Özellikle fiziksel iyilik halini desteklemesinin yanı sıra psikolojik rahatlama ve hasta katılımında artış sağlaması, bu teknolojinin klinik kullanımı açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Ancak bu alandaki uygulamaların yaygınlaştırılabilmesi ve klinik ortama entegre edilebilmesi için daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ve uzun vadeli sonuç verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek Beyanı

Araştırmada herhangi bir kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

Yazar Katkıları

Araştırma Fikri/Kavramı: CŞP
Araştırmanın tasarımı: ŞÇ, ŞŞY, ABP, CŞP
Denetleme/ Danışmanlık: CŞP
Veri toplama ve/veya İşleme: -
Verilerin analizi ve/veya yorumu: -
Literatür taraması: ŞÇ, ŞŞY, ABP, CŞP
Makalenin yazımı: ŞÇ, ŞŞY, ABP, CŞP
Eleştirel inceleme: ŞÇ, ŞŞY, ABP, CŞP

KAYNAKLAR

- Akıncı, B., & Zeren, M. (2022). Koroner Arter Hastalıklarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yönüyle Teknoloji Temelli Yaklaşımlar. *Türkiye Klinikleri Physiotherapy and Rehabilitation-Special Topics*, 8(1), 70-78.
- AminiSaman, J., Mohammadi, S., Karimpour, H., Hemmatpour, B., Sharifi, H., & Kawyannejad, R. (2018). Transcutaneous electrical nerve stimulation at the acupuncture points to relieve pain of patients under mechanical ventilation: A randomized controlled study. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 11(5), 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2018.06.008>
- Avrupa Kardiyoloji Derneği (ESC) Kararlı Koroner Arter Hastalığı Yönetimi Görev Grubu, Q 2013 ESC Kararlı Koroner Arter Hastalığı Yönetimi Kılavuzu. URL: https://www.journalagent.com/tkd/pdfs/TKDA_42_80_73_134.pdf Erişim Tarihi: 23/06/2025
- Bashir, Z. S., Misquith, C., Has, P., & Bukhari, S. M. (2024). The effectiveness of virtual reality on anxiety and pain management in patients undergoing cardiac procedures: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, 16(4), e57557. <https://doi.org/10.7759/cureus.57557>
- Bauersachs, R., Zeymer, U., Brière, J. B., Marre, C., Bowrin, K., & Huelsebeck, M. (2019). Burden of Coronary Artery Disease and Peripheral Artery Disease: A Literature Review. *Cardiovascular Therapeutics*, 8295054. <https://doi.org/10.1155/2019/8295054>
- Bond, S., Laddu, D. R., Ozemek, C., Lavie, C. J., & Arena, R. (2021). Exergaming and virtual reality for health: Implications for cardiac rehabilitation. *Current Problems in Cardiology*, 46(3), 100472. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2019.100472>
- Bouraghi, H., Mohammadpour, A., Khodaveisi, T., Ghazisaeedi, M., Saeedi, S., & Familgarosian, S. (2023). Virtual reality and cardiac diseases: A systematic review of applications and effects. *Journal of Healthcare Engineering*, 8171057. <https://doi.org/10.1155/2023/8171057>
- Burrai, F., Othman, S., Brioni, E., Silingardi, M., Micheluzzi, V., Luppi, M., ... & La Manna, G. (2018). Virtual reality in dialysis: A new perspective on care. *Journal of Renal Care*, 44(4), 195–196. <https://doi.org/10.1111/jorc.12264>
- Buztepe, S., & Çapık, C. (2024). Sanal gerçeklik ve sağlık alanında kullanımının önemi. *YOBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(1), 115–124.
- Cacau, L. D. A. P., Oliveira, G. U., Maynard, L. G., Araújo Filho, A. A. D., Silva Junior, W. M. D., Cerqueria Neto, M. L., ... & Santana-Filho, V. J. (2013). The use of the virtual reality as intervention

tool in the postoperative of cardiac surgery. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 28, 281–289. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20130039>

Camici, G. G., & Liberale, L. (2017). Aging: The next cardiovascular disease? *European Heart Journal*, 38(21), 1621–1623. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx239>

Caserman, P., Garcia-Agundez, A., Gámez Zerban, A., & Göbel, S. (2021). Cybersickness in current-generation virtual reality head-mounted displays: systematic review and outlook. *Virtual Reality*, 25(4), 1153-1170. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00513-6>

Çelikcan, U. (2022). Eğitimde ve tıpta sanal gerçeklik uygulamaları: Geçmişten geleceğe uzanan bir inceleme. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 13(2), 235–251. <https://doi.org/10.24012/dumf.1097748>

Chen, Y., Cao, L., Xu, Y., Zhu, M., Guan, B., & Ming, W. K. (2022). Effectiveness of virtual reality in cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Nursing Studies*, 133, 104323. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104323>

Choi, S. D., Guo, L., Kang, D., & Xiong, S. (2017). Exergame technology and interactive interventions for elderly fall prevention: A systematic literature review. *Applied Ergonomics*, 65, 570–581. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.10.013>

Chuang, T. Y., Sung, W. H., Chang, H. A., & Wang, R. Y. (2006). Effect of a virtual reality-enhanced exercise protocol after coronary artery bypass grafting. *Physical Therapy*, 86(10), 1369–1377. <https://doi.org/10.2522/ptj.20050335>

Coppa, G. F. (1999). Cybersurgery: Advanced technologies for surgical practice. *Annals of Surgery*, 230(6), 824.

Dalen, J. E., Alpert, J. S., Goldberg, R. J., & Weinstein, R. S. (2014). The epidemic of the 20th century: Coronary heart disease. *The American Journal of Medicine*, 127(9), 807-812. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2014.04.015>

Drazich, B. F., McPherson, R., Gorman, E. F., Chan, T., Teleb, J., Galik, E., & Resnick, B. (2023). In too deep? A systematic literature review of fully-immersive virtual reality and cybersickness among older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 71(12), 3906-3915. <https://doi.org/10.1111/jgs.18553>

Eisma, R., Dickinson, A., Goodman, J., Syme, A., Tiwari, L., & Newell, A. F. (2004). Early user involvement in the development of information technology-related products for older people. *Universal Access in the Information Society*, 3(2), 131-140. <https://doi.org/10.1007/s10209-004-0092-z>

Ferreira-González, I. (2014). The epidemiology of coronary heart disease. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 67(2), 139-144. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2013.10.002>

Foreman, K. J., Marquez, N., Dolgert, A., Fukutaki, K., Fullman, N., McGaughey, M., ... & Murray, C. J. (2018). Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016–40 for 195 countries and territories. *The Lancet*, 392(10159), 2052-2090. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31694-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31694-5)

- García-Bravo, S., Cuesta-Gómez, A., Campuzano-Ruiz, R., López-Navas, M. J., Domínguez-Paniagua, J., Araújo-Narváez, A., Barreñada-Copete, E., García-Bravo, C., Flórez-García, M. T., Botas-Rodríguez, J., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2021). Virtual reality and video games in cardiac rehabilitation programs: A systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 43(4), 448–457. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1631892>
- Golwala, H., Pandey, A., Ju, C., Butler, J., Yancy, C., Bhatt, D. L., ... & Fonarow, G. C. (2015). Temporal trends and factors associated with cardiac rehabilitation referral among patients hospitalized with heart failure: Findings from Get With The Guidelines–Heart Failure Registry. *Journal of the American College of Cardiology*, 66(8), 917–926. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.06.1089>
- Güner, S. G., & Nural, N. (2020). Koroner arter hastalığı: Etiyoloji ve patogenezi. *Türkiye Klinikleri Internal Medicine Nursing-Special Topics*, 6(1), 1-6.
- Javaid, M., & Khan, I. H. (2022). Virtual reality (VR) applications in cardiology: A review. *Journal of Industrial Integration and Management*, 7(02), 183–202. <https://doi.org/10.1142/S2424862221300015>
- Jones, R. E., & Abdelfattah, K. R. (2020). Virtual interviews in the era of COVID-19: A primer for applicants. *Journal of Surgical Education*, 77(4), 733–734. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2020.03.020>
- Jóźwik, S., Cieřlik, B., Gajda, R., & Szczepańska-Gieracha, J. (2021). Evaluation of the impact of virtual reality-enhanced cardiac rehabilitation on depressive and anxiety symptoms in patients with coronary artery disease: A randomised controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 10(10), 2148. <https://doi.org/10.3390/jcm10102148>
- Maresky, H. S., Oikonomou, A., Ali, I., Ditkowsky, N., Pakkal, M., & Ballyk, B. (2019). Virtual reality and cardiac anatomy: Exploring immersive three-dimensional cardiac imaging, a pilot study in undergraduate medical anatomy education. *Clinical Anatomy*, 32(2), 238–243. <https://doi.org/10.1002/ca.23292>
- Matthews, D. (2018). Virtual-reality applications give science a new dimension. *Nature*, 557(7703), 127–128. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-04997-2>
- McMahon, S. R., Ades, P. A., & Thompson, P. D. (2017). The role of cardiac rehabilitation in patients with heart disease. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 27(6), 420–425. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2017.02.005>
- Micheluzzi, V., Casu, G., Burras, F., Canu, A., Sircana, A., Merella, P., ... & Vellone, E. (2025). The experience of immersive virtual reality in patients with heart failure during cardiac rehabilitation: A qualitative study. *Frontiers in Medicine*, 12, 1578399. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1578399>
- Micheluzzi, V., Navarese, E. P., Merella, P., Talanas, G., Viola, G., Bandino, S., ... & Casu, G. (2024). Clinical application of virtual reality in patients with cardiovascular disease: State of the art. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 11, 1356361. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1356361>
- Mishra, R., Narayanan, M. K., Umana, G. E., Montemurro, N., Chaurasia, B., & Deora, H. (2022). Virtual reality in neurosurgery: Beyond neurosurgical planning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1719. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031719>

Monaghesh, E., & Hajizadeh, A. (2020). The role of telehealth during COVID-19 outbreak: A systematic review based on current evidence. *BMC Public Health*, 20, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09301-4>

Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2018). Cybersickness. In N. Lee (Ed.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (pp. 1–6). Springer International Publishing.

Neubeck, L., Redfern, J., Fernandez, R., Briffa, T., Bauman, A., & Freedman, S. B. (2009). Telehealth interventions for the secondary prevention of coronary heart disease: A systematic review. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 16(3), 281–289. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32832a4e7a>

Peek, S. T., Wouters, E. J., van Hoof, J., Luijkx, K. G., Boeije, H. R., & Vrijhoef, H. J. (2014). Factors influencing acceptance of technology for aging in place: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, 83(4), 235–248. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2014.01.004>

Peinado-Rubia, A. B., Verdejo-Herrero, A., Obrero-Gaitán, E., Osuna-Pérez, M. C., Cortés-Pérez, I., & García-López, H. (2024). Non-immersive virtual reality-based therapy applied in cardiac rehabilitation: A systematic review with meta-analysis. *Sensors*, 24(3), 903. <https://doi.org/10.3390/s24030903>

Rey, M. C. B., Clark, T. K., Wang, W., Leeder, T., Bian, Y., & Merfeld, D. M. (2016). Vestibular perceptual thresholds increase above the age of 40. *Frontiers in Neurology*, 7, 162. <https://doi.org/10.3389/fneur.2016.00162>

Ribeiro, B. C., Poça, J. J. G. D., Rocha, A. M. C., Cunha, C. N. S. D., Cunha, K. D. C., Falcão, L. F. M., ... & Rocha, R. S. B. (2021). Different physiotherapy protocols after coronary artery bypass graft surgery: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Research International*, 26(1), e1882. <https://doi.org/10.1002/pri.1882>

Riva, G., Wiederhold, B. K., & Mantovani, F. (2019). Neuroscience of virtual reality: From virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(1), 82–96. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.29099.gri>

Rouleau, C. R., King-Shier, K. M., Tomfohr-Madsen, L. M., Aggarwal, S. G., Arena, R., & Campbell, T. S. (2018). A qualitative study exploring factors that influence enrollment in outpatient cardiac rehabilitation. *Disability and Rehabilitation*, 40(4), 469–478. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1261417>

Seifert, A., & Schlomann, A. (2021). The use of virtual and augmented reality by older adults: Potentials and challenges. *Frontiers in Virtual Reality*, 2. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.639718>

Shahjehan, R. D., Sharma, S., & Bhutta, B. S. (2024). Coronary artery disease. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

Silva, R. R. D., & Iwabe-Marchese, C. (2015). Uso da realidade virtual na reabilitação motora de uma criança com Paralisia Cerebral Atáxica: Estudo de caso. *Fisioterapia e Pesquisa*, 22(1), 97–102. <https://doi.org/10.590/1809-2950/13375322012015>

Szczepańska-Gieracha, J., Jóźwik, S., Cieślík, B., Mazurek, J., & Gajda, R. (2021). Immersive virtual reality therapy as a support for cardiac rehabilitation: A pilot randomized-controlled trial.

Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 24(8), 543–549.
<https://doi.org/10.1089/cyber.2020.0297>

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2023). Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri 2023. Erişim adresi:
<https://data.tuik.gov.tr> Erişim Tarihi: 23/06/2025

Vaduganathan, M., Mensah, G. A., Turco, J. V., Fuster, V., & Roth, G. A. (2022). The global burden of cardiovascular diseases and risk: a compass for future health. *Journal of the American College of Cardiology*, 80(25), 2361-2371. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.005>

Valdis, M., Chu, M. W., Schlachta, C. M., & Kiaii, B. (2015). Validation of a novel virtual reality training curriculum for robotic cardiac surgery: A randomized trial. *Innovations*, 10(6), 383–388.
<https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000222>

Voelker, W., Petri, N., Tönissen, C., Störk, S., Birkemeyer, R., Kaiser, E., & Oberhoff, M. (2016). Does simulation-based training improve procedural skills of beginners in interventional cardiology? A stratified randomized study. *Journal of International Cardiology*, 29(1), 75-82.
<https://doi.org/10.1111/joic.12257>

Wolf, S., Schievano, E., Amidei, C., Kucher, N., Valerio, L., Barco, S., & Fedeli, U. (2024). Mortality trend of ischemic heart disease (2008–2022): A retrospective analysis of epidemiological data. *International Journal of Cardiology*, 392, 132042. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2024.132042>

Zhang, M., Liu, S., Xiong, X., Liu, M., Wang, Y., Yang, Y., & Xiang, Q. (2024). Effectiveness of virtual reality in cardiac rehabilitation patients for exercise capacity and negative emotions: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 103(49), e40812. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000040812>

Zinchenko, Y. P., Khoroshikh, P. P., Sergievich, A. A., Smirnov, A. S., Tumyalis, A. V., Kovalev, A. I., ... & Golokhvast, K. S. (2020). Virtual reality is more efficient in learning human heart anatomy especially for subjects with low baseline knowledge. *New Ideas in Psychology*, 59, 100786.
<https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2020.100786>