



Araştırma Makalesi • Research Article

Sanal Gerçeklik Teknolojilerinde Dokunsal Geri Bildirim: Eğitim Amaçlı Kullanımı Üzerine Yazın İncelemesi

Haptic Feedback in Virtual Reality Technologies: A Literature Review on its Use for Educational Purposes

Şamil ÖZER *

Yüksek Lisans Öğrencisi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İletişim Bilimleri Anabilim Dalı (Disiplinlerarası), ORCID: 0009-0001-4929-6936.

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 07.12.2023

Kabul tarihi: 27.12.2023

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik, Dokunsal Geri Bildirim, Teknoloji, Eğitim

ÖZET

Sanal gerçeklik, kullanıcıyı bilgisayar tarafından üretilen bir ortamda var eden ve ona gerçeklik hissi veren bir teknolojidir. Sanal gerçeklik ortamlarında kullanıcılar görsel ve işitsel uyarılara ek olarak dokunsal uyarılar da alabilmektedir. Dokunsal geri bildirim, kullanıcının sanal ortamda bulunan nesnelere dokunmasını veya onlarla etkileşim kurmasını sağlayan bir sanal gerçeklik özelliğidir. Bu özellik, sanal gerçeklik deneyimini zenginleştirmenin yanı sıra eğitim amaçlı sanal gerçeklik uygulamalarında da önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, sanal gerçeklik teknolojilerinde dokunsal geri bildirim eğitim amaçlı kullanımını ve potansiyelini ölçmek için literatür taraması ile yazın incelemesi yapılmıştır. Öncelikle sanal gerçeklik ve dokunsal geri bildirim kavramlarının tanımı ve özellikleri açıklanmıştır. Ardından sanal gerçeklik teknolojilerine entegre edilen dokunsal geri bildirim eğitimdeki fayda seviyesi ele alınmıştır. Son olarak dokunsal geri bildirim içeren eğitim amaçlı sanal gerçeklik uygulama araştırma sonuçları yazın incelemesi yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, dokunsal geri bildirim eğitimde motivasyonu artırma, öğrenmeyi pekiştirme, beceri kazandırma ve gerçekçilik sağlama gibi avantajları olduğu saptanmıştır.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 07.12.2023

Accepted: 27.12.2023

Keywords: Virtual Reality, Haptic Feedback, Technology, Education.

ABSTRACT

Virtual reality is a technology that makes the user exist in a computer-generated environment and gives them a sense of reality. In virtual reality environments, users can receive haptic stimuli in addition to visual and auditory stimuli. Haptic feedback is a virtual reality feature that allows the user to touch or interact with objects in the virtual environment. In addition to enriching the virtual reality experience, this feature plays an important role in virtual reality applications for educational purposes. In this study, a literature review was conducted to measure the use and potential of haptic feedback in virtual reality technologies for educational purposes. First, the definition and characteristics of virtual reality and haptic feedback concepts were explained. Then, the level of benefit of haptic feedback integrated into virtual reality technologies in education is discussed. Finally, the results of research on educational virtual reality applications with haptic feedback were analyzed

* Sorumlu yazar / Corresponding Author.

e-posta: samil_ozero@hotmail.com

Atıf: Özer, Ş. (2023). Sanal Gerçeklik Teknolojilerinde Dokunsal Geri Bildirim: Eğitim Amaçlı Kullanımı Üzerine Yazın İncelemesi, *Journal of Economics and Political Sciences*, 3 (2), 147-156.

with the literature review method. As a result of the study, it was determined that haptic feedback has advantages such as increasing motivation in education, reinforcing learning, providing skills and providing realism.

1. Giriş

Dokunsal geri bildirim, sanal gerçeklik cihazları ile kullanıldığında kullanıcının gerçek dünyada olmayan bir varlığa sanal ortamda dokunmasına ve hissetmesine izin vermektedir (Burdea, 1999). Haptik teknolojisi yani dokunsal geri bildirim sanal gerçeklikte önemli bir duyuşsal moddur. Haptikler hem kuvvet geri bildirimini hem de dokunsal geri bildirim anlamına gelir (Ambalina, 2020). Küresel dokunsal teknoloji pazar büyüklüğünün 2021'de 9,2 milyar ABD doları değerinde olduğu ve 2022'den 2030'a kadar %11,14'lük yıllık bileşik büyüme oranı ile genişleyerek 2030'a kadar yaklaşık 23,8 milyar ABD dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir (www.precedenceresearch.com, 2022). Dokunsal geri bildirim teknolojisi sanal gerçeklik ile gelişim göstermektedir. Örneğin, dokunsal geri bildirim takımları sanal gerçeklik oyunlarında gerçekliğe daldırma için bir sonraki adımı temsil etmektedir (Gibbs vd., 2022). Eğitiminde dokunsal geri bildirim teknolojisi öğrencilere daha gerçekçi bir öğrenme deneyimi sağlamak için kullanılabilir. Dokunsal geri bildirim teknolojisi, kullanıcının elinde tuttuğu cihaz aracılığıyla sesler, basınç ve titreşimler gibi dokunsal bir geri bildirim sağlamaktadır (Farag & Hashem, 2022).

Duyusal geri bildirim, öğrencilerin sanal dünyayla bilgi alışverişinde bulunmaları için başka bir kanal sağlayarak hesaplamalı öğrenme ortamlarına yeni bir boyut katmaktadır: öğrenciler sanal nesnelerin ağırlığını keşfedebilmekte, yüzey özelliklerini algılayabilmekte ve nesnelere fiziksel olarak etkileşime girebilmektedir. En basit durumda, dokunsal teknoloji, sanal nesnelerin duyuşsal geri bildirim olmadan manipüle edilmesine izin vermektedir (Kovács, vd. 2015).

Bu çalışmanın amacı sanal gerçeklik içerisinde dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amaçlı kullanımı nasıl fayda sağlar ve dezavantajları nelerdir sorularına literatür taraması ile yanıt

vermektedir. Yapılan bir çalışmada 12-13 yaşındaki öğrencilerin nanoskala hücre biyolojisi konusundaki temel kavramları öğrenmelerine yardımcı olmak için çok parmaklı bir dokunsal arayüz ile birlikte üç boyutlu bir hücre zarı modeli tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Öğrenciler, belirli zor kavramları desteklemek için tasarlanmış aktivitelerde çiftler halinde çalışmıştır. Gözlem ve mülakatlardan elde edilen bulgular, öğrencilerin üç boyutlu sanal gerçeklik ortamına daldıklarında ve model içindeki yapıları ve hareketleri hissedebildiklerinde öğrenmelerine yardımcı olduğunu göstermiştir (Webb, vd., 2021).

2. Kavramsal Çerçeve

2.1 Sanal Gerçeklik Nedir?

Sanal gerçeklik (VR), kullanıcılara sanal bir dünya içinde gezinme ve etkileşim kurma imkânı sağlayan bir simülasyon deneyimidir. Bu deneyim, bilgisayar donanımı ve yazılımı kullanılarak fiziksel duyuşlar yoluyla algılanabilen bir sanal dünya sunar. Tamamen sarmalayıcı, yarı sarmalayıcı ve sarmalayıcı olmayan olarak üç ana sanal gerçeklik türü vardır (Lowood, 2023).

2.1.1 Tamamen Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik

Kullanıcının tüm duyuşlarını içeren en gerçekçi VR türüdür. Kullanıcı, sanal dünyayı sanki gerçekmiş gibi deneyimler. Kullanıcının görsel, işitsel, dokunsal, koku alma ve tat alma duyuşlarını içeren bir deneyim sunar. Görsel duyuş, yüksek çözünürlüklü bir ekran veya projeksiyon sistemi kullanılarak sağlanır. Bu sistemler, kullanıcının sanal dünyayı net ve gerçekçi bir şekilde görmesini sağlar. İşitsel duyuş, yüksek kaliteli bir ses sistemi kullanılarak sağlanır. Bu sistemler, kullanıcının sanal dünyadaki sesleri net ve doğal bir şekilde duymasını sağlar. Dokunsal duyuş, haptik geribildirim kullanılarak sağlanır. Koku alma ve tat alma duyuşları ise henüz tamamen geliştirilmemiştir.

Tamamen sarmalayıcı VR, kullanıcılara gerçek dünyadan tamamen koparak

tamamen sanal bir dünyada olma hissi verir. Bu, kullanıcıların sanal dünyadaki nesnelere gerçekmiş gibi hissetmelerini sağlar. Tamamen sarmalayıcı VR, oyun oynama, eğitim, sağlık ve askeri eğitim gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Oyun oynamada tamamen sarmalayıcı sanal gerçeklik, oyun oynama deneyimini daha gerçekçi ve sürükleyici hale getirme potansiyeline sahiptir. Kullanıcılar, sanal dünyada gezinebilir, nesnelere etkileşime girebilir ve diğer oyuncularla etkileşime girebilmektedir.

Eğitimde tamamen sarmalayıcı sanal gerçeklik, öğrencilerin gerçek dünyayı deneyimlemesini ve öğrenmesini kolaylaştırmak için kullanılabilir. Kullanıcılar, sanal dünyada farklı yerleri ziyaret edebilmektedir, tehlikeli durumlarla başa çıkmayı öğrenip ve yeni beceriler geliştirebilmektedir.

Sağlıkta tamamen sarmalayıcı sanal gerçeklik, hastaların tedavi görmesini ve rehabilitasyonunu kolaylaştırmak için kullanılabilir. Kullanıcılar, sanal dünyada ağrıyı azaltabilir, korkularını yenebilir ve yeni beceriler geliştirebilir.

Askeri eğitimde tamamen sarmalayıcı sanal gerçeklik, askerlerin eğitim almasını ve gerçek savaş koşullarına hazırlanmasını kolaylaştırmak için kullanılabilir. Kullanıcılar, sanal dünyada yeni silahları ve taktikleri öğrenebilir, tehlikeli durumları simüle edebilir ve savaş stresiyle başa çıkmayı öğrenebilir. Yarı sarmalayıcı sanal gerçeklik, bir bilgisayar ekranı veya bir tür gözlük veya kulaklık aracılığıyla erişilen kısmen sanal bir deneyim sağlar. Öncelikle, tamamen daldırma gibi fiziksel hareket içermeyen sanal gerçekliğin görsel 3B yönüne odaklanır.

2.1.2 Yarı Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik

Kullanıcının görsel ve işitsel duyularını içeren sanal gerçeklik türüdür. Kullanıcı, sanal dünyayı gerçek dünyadan ayırt edebilse de yine de oldukça gerçekçi bir deneyimdir. Yarı sarmalayıcı sanal gerçeklik, kullanıcının görsel duyusunu, yüksek çözünürlüklü bir ekran veya projeksiyon sistemi kullanılarak

sağlar. Bu sistemler, kullanıcının sanal dünyayı net ve gerçekçi bir şekilde görmesini sağlar. İşitsel duyuyu, yüksek kaliteli bir ses sistemi kullanılarak sağlar. Bu sistemler, kullanıcının sanal dünyadaki sesleri net ve doğal bir şekilde duymasını sağlar. Yarı sarmalayıcı VR, kullanıcının gerçek dünyadan tamamen kopmasına izin vermez. Bu, kullanıcının sanal dünyayı gerçek dünyadan ayırt edebilmesini sağlar. Bu, bazı durumlarda dezavantaj olarak görülebilir, ancak bazı durumlarda avantaj olarak da görülebilir. Örneğin, kullanıcının sanal dünyayı gerçek dünyadan ayırt edebilmesi, mide bulantısı ve baş dönmesi gibi sağlık risklerini azaltabilir.

2.1.3 Sarmalayıcı Olmayan Sanal Gerçeklik

Kullanıcının yalnızca görsel duyusunu içeren sanal gerçeklik türüdür. Kullanıcı, sanal dünyayı gerçek dünyadan ayırt edebilir ve sanal dünyayla etkileşimi sınırlıdır. Sarmalayıcı olmayan türünde sanal gerçeklik, genellikle bir bilgisayar ekranından erişilen 3B simüle edilmiş bir ortamı ifade eder. Programa bağlı olarak ortamdaki sesler gelebilir. Kullanıcı, bir klavye, fare veya başka bir cihaz kullanarak sanal ortam üzerinde bir miktar kontrol uygulayabilir, ancak ortam, kullanıcıyla doğrudan etkileşime girmez. Kullanıcıların oda dekorasyonları tasarlamasına izin veren web siteleri gibi video oyunları, sürükleyici olmayan sanal gerçeklik teknolojilerine bir örnektir (Sheldon, 2022).

2.2 Dokunsal Geri Bildirim Nedir?

Dokunsal geri bildirim teknolojisinin bir diğer ismi ise haptik teknolojisidir. Haptik Yunanca "haptikos" kelimesinden türetilmiş ve dokunma duyusuyla ilgili anlamına gelmektedir. Dokunsal geri bildirim teknolojisi, kuvvet, titreşim veya hareket uygulayarak kullanıcıların dokunma ve hareket duyularını uyarmak için mekanik titreşimler ve kuvvetler üreten bir teknolojidir (Wikipedia, 2023). Haptik teknolojisi, simülasyon ve cihaz olmak üzere iki temel bileşenden oluşur.

Simülasyon, sanal nesneye ait dokunma duyusunu oluşturan bileşendir. Bu bileşen, sanal nesnenin özelliklerini, yani şeklini,

boyutunu, ağırlığını, dokusunu vb. tanımlar. Simülasyon, kullanıcının sanal nesneyi nasıl hissedeceğini belirler. Örneğin, bir sanal kürenin simülasyonu, kürenin yuvarlak şeklini, belirli bir boyutunu ve yumuşak dokusunu tanımlar. Bu simülasyon, kullanıcının sanal küreyi dokunarak hissetmesini sağlar.

Cihaz, kullanıcının sanal ortamdaki nesnelere hissetmesini sağlayan bileşendir. Bu bileşen, simülasyon tarafından oluşturulan dokunma duyusunu kullanıcının vücuduna aktarır. Cihazlar, farklı teknolojileri kullanabilir. Örneğin, titreşim motorları, kuvvet sensörleri ve termal sensörler kullanılabilir. Titreşim motorları, kullanıcının elini veya vücudunu titreştirerek dokunma hissi oluşturur. Kuvvet sensörleri, kullanıcının elini veya vücuduna bir kuvvet uygulayarak dokunma hissi oluşturur. Termal sensörler, kullanıcının elini veya vücudunu ısıtarak veya soğutarak dokunma hissi oluşturur (Karal & Reisoğlu, 2009).

Dokunsal teknoloji, giyilebilir cihazlar, artırılmış/gerçeklik deneyimleri, araç içi eğlence, askeri ve endüstriyel analog cihazlar gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. Dokunma duyusu, kullanıcı deneyimini geliştirebilen ve tamamlama süresini ve hata oranını azaltabilen nesnelere etkileşimde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Blenkinsopp, 2019). Dokunma teknolojisi titreşimlerle sınırlı değildir. Aynı zamanda mikroakışkanlar ve sürtünme modülasyonu gibi diğer dokunsal teknolojileri de içerir. Haptik potansiyeli sınırsızdır ve heyecan verici bir yenilik alanıdır (Engineering Product, 2021). Haptik geribildirim, kullanıcılara sanal ortamdaki nesnelere etkileşim kurarken gerçekçi bir dokunma hissi veren bir teknolojidir. Hasser & Massie (1996), haptik geribildirim teknolojisinin birçok faydasını belirlemişlerdir. Öğrenme süresini kısaltma, görev tamamlama süresini kısaltma, hataları azaltma ve birebir etkileşimi araştırmalarının en belirgin ve önemli sonuçlarıdır.

2.3 Eğitim Amacıyla Dokunsal Geri Bildirim

Dokunsal teknoloji, daha sürükleyici ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sağlayarak

eğitimde devrim yaratma potansiyeline sahiptir. Dokunsal geri bildirim eğitim araçlarına entegre ederek öğrenciler, bilgileri anlamalarını ve akılda tutmalarını geliştiren bir dokunma hissi yaşayabilirler (Gönültaş & Zengin, 2021). Teknoloji, öğrencilerin cerrahi prosedürleri gerçekleştirmek için haptik simülatörleri kullanabilecekleri tıp eğitiminde de kullanılabilir. Türkiye'de Koç Üniversitesi Robotik ve Mekatronik Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar, eğitim uygulamaları için dokunsal teknolojiler geliştirmek için aktif olarak çalışıyorlar. Dokunsal geri bildirim teknolojisi, öğrencilere daha etkileşimli ve öğrenmelerini daha kolay hale getiren bir öğrenme deneyimi sunar. Bu teknoloji, özellikle STEM yani fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki öğrenme deneyimlerinde büyük bir potansiyele sahiptir. Dokunsal geri bildirim teknolojisi, aynı zamanda öğrencilerin öğrendikleri konuları daha iyi anlamalarına ve öğrenmelerini daha kalıcı hale getirmelerine yardımcı olabilir. Dokunsal teknolojinin önümüzdeki yıllarda daha fazla eğitim araç ve materyaline dahil edilmesi bekleniyor (Durmuş, 2019; Civelek, 2014).

3. Veri, Metodoloji ve Analiz

Bu araştırmada, sanal gerçeklik içerisindeki dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amacıyla kullanımının sonuçları sistematik literatür taraması yöntemi ile incelenmiştir. Sistematik literatür taraması, belirli bir konuda hazırlanmış araştırma sorusuna yanıt bulmak için, belirlenmiş kriterlere uygun olarak o alanda yayınlanmış orijinal çalışmaların sistemli ve yan tutmadan taranması, bulunan çalışmaların geçerliğinin değerlendirilmesi ve sentezlenerek birleştirilmesi sürecidir (Yıldız, 2022). 2010 ile 2022 tarihleri arasındaki araştırmalar veri tabanları ve arama motorlarından yararlanılarak elde edilmiştir. Google Scholar, ACM Transactions on Accessible Computing, Education and Information Technologies, Annals of Medicine and Surgery araştırma kapsamında yararlanılan veri tabanları ve arama motorlarıdır. Araştırmanın doğru neticeye ulaşması için güncel araştırma sonuçları dikkate alınmıştır. Dikkate alınan araştırmaların güncelliği ise sanal gerçeklik teknolojilerinin gelişimi ele alınarak

değerlendirilmiştir. Bazı yeni sanal gerçeklik teknolojilerinin çıkıp hızla hayatımıza entegre olmaya başlamasının tarihi olan 2010 yılından günümüze kadar yapılmış Türkçe ve İngilizce erişim sağlanan çalışmalar araştırmaya dahil edilmiştir (Metaverse ve Eğitim Teknolojisi, 2021). Bu araştırmalar, veri tabanları ve arama motorlarında Türkçe ve İngilizce anahtar kelimelerle taranmıştır. Bu anahtar kelimeler ise “Sanal gerçeklik”, “Dokunsal geri bildirim”, “Haptik Teknolojiler”, “Eğitim için haptik teknolojiler”, “Virtual Realty”, “Haptic Feedback Technology”, “Haptic Feedback for Education”

şeklinde olmuştur. Elde edilen araştırmalar, amaç, örneklem, yöntem, analiz tekniği ve sonuç olarak değerlendirilmiştir.

4. Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamında incelenen eğitim amacıyla kullanılan sanal gerçeklik teknolojisi içerisindeki dokunsal geri bildirim çalışmalarına yer verilmiştir. Tablo 1’de yerli ve yabancı yazında sanal gerçeklik teknolojilerindeki dokunsal geri bildirim özelliğinin eğitim amacıyla kullanım araştırmaları kronolojik olarak sıralanmıştır.

Tablo 1. Sanal Gerçeklik Teknolojilerindeki Dokunsal Geri Bildirim Özelliğinin Eğitim Amacıyla Kullanımı Yazın İncelemesi

Yazar ve Yayın Yılı	Araştırma Adı	Amaç	Örneklem Sayısı	Yöntem	Sonuç
Karal ve Reisoğlu (2009)	Haptik Teknolojisinin Simülasyon ve Geleneksel Yöntemlere Göre Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi	Haptik teknolojisi, yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarının öğrenilmesinde kullanılarak akademik başarı üzerindeki etkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, simülasyonlar, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerine göre haptik teknolojinin öğrenme sürecindeki etkisi incelenmiştir.	90 (6.sınıf)	Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik geliştirilen bir kavramsal anlama testi, tüm gruplarda ön test, son test ve izleme testi olarak uygulanmıştır. Bu test, elde edilen verilerin kestirimsel analiz yöntemleriyle incelenmesini içermiştir.	Test sonuçlarında akademik başarılar açısından anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Bu durumun nedeni, teste tabi olan öğrencilerin halihazırda yüksek standart sapmalara sahip olduğundan gerçekleştiği düşünülmektedir.
Üstünel (2014)	Üstün yetenekli öğrencilerin kullanımı için sanal gerçeklik ortamında kuvvet geribeslemeli haptik uygulamaların geliştirilmesi	Sanal gerçeklik ve kuvvet geribeslemeli haptik teknolojiler kullanılarak geliştirilen uygulamaların üstün yetenekli/zekâlı öğrencilerin kimya eğitiminde kullanılması ve etkilerinin incelenmesidir.	52 (6. - 7. Sınıf)	Elde edilen veriler istatistiksel olarak SPSS v20.0 yazılımı ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablolaştırılmıştır. Araştırmadaki değişkenlerin manidarlığı belirlenmesinde ortalamalar (means) ve t-testi uygulanmıştır.	Sanal gerçeklik ortamında geliştirilen kuvvet geribeslemeli haptik uygulamaların üstün yetenekli/zekâlı öğrencilerin eğitim sürecine karşı tutumlarının olumlu bir şekilde etkilendiği açıkça çıkarılmıştır.
Zhao vd. (2016)	Otizimli Çocuklarda İnce Motor Davranışlarını Analiz Etmek İçin Dokunsal-Kavrayıcı Sanal Gerçeklik Sistemi (Hg) Tasarımı	Otizimli çocukların ince motor manipülasyon becerilerini değerlendirmek ve geliştirmek için Dokunsal-Kavrayıcı Sanal Gerçeklik Sistemi potansiyellerini araştırmak.	12 (6 otizimli ve 6 tipik gelişen)	Kullanıcının kavrama kuvvetini ve el konumunu algılayabilen ve dokunsal geri bildirim sağlayabilen özelleştirilmiş bir Dokunsal Tutucu aracılığıyla bu görevlerle etkileşime girmiştir. Tüm veriler zaman senkronize edilir ve kullanıcının performansının çevrimdışı analizi için .csv dosyalarına kaydedilmiştir.	Katılımcılar hem VMI Motor Koordinasyon testinde hem de sanal görevlerde daha yüksek puanlar elde ettiği ve test sonrası görevlerde daha istikrarlı ve sorunsuz bir performans sergilediği saptanmıştır.
Webb vd. (2022)	Okullar için sanal gerçeklikte haptik özellikli işbirlikçi öğrenme	3B sanal gerçeklik (VR) simülasyonuna dokunsal geri bildirim eklenmesinin, 12 ila 13 yaş arasındaki öğrenciler için nano ölçekli hücre biyolojisindeki temel kavramların öğrenimini etkileyip etkilemediğini araştırdı.	64 (12-13 yaş)	Öğrencilerle ikili gruplar halinde yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, iki bağımsız araştırmacı tarafından tümevarımsal kodlama kullanılarak tematik analize tabi tutuldu.	Sanal gerçeklik ortamında oluşturulan nesnelere daha kolay bir şekilde kavranmıştır fakat görsel baskınlıktan dolayı örneklem içerisindeki öğrenciler dokunsal geri bildirim etkilerine cevaplarında değinmemiştir.
Gani vd. (2022)	Dokunsal geri bildirim cerrahi eğitim sonuçları üzerindeki etkisi: Dokunsal ve dokunsal olmayan sürükleyici sanal gerçeklik eğitiminin Randomize Kontrollü Denemesi	Dokunsal geri bildirim sürükleyici bir VR kemik delme simülasyonuna entegre edilmesinin, genç cerrahların performansı üzerindeki eğitici etkisini değerlendirmeyi hedefledi.	31 (lisansüstü 1-3 sınıf)	Dokunsal geri bildirim bulunan ve bulunmayan sanal gerçeklik ortamlarına iki gruba ayrılan katılımcılardan testere kemiği modeli üzerinde her iki korteksinden 3 delik açmaları istendi. Sonuç ölçütleri ise dalma aralığı mesafesi, sondaj süresi ve teknik becerilerin objektif yapı değerlendirmesi (OSAT) ve niteliksel anket sonuçlarıydı.	Dokunsal geri bildirim entegrasyonu, cerrahi uygulamalar sırasında daha gerçekçi bir deneyim sunmakta ve cerrahi becerilerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu şekilde, dokunsal geri bildirim tabanlı simülasyon modelleri, cerrahi eğitimde etkili bir araç olabileceği düşünülmektedir.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu araştırma kapsamında yapılan literatür taraması, sanal gerçeklik içerisindeki dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amacıyla kullanımının sonuçlarına dair çeşitli araştırmaları Tablo 1'de içermektedir. İncelenen araştırmaların birçoğu, sanal gerçeklik ortamlarında dokunsal geri bildirim sağlayan sistemlerin, öğrenme sürecinde öğrencilerin motivasyonunu artırdığını ve öğrenme deneyimini iyileştirdiğini göstermektedir. Dokunsal geri bildirim, öğrencilerin sanal ortamlardaki nesnelere hissetmelerini ve gerçek dünyadaki deneyimlere daha yakın bir şekilde etkileşimde bulunmalarını sağlamaktadır. Bu bulgular, dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitimde potansiyel bir avantaj sağlayabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, literatürdeki çalışmaların sayısı sınırlıdır ve dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitimdeki etkileri konusunda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Özellikle farklı eğitim bağlamlarında ve farklı hedef kitlelerde dokunsal geri bildirim teknolojisinin etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir.

Literatürdeki çalışmaların sınırlı sayısı, dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amacıyla kullanımının potansiyel faydaları ve etkileri konusunda tam bir anlayışı sınırlamaktadır. Dolayısıyla, gelecekte daha fazla araştırma yapılması ve bu alanda yapılan çalışmaların sayısının artırılması gerekmektedir. Bu, sanal gerçeklik içerisindeki dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitimdeki rolünü daha iyi anlamamıza ve etkili kullanımlarını belirlememize yardımcı olacaktır.

6. Sonuç, Değerlendirme ve Öneriler

Bu çalışmada, sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitim alanında dokunsal geri bildirimle birlikte kullanımının potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamıştır. İnceleme, deneysel araştırmalarla sınırlandırılmış ve yazının gelişimi hakkında bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmadan ulaşılan temel sonuç, sanal gerçeklik ortamına entegre edilmiş dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amacıyla

uygulanmasının deneysel araştırmaları literatür kapsamında oldukça sınırlı olmasıdır. Araştırmaların örneklemelerini incelediğimizde örneklem gruplarının daha çok 12-13 yaş (6.-7. Sınıf) aralığında olduğu saptanmıştır. Bu da örneklem gruplarında bir tekdüzelik doğurmuştur. Ayrıca örneklem sayısının azlığı da sonuçları güvenilir kılmak adına negatif bir etkiye uğratmıştır. Yazın incelemesine dahil edilen araştırmaların başlık, amaç, yöntem ve sonuç bölümlerinde doyum seviyesine ulaşılmıştır. Yapılan literatür taramasında sanal gerçeklik teknolojilerine entegre edilen dokunsal teknolojiler ile fazla çalışma olmasına rağmen dokunsal geri bildirim teknolojileri ile ilgili çalışma kıtlığı olduğu belirlenmiştir.

Yapılan yazın incelemesinde ele alınan çalışmaların sonuçlarına göz attığımızda, sanal gerçeklik ortamına entegre edilmiş dokunsal geri bildirim teknolojisinin öğrencilerin sanal gerçeklik ortamlarında daha derinlemesine bir deneyim yaşamasına ve gerçeklik hissini artırmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler, sanal ortamdaki nesnelere dokunma, onlarla etkileşim kurma ve hareketlerini hissetme gibi deneyimler yaşadıklarında öğrenme süreçlerinde daha fazla bağlantı kurabilmekte ve bilgileri daha iyi anlamaktadır.

Mevcut araştırmalar genellikle kısa vadeli etkileri incelemiştir. Gelecekteki çalışmalar, dokunsal geri bildirim teknolojisinin uzun vadeli öğrenme süreçlerine etkisini değerlendirmeli ve bu teknolojinin öğrencilerin bilgiyi ne kadar süre boyunca hatırlamalarına katkıda bulunabileceğini incelemelidir.

Eğitimde kullanılan dokunsal geri bildirim teknolojisinin etkilerini değerlendiren çalışmalar, sadece STEM alanında değil, genel eğitimde de farklı bağlamlarda gerçekleştirilmelidir. Örneğin, dil öğrenimi, sanat eğitimi veya sosyal bilimler gibi farklı alanlarda nasıl bir etki yarattığına dair araştırmalara odaklanılabilir.

Dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitimdeki potansiyeli, çeşitli disiplinlerde kullanım alanları bulunduğunu göstermektedir. Zhao ve diğerlerinin 2016

yılında yaptığı çalışmada örneklem grubuna dahil ettiği otizm spektrumuna sahip çocukların motor becerilerine oldukça katkı sağladığı tespit edilen dokunsal geri bildirim teknolojisi, Üstünel'in 2014 yılında yaptığı deneysel çalışmada yüksek yetenekli öğrencilerin eğitim motivasyonuna pozitif yönde fayda sağladığı tespit edilmiştir. 2022 yılında Gani ve diğerlerinin, lisansüstü seviyesindeki 31 stajyer cerrah örneklemi ile yaptığı çalışmada dokunsal geri bildirim teknolojisinin tıp alanındaki cerrahi eğitimde de etkili bir araç olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara istinaden dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amacı ile kullanılmasının pozitif bir fayda sağladığı kanıtlanmıştır. Bu araştırmaya dahil edilen Karal ve Reisoğlu'nun 2009 yılında, 6. Sınıfa giden 90 öğrenci üzerinde yaptığı çalışma sonucunda dokunsal geri bildirim öğrencilerin standart sapmasında ciddi farklar oluşturmadığı tespit edilmiş olsa da örneklem grubundaki öğrencilerin mevcut standart sapma düzeyi yüksek olmasından dolayı böyle bir sonuç alındığı tartışılmıştır. Aynı zamanda Webb ve diğerlerinin 2022 yılında yaptığı sanal gerçeklik uygulamalarına entegre edilen dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amacıyla kullanımı ne negatif ne pozitif bir sonuç ortaya çıkarmıştır fakat örneklem içerisinde bulunan öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere göre sanal gerçeklik teknolojisinin görsel baskınlığından dolayı dokunsal geri bildirim özelliği eğitimde etkin olsa da öğrenciler tarafından yeterince değinilmediği düşünülmektedir. Bunun sonucunda ise dokunsal geri bildirim özelliği etkilerinin araştırma sonuçlarını ölçmek için yeteri kadar veri elde edilmesini önlediği tartışılmıştır.

Sonuç olarak, bu yazın incelemesi, dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitimdeki potansiyelini vurgulamakta ve daha fazla çalışmanın yapılması gerektiğini göstermektedir. Dokunsal geri bildirim teknolojisi, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini daha etkileşimli hale getirebilir ve öğrenme sonuçlarını iyileştirebilir. Gelecekteki çalışmalarda, dokunsal geri bildirim teknolojisinin eğitim amacıyla

kullanılması için daha yaygın bir şekilde kullanılabilmesi için bu alanda daha fazla araştırma yapılması ve uygulamaların geliştirilmesi önerilmektedir. Bu amaçla, farklı yaş gruplarından öğrencilerin dokunsal geri bildirim teknolojisine karşı tutum ve davranışlarının incelenme çalışmaları, Farklı eğitim konularında dokunsal geri bildirim teknolojisinin etkililiğinin araştırılması ve Dokunsal geri bildirim teknolojisinin maliyet ve kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi yapılabilir.

Gelecekteki çalışmalarda, teknolojinin eğitimdeki rolünü daha geniş bir bakış açısıyla ele almak önemlidir. Örneğin, öğrenci performansını etkileyen farklı teknolojik araçların karşılaştırmalı analizi yapılabilir. Farklı metodolojik yaklaşımların kullanılması, çalışmanın genel güvenilirliğini artırabilir. Örneğin, deneysel çalışmalar, vaka analizleri veya uzun vadeli gözlemler, teknolojinin eğitimdeki etkilerini daha derinlemesine anlamamıza yardımcı olabilir. Araştırmaların güvenilirliği açısından uygulamaların uzun vadeli etkilerini değerlendirmek, teknolojinin öğrenci başarısı ve öğrenme süreçleri üzerindeki kalıcı etkilerini anlamak açısından önemlidir. Bu bağlamda deneysel araştırmaların uzun vadeli etkilerinin gözlemlenmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Ambalina, L. (2020, Ağustos 25). Haptic Feedback is the Next Step in Virtual Reality. Hackernoon: <https://hackernoon.com/haptic-feedback-is-the-next-step-in-virtual-reality-06s3uom> adresinden alındı
- Blenkinsopp, R. (2019, Haziran 10). What is Haptics? Ultraleap: <https://www.ultraleap.com/company/news/blog/what-is-haptics/> adresinden alındı
- Burdea, G. (1999). Keynote Address: Haptic Feedback for Virtual Reality. Proceedings of International Workshop on Virtual prototyping (s. 87-96). New Jersey: Rutgers.
- Civelek, T. (2014). Orta öğretim öğrencilerinin fizik eğitiminde kullanmak amacıyla sanal gerçeklik ortamında kuvvet geribeslemeli

haptik uygulamalar geliştirilmesi. DSpace@Trakya.

<https://dspace.trakya.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/trakya/1618/?sequence=1&isAllowed=y> adresinden alındı

Durmuş, H. (2019, Nisan 10). Dokunmatik Ekran için Dokunsal Geri Bildirim. Halil Durmuş:

<https://www.halildurmus.com/2019/04/10/dokunmatik-ekranlar-icin-dokunsal-geri-bildirim/> adresinden alındı

Engineering Product. (2021, Ekim 27). What is Haptic feedback and technology? Engineering Product Design: <https://engineeringproductdesign.com/knowledge-base/haptic-feedback-and-technology/> adresinden alındı

Farag, A., & Hashem, D. (2022). Impact of the Haptic Virtual Reality Simulator on Dental Students' Psychomotor Skills in Preclinical Operative Dentistry. *Clinics and Practice*, 12(1), 17-26. <https://doi.org/10.3390/clinpract12010003> adresinden alındı

Gani, A., Pickering, O., Ellis, C., Sabri, O., & Pucher, P. (2022). Impact of haptic feedback on surgical training outcomes: A Randomised Controlled Trial of haptic versus non-haptic immersive virtual reality training. *Annals of Medicine and Surgery*, 83, 104734.

Gibbs, J. K., Gillies, M. & Pan, X. (2022). A Comparison Of The Effects Of Haptic and Visual Feedback On Presence In. *International Journal of Human - Computer Studies*, 157, 1-11.

Gönültaş, B., & Zengin, D. (2021, Mayıs 2). Dokunsal geri bildirim, dijital ile gerçek dünyayı birleştirmeye hazırlanıyor. Anadolu Ajansı: <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/dokunsal-geri-bildirim-dijital-ile-gercek-dunyayi-birlestirmeye-hazirlaniyor/2227091> adresinden alındı

Hasser, J.C. & Massie, T. H., 1996. The Haptic Illusion. In C. Dodsworth, *Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology*, Addison-Wesley Publ. Co

Karal, H., Reisoğlu, İ (2009). Haptic Teknolojisinin Simülasyon Ve Geleneksel

Yöntemlere Göre Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi. *Eğitim Teknolojileri Araştırma Dergisi*, 1(3). <https://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423877265.pdf> adresinden alındı

Kovács, P. T., Murray, N., Rozinaj, G., Sulema, Y., & Rybárová, R. (2015). Application of Immersive Technologies for Education: State Of The Art. *International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL)*. (s. 283-288). Selanik: Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL).

<http://99.80.113.84/bitstream/handle/20.500.12065/3146/Application%20of%20immersive%20technologies%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y> adresinden alındı

Lowood, H. E. (2023, Mart 20). virtual reality. *Britannica*: <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality> adresinden alındı

Metaverse ve Eğitim Teknolojisi. (2021). T. Talan (Dü.) içinde, *Eğitimde Dijitalleşme ve Yeni Yaklaşımlar (Digitalization and New Approaches in Education)* (s. 169-192). İstanbul: Efe Akademi. <https://avesis.deu.edu.tr/yayin/d0b6f98e-12d5-486b-af18-ebb5558acd27/egitimde-dijitallesme-ve-yeni-yaklasimlar> adresinden alındı

Sheldon, R. (2022, Ağustos). virtual reality. *TechTarget*: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/virtual-reality> adresinden alındı

Üstünel, H. (2014). Üstün yetenekli öğrencilerin kullanımı için sanal gerçeklik ortamında kuvvet geribeslemeli haptik uygulamaların geliştirilmesi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. <https://dspace.trakya.edu.tr/xmlui/handle/trakya/1642> adresinden alındı

Webb, M., Tracey, M., Harvin, W. & Tokatli, O. (2022). Haptic-enabled collaborative learning in virtual reality for schools. *Education and Information Technologies*, 937-960.

Webb, M., Tracey, M., Harwin, W., Tokatli, O., Hwang, F., Johnson, R., Jones, C. (2021, Temmuz 2). Haptic-enabled collaborative learning in virtual reality for schools. *Education and Information Technologies*, 27, s. 937-960.

Wikipedia (2023, Nisan 4). Haptic technology. Nisan 24, 2023 tarihinde In Wikipedia: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Haptic_technology&oldid=1148182004 adresinden alındı

www.precedenceresearch.com, (2022). Haptic Technology Market (By Component: Solution, Software; By Application: Consumer Electronics, Gaming, Healthcare, Robotics, Education, Research, Others; By Feedback Type: Tactile, Force) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regiona. Kanada: Precedence Research. <https://www.precedenceresearch.com/haptic-technology-market> adresinden alındı

Yıldız, A. (2022). Bir Araştırma Metodolojisi Olarak Sistemik Literatür Taramasına Genel Bakış. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 367-386.

Zhao, H., Zheng, Z., Swanson, A., Weitlauf A. (2018). Design of a Haptic-Gripper Virtual Reality System (Hg) for Analyzing Fine Motor Behaviors in Children with Autism. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 11(4), 1-21.

<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3231938> adresinden alındı