



## Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin İnme Geçiren Hastaların Rehabilitasyonundaki Rolüne İlişkin Bir Literatür Taraması

Mithat YAVUZARSLAN<sup>a</sup>, Denizhan DEMİRKOL<sup>b\*</sup>, Sevinç GÜLSEÇEN<sup>c</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü Doktora Öğrencisi,

<sup>b</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Arş. Gör.,

<sup>c</sup> İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Prof. Dr.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 15.11.2019  
Kabul: 26.06.2020

#### **Anahtar Kelimeler:**

Sanal Gerçeklik,  
İnme, Tedavi

#### **\*Sorumlu Yazar**

e-posta:

[denizhan.demirkol@adu.edu.tr](mailto:denizhan.demirkol@adu.edu.tr)

### ÖZET

Günümüzde sanal gerçeklik teknolojileri rehabilitasyon gerektiren birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Son yıllarda ise özellikle inme hastalarının tedavi ve rehabilitasyonunda sanal gerçeklik kullanımı giderek artmaktadır. Bu çalışma kapsamında sanal gerçeklik teknolojilerinin inme tanısına sahip yetişkin bireylerin tedavi ve rehabilitasyonlarına dönük kullanımını temel alan ve son on yıl (2008-2018) içerisinde yapılmış araştırmalara erişilmiştir. Tüm çalışmalar kullanılan ekipman ve deney sürelerine göre sunulacak sonuçları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda örneklem sayılarının ve kullanılan ekipmanların daldırma düzeylerinin artırıldığı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu gözlenmiştir.

## The Role of Virtual Reality Implementations in Rehabilitation of Patients With Stroke: A Literature Review

### ARTICLE INFO

Received: 15.11.2019  
Accepted: 26.06.2020

#### **Keywords:**

Virtual Reality,  
Stroke, Treatment

#### **\*Corresponding**

#### **Authors**

e-mail:

[denizhan.demirkol@adu.edu.tr](mailto:denizhan.demirkol@adu.edu.tr)

### ABSTRACT

Virtual Reality (VR) technologies are being used in the treatment of many diseases which require rehabilitation. In recent years, these technologies are also increasingly used for the treatment and rehabilitation of patients with stroke. In this study, research articles conducted in last ten years (2008-2018) and based on the use of virtual reality technologies for the treatment and rehabilitation of adult individuals with stroke have been accessed. All studies were presented and compared according to the equipment used for rehabilitation and the duration of experiment. In conclusion, it was observed that further studies using more immersive VR technologies with larger sample size are needed.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Beyin damar hastalıkları günümüzde milyonlarca insanın hayat kalitesini düşürmekte ve hatta can kayıplarına neden olmaktadır. İnme, beyne giden kan beslemesinin genellikle bir kan damarının patlaması veya bir pıhtı tarafından engellenmesi nedeniyle kesilmesinden kaynaklanır. Bu da , oksijen ve besin

tedarikini keserek beyin dokusuna zarar vermektedir [1]. Dünyada yılda 17 milyon kişi inme geçirmekte ve her yıl 6 milyon kişi ise bu sebeple hayatını kaybetmektedir. Bununla birlikte inme geçiren hastaların %20'si erken dönemde, %30'u bir yıl içinde hayatını kaybetmekte, hayatta kalan hastaların da üçte biri günlük işlerde başkalarına muhtaç olarak yaşamlarını sürdürebilmektedir [2]. Türkiye İstatistik

Kurumunun 2017 yılı verilerine göre ölüm vakalarının %39,7'sini oluşturan dolaşım sistemi hastalıkları ilk sırada yer almış, bu vakaların alt gruplara göre dağılımında ise %39,7'si iskemik kalp hastalığından, %22,9'u ise serebro-vasküler hastalıktan kaynaklandığı tespit edilmiştir [3].

Yeni teknolojilerin kullanılmasının amaçlarından biri de insan hayatını kolaylaştırmaktır. Tıp ve sağlık alanında sürekli gelişen teknolojilerin uygulama alanları da gitgide artmaktadır. Bu teknolojilerden birisi de sanal gerçeklik teknolojileridir. Günümüzde sanal gerçeklik teknolojileri rehabilitasyon gerektiren bir çok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojileri (Virtual Reality – VR) kullanıcıların çok boyutlu simüle edilmiş bir ortamla etkileşime girmesini ve performansları hakkında “gerçek zamanlı” geri bildirim almasını sağlayan bilgisayar tabanlı bir teknolojidir. VR egzersiz uygulamaları, nöroplastisite ile ilgili kavramları (yani paretik-kısmi inmeli ekstremitenin tekrarı, yoğunluğu ve görev odaklı eğitimi) uygulama potansiyeline sahiptir [4].

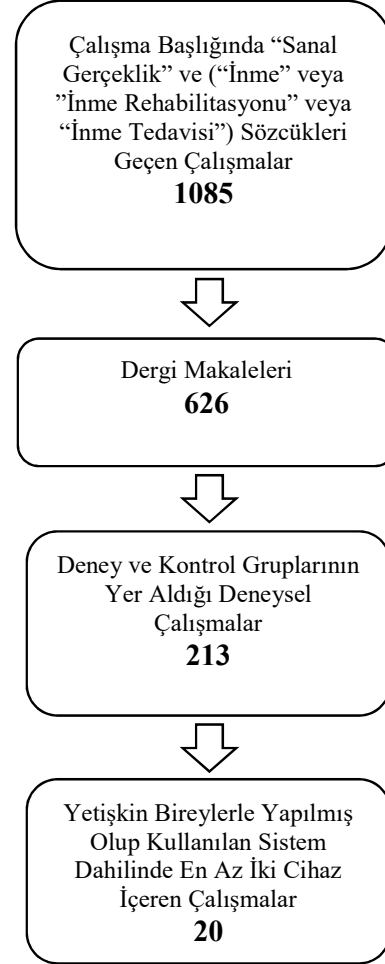
Bu güne dek sanal gerçeklik teknolojilerinin inme tedavisinde kullanımını inceleyen literatürün tarandığı bir dizi çalışma yapılmıştır. Lohse ve diğerleri [5] tarafından yapılan literatür taramasında inmeli yetişkin bireylere dönük olarak oyun tabanlı sanal gerçeklik terapilerinin gerçekleştirildiği çalışmalar sunulmuştur. Saposnik ve diğerleri [6] tarafından yürütülen çalışmada ise yetişkin inmeli bireylerin üst üyelerinin (upper extremity) motor becerilerinin geliştirilmesinde sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımı arama kriteri olarak belirlenmiştir. Son olarak kapsamlı bir literatür taraması Laver ve diğerleri [7] tarafından yapılmış olup yürüme becerisi, motor beceriler ve günlük aktivitelerin gerçekleştirilmesi durumlarının inceleyen çalışmalar derlenmiştir. Bu çalışmada ise sanal gerçeklik teknolojilerinin inme tedavisinde kullanılmasını inceleyen ve son on yıl içerisinde yapılmış çalışmalar sunularak ilgili alandaki literatür taramasının güncellenmesi sağlanacak ve benzer araştırma desenlerine sahip çalışmalar kıyaslanacaktır.

## 2. YÖNTEM (METHODOLOGY)

Bu çalışma dahilinde sanal gerçeklik teknolojilerinin inme tanısına sahip yetişkin bireylerin tedavi ve rehabilitasyonlarına dönük kullanımını temel alan ve son on yıl içerisinde (2008-2018) yapılmış araştırmalara erişilmiştir. Çalışmaların yalnızca başlıklarında aranan kelime grupları “sanal gerçeklik” ve “inme” (“virtual reality” and “stroke”) veya “sanal gerçeklik” ve “inme rehabilitasyonu” (“virtual reality” and “stroke rehabilitation”) veya “sanal

gerçeklik” ve “inme tedavisi” (“virtual reality” and “stroke treatment”) şeklindedir. Erişilen araştırmalar aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurularak çalışmaya dahil edilmiştir:

Şekil 1. Sanal Gerçeklik ve İnme ile İlgili Çalışmaların Arama Kriterlerine Göre Filtrelenmiş Sayıları



- *Deneyel Çalışmalar:* Sanal Gerçeklik teknolojisinin tedaviye dahil edildiği deney grupları ve geleneksel tedavi yöntemlerinin uygulandığı kontrol grupları kıyaslamalarını içeren çalışmalar incelenmiştir. Deney ve kontrol grubu içeren çalışmaların Sanal Gerçeklik teknolojileri ile geleneksel tedavi yöntemlerini kıyaslaması bakımından daha açıklayıcı çalışmalar oldukları düşünülmüştür.
- *Dergi Makaleleri:* Tarama sonucu erişilen konferans bildirimleri, poster sunumlar ve kitap bölümleri çıkartılmış olup yalnızca orijinal araştırma niteliği

taşıyan dergi makaleleri çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırma makaleleri diğer kaynak türlerine kıyasla yöntem ve araçlar konusunda daha ayrıntılı ve doyurucu içeriğe sahiptir.

- **Yetişkin Örneklem:** Çalışmaların tümünde örneklem yetişkin ve inmeli bireylerden oluşmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojileri ekipmanlarının kullanımı ve tedavi sürekliliği gibi konulara yetişkin bireylerin daha yatkın oldukları düşünülmektedir.
- **Sistemde Kullanılan Cihaz Sayısı:** Sanal Gerçeklik teknolojilerinin etkililiğini belirleyen bir faktör de daldırma (immersion) düzeyidir. Bu doğrultuda Çalışmalarda sistem dahilinde kullanılan ekipman sayısının 2 veya daha fazla olması kriteri aranmıştır.

Taramalar Google Scholar, MEDLINE ve Scopus akademik veri tabanlarında gerçekleştirilmiş olup erişilen çalışmalar araştırma desenleri, kullanılan ekipmanlar ve araştırma bulguları açısından karşılaştırılmıştır.

## 2. BULGULAR (FINDINGS)

Yukarıdaki kriterlerin uygulanması sonucu erişilen 20 makalenin ayrıntıları gruplar arası anlamlı fark

Tablo 1. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin İnme Tedavisinde Kullanılmasına Dönük Araştırmalar (2008-2018)  
(Studies Based on the Use of Virtual Reality Technologies for Stroke Rehabilitation (2008-2018))

<i>Gruplar Arası Anlamlı Fark Bulunan Çalışmalar</i>						
Konu	Yıl	Yazar	Kullanılan Ekipman/ Sistem	Örneklem	Deney Süresi	Sonuç Özeti
İnme sonrası üst üyelerin motor becerilerine dönük sanal gerçeklik rehabilitasyonu	2013	Turolla ve diğ. [8]	Sanal Gerçeklik Rehabilitasyon Sistemi: 3D hareket izleme donanımı (Polhemus Liberty™, Colchester, VT) ve LCD ekran	Toplam:376 (Kontrol:113;Sanal Gerçeklik:263)	4 Hafta	İki grupta anlamlı gelişim. Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek.
İnmeli bireylerde ek sanal gerçeklik egzersizlerinin kullanımı	2013	Sin ve diğ. [20]	Microsoft Xbox Kinect	Toplam:35 (Kontrol:17; Sanal Gerçeklik:18)	6 Hafta	İki grubun gelişiminde anlamlı fark var. Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek.
Yarı inmeli bireylerin kol egzersizlerinde sanal gerçeklik kullanımı	2009	Housman ve diğ. [18]	Dijital kol Ortezi, pozisyon sensörleri	Toplam:34 (Kontrol:17; Sanal Gerçeklik:17)	6 Hafta	İzleme sonrası Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek.
Kronik inmeli bireylerin Kol motor becerilerinin geliştirilmesinde sanal gerçeklik kullanımı	2013	Subramanian ve diğ. [21]	Bilgisayar tabanlı rehabilitasyon ortamı (CAREN): Dijital kol ortezi, Projektör	Toplam:32 (Kontrol:16; Sanal Gerçeklik:16)	4 Hafta	İki grubun gelişiminde anlamlı fark var. Bazı ölçüklere Sanal Gerçeklik grubunun gelişimi anlamlı derecede daha yüksek

bulunan, gruplarda kısmen fark veya gelişim gözlenen ve anlamlı farka rastlanmayan çalışmalara göre ayrılarak Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1'de listelenen çalışmalardan yüksek örneklem sahip Turolla ve diğerleri [8] ve Saposnik ve diğerleri [9] tarafından yapılmış çalışmaları hariç örneklem sayılarının ortalama 22 olduğu görülmektedir. Saposnik ve diğerleri [9] tarafından 121 hastayla gerçekleştirilen çalışmada gruplar arasında el işlevselliği, kavrama gücü, motor performansı, günlük yaşam aktiviteleri ve hareket kalitesi ölçümlerinde anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Araştırmacılar bu sonuçların inme tedavisinde daldırma içeren teknolojilerin kullanılmasıyla farklılık gösterebileceğine dikkat çekmişlerdir. Ayrıca inme tedavisinde sanal gerçeklik kullanımını inceleyen çalışmalarda örneklem sayısının artması tedaviyi izlemekte zorlanan ve araştırma sürecinin dışına düşen hastaları da beraberinde getirebilmektedir. Turolla ve diğerleri [8]'nin çalışmalarında ise iki grup arasında anlamlı fark gözlemlenmiş olup deney grubunda geleneksel tedavi yöntemleri sanal gerçeklik aktiviteleriyle desteklenmiş ve inme tedavisinde tek başına geleneksel yöntemleri kullanmanın ötesinde sanal gerçeklikle birleştirilmiş tedavi yöntemleri önerilmiştir.

Kronik İmmelilerin denge ve gezinme/dolaşma becerilerinin artırılmasında sanal gerçeklik kullanımı	2009	Kim ve diğ. [10]	IREX Sanal Gerçeklik Sistemi: Monitor, video kamera, siber-eldivenler	Toplam:24 (Kontrol:12; Sanal Gerçeklik:12)	4 Hafta	Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek.
Kronik inme hastalarında sanal gerçeklik kullanılarak dengenin geliştirilmesi	2012	Cho ve diğ. [15]	Sanal Gerçeklik Denge Egzersizi Sistemi: Denge tahtası, LCD ekran	Toplam:22 (Kontrol:11; Sanal Gerçeklik:11)	6 Hafta	Bir ölçek hariç sanal Gerçeklik grubu puanları istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek
İnme Rehabilitasyonunda Wii oyun teknolojisinin etkililiği	2010	Saposnik ve diğ. [6]	Nintendo Wii Sanal Gerçeklik Oyun Sistemi (Nintendo VRWii)	Toplam:20 (Kontrol:10; Sanal Gerçeklik:10)	8 Hafta	Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek
İnmeli bireylerde üst üyelerin motor becerilerinin geliştirilmesi	2008	Yavuzer ve diğ. [16]	Sony Playstation EyeToy	Toplam:20 (Kontrol:10; Sanal Gerçeklik:10)	4 Hafta	İki grupta anlamlı gelişim. Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek.
İnmeli bireylerin gezinme/dolaşma becerilerinin sanal gerçeklik ile geliştirilmesi	2008	Yang ve diğ. [11]	Yürüme bandı, Projektör	Toplam:20 (Kontrol:9; Sanal Gerçeklik:11)	3 Hafta	Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek.
Kronik inme rehabilitasyonunda sanal gerçeklik tabanlı oyun kullanımının geçerliliği	2012	Kim ve diğ. [19]	Nintendo Wii Sanal Gerçeklik Oyun Sistemi (Nintendo VRWii)	Toplam:20 (Kontrol:10; Sanal Gerçeklik:10)	3 Hafta	İki grubun gelişiminde anlamlı fark. Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek.
İnme sonrası bireylerin yürüyüşlerine robot-sanal gerçekliğinin etkisi	2009	Mirelman ve diğ. [13]	Rutgers Bilek Rehabilitasyon Sistemi, Robot Sanal Gerçekliği	Toplam:18 (Kontrol:9; Sanal Gerçeklik:9)	2 Hafta	Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek
Üst üyelerin inme sonrası işlevsel iyileştirilmelerine dönük sanal gerçeklik tabanlı oyun rehabilitasyonu	2011	Cameirao ve diğ. [14]	Rehabilitasyon Oyun Sistemi, eldiven	Toplam:16 (Kontrol:8; Sanal Gerçeklik:8)	12 Hafta	Sanal Gerçeklik grubu istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha yüksek

#### Sanal Gerçeklik Gruplarında Kısmen Gelişim veya Fark Gözlenen Ancak Anlamlı Fark Bulunmayan Çalışmalar

Konu	Yıl	Yazar	Kullanılan Ekipman/Sistem	Örneklem	Deney Süresi	Sonuç Özeti
İnmeli hastalarda ek sanal gerçeklik terapisinin uygulanması	2014	Viana ve diğ. [26]	Nintendo Wii Sanal Gerçeklik Oyun Sistemi (Nintendo VRWii)	Toplam:20 (Kontrol:10; Sanal Gerçeklik:10)	5 Hafta	İki grupta da gelişim var ancak bir ölçek hariç gruplararası anlamlı fark yok.
İnmeli hastalara dönük oyun tabanlı sanal gerçeklik rehabilitasyonu	2014	Shin ve diğ. [25]	RehabMaster: Derinlik sensörü, ekran	Toplam:16 (Kontrol:7; Sanal Gerçeklik:9)	2 Hafta	İki grubun gelişiminde anlamlı fark var ancak gruplararası anlamlı fark yok.
İnme sonrası el rehabilitasyonu için eldiven ve sanal gerçeklik kullanımı	2010	Connelly ve diğ. [12]	PneuGlove eldiven, Sanal Gerçeklik Başlığı, Gölge sensörü	Toplam:14 (Kontrol:7; Sanal Gerçeklik:7)	6 Hafta	Sanal Gerçeklik grubunun performansı daha yüksek ancak gruplar arasında anlamlı fark yok.
İnmeli bireylerin denge becerilerinin sanal gerçeklik ile geliştirilmesi	2011	Yang ve diğ. [17]	Yürüyüş bandı, LCD ekran	Toplam:14 (Kontrol:7; Sanal Gerçeklik:7)	3 Hafta	Gruplar arasında fark yok. Bazı ölçeklerde Sanal Gerçeklik grubunun gelişimi anlamlı derecede daha yüksek.

**Gruplar Arası Anlamlı Fark Bulunmayan Çalışmalar**

Konu	Yıl	Yazar	Kullanılan Ekipman/ Sistem	Örneklem	Deney Süresi	Sonuç Özeti
İnme tedavisinde sanal gerçeklik egzersizlerinin etkililiği ve güvenliği	2016	Saposnik ve diğ. [9]	Nintendo Wii Sanal Gerçeklik Oyun Sistemi (Nintendo VRWii)	Toplam:121 (Kontrol:62; Sanal Gerçeklik:59)	2 Hafta	Gruplar arasında fark yok.
İnmeli bireylerin denge becerilerinin eğitiminde sanal gerçekliğin etkililiği ve kullanılabilirliği	2015	Llorens ve diğ. [24]	Microsoft Xbox Kinect	Toplam:30 (Kontrol:15; Sanal Gerçeklik:15)	8 Hafta	İki grupta da gelişim var ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark yok.
İnme hastalarında sanal gerçekliğin terapötik etkisi	2017	Pedreira de Fonseca ve diğ. [22]	Nintendo Wii Sanal Gerçeklik Oyun Sistemi (Nintendo VRWii)	Toplam:27 (Kontrol:13; Sanal Gerçeklik:14)	10 Hafta	İki grupta da gelişim var ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark yok.
Kronik gelç hastalarının Üst üyelerin egzersizinde sanal gerçeklik oyun sisteminin kullanılması	2017	Stockley ve diğ. [23]	YouGrabber: Ekran, Eldivenler, hareket Sensörleri	Toplam:12 (Kontrol:6; Sanal Gerçeklik:6)	12 Hafta	İki grup arasında anlamlı fark yok.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ (DISCUSSION AND CONCLUSION)

Tablo 1 incelendiğinde yapılan araştırmaların sürelerinin 2 ile 12 hafta arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Tüm çalışmalarda sanal gerçeklik teknolojileri geleneksel inme tedavisinin bir alternatifi olarak kullanılmıştır. Sanal gerçeklik ile inme tedavisinin gruplar arası anlamlı farklılık ortaya çıkarmadığı çalışmalar arasında kısa süreli deneylerin ağırlığı görülmektedir. [9-17-25]. Ancak Saposnik ve diğerleri [9] ve Yang ve diğerleri [17] tarafından yapılan çalışmalar aynı araştırmacılar tarafından geçmişte yapılmış araştırmaların farklı koşul ve örneklerle tekrarlanmış versiyonlarıdır [6-27].

Uzun deney süresine sahip ancak anlamlı fark bulunamayan çalışmalara da rastlanmaktadır [22-23-24]. Stockley ve diğerleri [23], 12 haftalık sürede gerçekleştirdikleri çalışmada kullandıkları sanal gerçeklik sisteminin katılımcıları motive ettiğini ancak teknik zorluklardan dolayı hayal kırıklıklarını ifade ettiklerini belirtmişler ve gelecekte bu doğrultuda yürütülecek çalışmaların katılımcıların bilişsel durumları, sistemin maddi etkililiği ve farklı egzersiz yoğunluklarını göz önüne alması gerekliliğini vurgulamışlardır. Ayrıca Pedreira da Fonesca ve diğerleri [22] tarafından 10 haftalık sürede yapılan çalışmada sanal gerçeklik terapisi esnasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde gruplar arası anlamlı farka rastlanmasa da terapi sonrası 20 seanslık izlemede grupların kendi içinde yürüyüş dengesinde ilerleme ve düşme riskinde gerileme gibi bulgulara rastlanmıştır. Kısacası çalışmaların büyük çoğunluğu

sanal gerçekliğin inme tedavisinde kullanılabilecek bir teknoloji olduğunu göstermektedir.

İnme geçiren bireylerin yaşadıkları problemlerin başında denge sorunu gelmektedir [28]. Bu doğrultuda Tablo 1’de görünen araştırmaların büyük çoğunluğunda denge başta olmak üzere siber-hastalıkların tetiklenmemesi adına ve genel olarak inme hastalığının hareket kabiliyetini kısıtlaması dolayısıyla daldırmalı sanal gerçeklik sistemlerine rastlanmamaktadır. Yalnızca Connely ve diğerleri [12] yaptıkları çalışmada Sanal Gerçeklik başlığı kullanılarak daldırma yapılmış ancak el ve kol becerilerinin geliştirilmesi amaçlandığı için katılımcılardan sanal ortamda eldivenin kullanılması istenmiştir. Bunların dışında sanal gerçeklikle inme tedavisinde kullanılan ekipmanlara bakıldığında parmak hareketlerini algılayabilen ve sanal ortamdaki objelerle etkileşime geçmeyi sağlayan eldivenleri kullanan çalışmalar [10-12-14-23], hastaların denge gelişimine odaklanmış yürüyüş bantlarının kullanıldığı çalışmalar [17-27], ve eldivenler dışında üst üyelerin egzersizine dönük olarak kol ortezlerinin kullanıldığı çalışmalar [18-21] görülebilmektedir.

Ayrıca ticari olarak piyasada bulunabilen bir takım ürünlerin inme tedavisinde kullanıldığı çalışmalara da rastlanmaktadır. Nintendo Wii Sanal Gerçeklik Oyun Sistemi’ni kullanan çalışmalarda oyunlar bedeninin tamamını kullanmayı gerektiren görevleri içermektedir [19-22-26]. Pedreira da Fonesca ve diğerleri [22], inme terapilerinde oyun sistemlerinin normal ve tekdüze egzersizlere kıyasla hastalarda terapi sürecine dönük motivasyonu artırıyor olmasının bu tip araçları kullanışlı hale getirdiğini vurgulamışlardır. Saposnik ve diğerleri [6], yaptıkları

ilk çalışmada Nintendo VRWii oyun teknolojisinin güvenli, uygulanabilir ve etkili bir potansiyele sahip bir araç olduğunu vurgulamışlar ancak gruplar arası anlamlı fark bulunmayan diğer çalışmalarında [9] oyundaki görevlerin geliştirilmek istenen beceriyle ilgili olması gerektiğini aksi takdirde daha basit, düşük maliyetli ve geniş uygulama olanağına sahip geleneksel yöntemlerin sanal gerçeklik teknolojisine kıyasla daha başarılı olma şansının bulunduğunu belirtmişlerdir. Tablo 1’de yer alan iki çalışmada ise diğer bir oyun tabanlı ürün olan Microsoft Xbox Kinect kullanımı göze çarpmaktadır [20-24]. Sin ve Lee [20] Xbox Kinect kullanan tedavi grubunun geleneksel yöntemin kullanıldığı gruba kıyasla daha anlamlı gelişim gösterdiğini ancak bu sonuçlarda ürünün 6 hafta gibi fazla sayılabilecek bir sürede kullanılmasının da etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Kısacası çalışmalarda ürünün geliştirilmek istenen beceriyle ilişkisi ve ürünün kullanıldığı tedavinin süre/egzersiz yoğunluğu gibi faktörleri ön plana çıkarılmıştır.

Yavuzer ve diğerleri [16] ise çalışmalarında Sony Playstation EyeToy ürününü kullanmış ve bu ürünün hareket performansını geliştirmeye dönük olarak ucuz, kolay yönetilebilen, motive edici ve eğlenceli bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu oyun tabanlı ürünleri kullanan çalışmalarda uzmanların hastaları doğru şekilde yönlendirmesinin denge kaybı vb. istenmeyen durumları önlemek adına önemli olduğu vurgulanmıştır [16-19]. Bunların yanı sıra bir çok çalışma da kendi sistemlerini ve donanımlarını geliştirmiş ve tedavi süreçlerinde kullanmışlardır [8-10-13-12-21-23].

Sonuç olarak, inme tedavisinde sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımını irdeleyen araştırmalara bakıldığında gelecekte yapılacak ve söz konusu teknolojilerin inmeli bireyler üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalarda örneklem sayısının yükseltildiği, koşulların olanaklılığı oranında daha fazla daldırma içeren sistemlerin kullanıldığı, deney gruplarının tedavi süreçlerinin bütünüyle sanal gerçeklik teknolojilerine entegre edildiği, araştırma örneklemine ikiden fazla gruba ayrıldığı (sanal gerçeklik, sanal gerçeklik ve geleneksel yöntemler, sadece geleneksel yöntemler) çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

#### KAYNAKLAR (References)

[1] World Health Organization. “Stroke, Cerebrovascular Accident”. Geneva: WHO, 2015 Available: [http://www.who.int/topics/cerebrovascular\\_accident/en/](http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/) [Accessed: Jan. 15, 2019].

[2] Türk Nöroloji Derneği, “Dünya ve Türkiye İnme Verileri”, Oct. 23, 2017. Available: [https://www.noroloji.org.tr/TNDDData/Uploads/files/4\\_Infographic\\_brosur\\_FAST\\_FINAL.pdf](https://www.noroloji.org.tr/TNDDData/Uploads/files/4_Infographic_brosur_FAST_FINAL.pdf) [Accessed: Jan. 15, 2019]

[3] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), “Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2017”, Haber Bülteni No.: 27620, Apr. 26, 2018 Available: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27620> [Accessed: Jan. 15, 2019]

[4] P. Langhorne, F. Coupar, and A. Pollock, “Motor recovery after stroke: a systematic review”, *Lancet Neurology*, vol. 8, no. 8, pp. 741-754, August 2009. Doi: 10.1016/S1474-4422(09)70150-4

[5] K. R. Lohse, C. G. E. Hilderman, K. L. Cheung, S. Tatla, and H. F. M. Van der Loos, “Virtual Reality Therapy for Adults Post-Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Virtual Environments and Commercial Games in Therapy”, *PLoS ONE*, vol. 9, no. 3, pp. 1-13, March 2014. Doi: 10.1371/journal.pone.0093318

[6] G. Saposnik, R. Teasell, M. Mamdani, J. Hall, W. McIlroy, D. Cheung, K. E. Thorpe, L. G. Cohen, and M. Bayley. “Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle”, *Stroke: A Journal of Cerebral Circulation*, vol. 41, no. 7, pp. 1477-1484, July 2010. Doi: 10.1161/STROKEAHA.110.584979

[7] K. Laver, B. Lange, S. George, J. E. Deutsch, G. Saposnik, and M. Crotty, “Virtual reality for stroke rehabilitation”, *Cochrane Database Systematic Reviews*, vol. 11, November 2017. Doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4

[8] A. Turolla, M. Dam, L. Ventura, P. Tonin, M. Agostini, C. Zucconi, P. Kiper, A. Cagnin, L. Piron. “Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial”, *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 10, no. 1, p. 85, August 2013. Doi: 10.1186/1743-0003-10-85

[9] G. Saposnik, L. G. Cohen, M. Mamdani, S. Pooyania, M. Plougman, D. Cheung, J. Shaw, J. Hall, P. Nord, S. Dukelow, Y. Nilanont, F. De los Rios, L. Olmos, M. Levin, R. Teasell, A. Cohen, K. Thorpe, A. Laupacis, and M. Bayley. “Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial”, *The Lancet Neurology*.,

- vol. 15, no. 10, pp. 1019-1027, September 2016. Doi: 10.1016/S1474-4422(16)30121-1
- [10] J. H. Kim, S. H. Jang, C. S. Kim, J. H. Jung, and J. H. You, "Use of Virtual Reality to Enhance Balance and Ambulation in Chronic Stroke: A Double-Blind, Randomized Controlled Study", *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, vol. 88, no 9, pp. 693, September 2009. Doi: 10.1097/PHM.0b013e3181b33350
- [11] Y.-R. Yang, M.-P. Tsai, T.-Y. Chuang, W.-H. Sung, and R.-Y. Wang, "Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: A randomized controlled trial", *Gait & Posture*, vol. 28, no 2, pp. 201-206, August 2008. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.11.007
- [12] L. Connelly, Yicheng Jia, M. L. Toro, M. E. Stoykov, R. V. Kenyon, and D. G. Kamper, "A Pneumatic Glove and Immersive Virtual Reality Environment for Hand Rehabilitative Training After Stroke", *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 18, no. 5, pp. 551-559, October 2010. Doi: 10.1109/TNSRE.2010.2047588
- [13] A. Mirelman, P. Bonato, and J. E. Deutsch, "Effects of Training With a Robot-Virtual Reality System Compared With a Robot Alone on the Gait of Individuals After Stroke", *Stroke*, vol. 40, no. 1, pp. 169-174, January 2009. Doi: 10.1161/STROKEAHA.108.516328
- [14] M. S. Cameiario, S.B. Badia, E. Duarte, and P. F. M. J. Verschure, "Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the Rehabilitation Gaming System", *Restorative Neurology and Neuroscience*, vol. 29, no. 5, pp. 287-298, 2011. Doi: 10.3233/RNN-2011-0599
- [15] K. H. Cho, K. J. Lee, and C. H. Song, "Virtual-Reality Balance Training with a Video-Game System Improves Dynamic Balance in Chronic Stroke Patients", *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, vol. 228, no. 1, pp. 69-74, August 2012. Doi: 10.1620/tjem.228.69
- [16] G. Yavuzer, A. Senel, M. B. Atay, and H. J. Stam, "Playstation eyetoy games"improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial.", *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, vol. 44, no. 3, pp. 237-244, May 2008. PMID: 18469735
- [17] S. Yang, W. H. Hwang, Y. C. Tsai, F.K. Liu, L. F. Hsieh, and J. S. Chern, "Improving Balance Skills in Patients Who Had Stroke Through Virtual Reality Treadmill Training". *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, vol. 90, no. 12, pp. 969-978, December 2011. Doi: 10.1097/PHM.0b013e3182389fae
- [18] S. J. Housman, K. M. Scott, and D. J. Reinkensmeyer, "A Randomized Controlled Trial of Gravity-Supported, Computer-Enhanced Arm Exercise for Individuals With Severe Hemiparesis", *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 23, no. 5, pp. 505-514, June 2009. Doi: 10.1177/1545968308331148
- [19] E. K. Kim, J. H. Kang, J. S. Park, and B. H. Jung, "Clinical Feasibility of Interactive Commercial Nintendo Gaming for Chronic Stroke Rehabilitation", *Journal of Physical Therapy Science*, vol. 24, no. 9, pp. 901-903, December 2012. Doi: 10.1589/jpts.24.901
- [20] H. Sin and G. Lee, "Additional virtual reality training using Xbox Kinect in stroke survivors with hemiplegia", *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, vol. 92, no. 10, pp. 871-880, October 2013. Doi: 10.1097/PHM.0b013e3182a38e40
- [21] S. K. Subramanian, C. B. Lourenço, G. Chilingaryan, H. Sveistrup, and M. F. Levin, "Arm Motor Recovery Using a Virtual Reality Intervention in Chronic Stroke: Randomized Control Trial", *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 27, no. 1, pp. 13-23, January 2013. Doi: 10.1177/1545968312449695
- [22] E. Pedreira da Fonseca, N. M. Ribeiro da Silva, ve E. B. Pinto, "Therapeutic Effect of Virtual Reality on Post-Stroke Patients: Randomized Clinical Trial", *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, vol. 26, no. 1, pp. 94-100, January 2017. Doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.08.035
- [23] R. C. Stockley, D. A. O'Connor, P. Smith, S. Moss, L. Allsop, and W. Edge, "A Mixed Methods Small Pilot Study to Describe the Effects of Upper Limb Training Using a Virtual Reality Gaming System in People with Chronic Stroke", *Rehabilitation Research and Practice*, vol. 2017, pp. 1-8, January 2017. Doi: 10.1155/2017/9569178
- [24] R. Lloréns, E. Noé, C. Colomer, ve M. Alcañiz, "Effectiveness, Usability, and Cost-Benefit of a Virtual Reality-Based Telerehabilitation Program for Balance Recovery After Stroke: A Randomized

Controlled Trial”, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 96, no. 3, pp. 418-425. March 2015. Doi: 10.1016/j.apmr.2014.10.019

[25] J.H. Shin, H. Ryu, and S. Jang, “A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments”, *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 11, no. 1, pp. 32, March 2014. Doi: 10.1186/1743-0003-11-32.

[26] R. T. Viana, G. E. C. Laurentino, R. J. P. Souza, J. B. Fonseca, E. M. Silva Filho, S. N. Dias, L. F. Teixeira-Salmela, and K. K. Monte-Silva. “Effects of the addition of transcranial direct current stimulation to virtual reality therapy after stroke: A pilot

randomized controlled trial”, *NeuroRehabilitation*, vol. 34, no. 3, pp. 437–446, 2014. Doi: 10.3233/NRE-141065

[27] M. P. Tsai, T. Y. Chuang, W. H. Sung, R. Y. Wang, and R. Y. Wang, “Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: A randomized controlled trial”, *Gait & Posture*, vol. 28, no. 2, pp. 201-206, August 2008. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.11.007

[28] D. S. Nichols, “Balance Retraining After Stroke Using Force Platform Biofeedback”, *Physical Therapy*, vol. 77, no. 5, pp. 553-558, May 1997. Doi: 10.1093/ptj/77.5.553.