Didem ELVAN

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI

AYAK BİLEĞİ BURKULMALARINDA SANAL GERÇEKLİK EGZERSİZLERİNİN ETKİLERİ: SİSTEMATİK DERLEME

Didem ELVAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURSA-2022

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ

2022

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI

AYAK BİLEĞİ BURKULMALARINDA SANAL GERÇEKLİK EGZERSİZLERİNİN ETKİLERİ: SİSTEMATİK DERLEME

Didem ELVAN
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

DANIŞMAN:
Prof.Dr. Şerife VATANSEVER TAYŞİ

BURSA-2022

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak sunduğum "Ayak Bileği Burkulmalarında Sanal Gerçeklik Egzersizlerinin Etkileri: Sistematik Derleme'' adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Didem ELVAN
09/02/2022

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

09/ 02/ 2022

Adı Soyadı: Didem ELVAN

Anabilim Dalı: Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi

Tez Konusu: Ayak Bileği Burkulmalarında Sanal Gerçeklik Egzersizlerinin Etkileri: Sistematik Derleme

ÖZELLİKLER	**UYGUNDUR**	**UYGUN DEĞİLDİR**	**AÇIKLAMA**
Tezin Boyutları	**X**	❑	
Dış Kapak Sayfası	**X**	❑	
İç Kapak Sayfası	**X**	❑	
Kabul Onay Sayfası	**X**	❑	
Sayfa Düzeni	**X**	❑	
İçindekiler Sayfası	**X**	❑	
Yazı Karakteri	**X**	❑	
Satır Aralıkları	**X**	❑	
Başlıklar	**X**	❑	
Sayfa Numaraları	**X**	❑	
Eklerin Yerleştirilmesi	**X**	❑	
Tabloların Yerleştirilmesi	**X**	❑	
Kaynaklar	**X**	❑	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Prof. Dr. Şerife VATANSEVER TAYŞİ

İmza

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak
İç Kapak
ETİK BEYANI ii
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU iii
TÜRKÇE ÖZET vi
İNGİLİZCE ÖZET vii
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Ayak Bileği Anatomisi 3
2.1.1. Ayak Bileği Kemikleri 3
2.1.2. Ayak Bileği Eklemi 6
2.1.2.1. Talokrural Eklem 6
2.1.2.2. Subtalar Eklem 8
2.1.2.3. Distal Tibiofibular Eklem 9
2.1.3. Ayak Bileği Bağları 10
2.1.3.1. Lateral Kollateral Bağlar 12
2.1.3.1.1. Anterior Talofibular Ligament (ATFL) 12
2.1.3.1.2. Kalkaneofibular Ligament (CFL) 13
2.1.3.1.3. Posterior Talofibular Ligament (PTFL) 13
2.1.3.2. Medial Kollateral Bağlar 13
2.1.3.3. Sindezmotik Bağ Kompleksi 14
2.1.4. Eklem Kapsülü 15
2.1.5. Ayak Bileği Kasları 15
2.1.5.1. Ekstrinsik Kaslar 17
2.1.5.1.1. Anteior Kompartman 17
2.1.5.1.2. Lateral Kompartman 18
2.1.5.1.3. Posterior Kompartman 18
2.1.5.1.3.1. Yüzeyel Arka Grup 21
2.1.5.1.3.2. Derin Arka Grup 21
2.1.5.2. İntrinsik Kaslar 21
2.2. Ayak Bileği Biyomekaniği 21

2.3. Ayak Bileğinin Sinirsel İletimi ve Kanlanması 23
2.4. Yaralanma Biyomekaniği ve Patofizyolojisi 23
2.5. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi 26
2.6. Ayak Bileği Burkulması Rehabilitasyonu 27
2.6.1. Birinci Faz (Rehabilitasyonun Erken Dönemi) 27
2.6.2. İkinci Faz (Rehabilitasyonun Ara Dönemi) 28
2.6.3. Üçüncü Faz (Rehabilitasyonun 3. Dönemi) 29
2.6.4. Dördüncü Faz (Rehabilitasyonun Son Dönemi) 30
2.7. Sanal Gerçeklik Egzersizleri 32
2.7.1. Sanal Gerçekliğin Avantaj ve Dezavantajları 34
2.7.2. Sanal Gerçekliğin Etki Mekanizması 35
3. GEREÇ ve YÖNTEM 38
3.1. Araştırma Stratejisi 38
4. BULGULAR 42
4.1. Sistematik Derlemeye Dâhil Edilen Araştırmaların Genel Özellikleri 42
4.2. Sistematik Derlemeye Dâhil Edilen Araştırmalar 47
5. TARTIŞMA 60
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 64
KAYNAKLAR 65
7. SİMGELER VE KISALTMALAR 74
TEŞEKKÜR 75
ÖZGEÇMİŞ 76

TÜRKÇE ÖZET

Ayak Bileği Burkulmalarında Sanal Gerçeklik Egzersizlerinin Etkileri: Sistematik Derleme

Bu çalışmanın amacı şu an ya da geçmişte ayak bileği burkulması yaşamış farklı katılımcı özellikleri (genç, yetişkin, yaşlı) olan kişilerde sanal gerçeklik ile yapılan egzersizlerin etkilerini kapsayan bir sistematik derleme yapmaktır. Bu kapsamda konu üzerine yayınlanmış makaleler incelenmiş ve sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Sistematik derlemede, PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis) bildirgesi rehber alınmıştır. Literatür taraması PubMed ve Google Scholar veri tabanlarında yapılmıştır. İncelenen çalışmaları derlemeye katma ölçütleri; örneklem grubunu 12 yaş ve üzeri insanların oluşturduğu, 2010-2022 yılları arasında yapılmış, randomize-kontrollü, deneysel araştırmalar, klinik araştırmalar ve makalenin tam metnine ulaşılması olarak belirlenmiştir. Çalışmaların incelemesi sonucunda, sanal gerçeklik egzersizlerinin ayak bileği burkulmaları üzerinde olumlu etkiler ortaya koyduğu görülmüştür. Yeni bir sistem olan sanal gerçeklik rehabilitasyonlarda da kullanılmaya başlamıştır. Fakat bazı çalışmalarda geleneksel egzersizlerle arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aynı etkiyi geleneksel egzersiz yapanlar veya hiç egzersiz yapmayanlarda elde etmiştir. Bu sistematik derlemeye; 14 randomize kontrollü çalışma, toplam 581 katılımcı dâhil edilmiştir. Sanal gerçeklik egzersizleri ayak bileği burkulmaları üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Ağrıları azalttığı, ayak-ayak bileği yetenek skorlarını düzelttiği, yürüme parametrelerini olumlu etkilediği, statik ve dinamik dengeyi arttırdığı, kas gücünü arttırdığı, bilgi işleme hızını arttırdığı ve ayak bileği instabilitesini azalttığı görülmüştür. Sanal gerçeklik egzersizi yapan sporcuların spora dönüş süreleri daha kısadır. Ancak sanal gerçekliğin ayak bileği burkulması üzerine etkilerinin geçerlilik kazanması için uzun süreli ve çok örneklemli daha fazla randomize kontrollü çalışma yapılması gerekmektedir. Sanal gerçekliğin ortopedik rehabilitasyon üzerine etkisi üzerine bile çalışma çok azdır. Spesifik vakalar (ayak bileği burkulması, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu) ve sporcularda kullanımın artması ve bu yönde çalışmaların yapılması beklenmektedir. Sistematik derlememizin bulguları bu konuda yapılacak çalışmalar için yol gösterici olabilir.

Anahtar kelimeler: Sanal gerçeklik, ayak bileği burkulması, ayak bileği instabilitesi, aktif video oyunları.

İNGİLİZCE ÖZET

Effects of Virtual Reality Exercises on Ankle Sprains: A Systematic Review

The aim of this study is to make a systematic review covering the effects of exercises performed with virtual reality in people with different participant characteristics (young, adult, old) who have experienced ankle sprains now or in the past. In this context, the articles published on the subject were examined and the results were evaluated. In the systematic review, the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis) declaration was taken as a guide. Literature search was done in PubMed and Google Scholar databases. Inclusion criteria for the reviewed studies; The sample group consisted of people aged 12 and over, randomized-controlled, experimental studies, clinical studies and accessing the full text of the article. As a result of the review of the studies, it was seen that virtual reality exercises had positive effects on ankle sprains. Virtual reality, a new system, has also started to be used in rehabilitation. However, in some studies, no significant difference was found between traditional exercises. The same effect was obtained in those who exercised conventionally or did not exercise at all. This systematic review; A total of 581 participants were included in 14 randomized controlled trials. Virtual reality exercises have a positive effect on ankle sprains. It has been observed that it reduces pain, improves foot-ankle ability scores, positively affects walking parameters, increases static and dynamic balance, increases muscle strength, increases information processing speed and reduces ankle instability. Athletes doing virtual reality exercises have a shorter time to return to sports. However, more long-term and multi-sample randomized controlled studies are needed to validate the effects of virtual reality on ankle sprain. Even the effect of virtual reality on orthopedic rehabilitation is scarce. It is expected that the usage will increase in specific cases (ankle sprain, anterior cruciate ligament reconstruction) and athletes and studies will be conducted in this direction. The findings of our systematic review may be a guide for further studies on this subject.

Keywords: Virtual reality, ankle sprain, ankle isntability, active video games.

1. GİRİŞ

Ayak bileği burkulmaları, başta spor olmak üzere birçok farklı aktivite alanında meydana gelen yaralanmaların büyük bir bölümünü oluşturur (Hootman, Dick, & Agel, 2007). Burkulma sonucu oluşan ağrı ve fonksiyon kaybı sebebiyle günlük yaşam aktiviteleri olumsuz etkilenir (Bridgman, Clement, & Downing, 2003; De Bie, De Vet, Van Den Bildenberg, Lenssen, & Knipschild, 1997; Ivins, 2006).

Burkulma sonrası standart tedavi ağrı ve ödemi azaltmak için dinlenme, buz, kompresyon ve elevasyon (RICE) protokolü ve ardından fonksiyonel egzersiz tedavisinden oluşur (Fong, Chan, Mok, Yung, & Chan, 2009; Kemler, Port, Backs, & Dijk, 2011; Kerkhoffs ve ark., 2012; Petersen ve ark., 2013). Fonksiyonel egzersiz tedavisi kişiye özgü planlanmaktadır.

Burkulmadan sonraki ilk bir yıl boyunca, hastaların %5-33'ü günlük yaşam aktivitelerini ve spor performansını olumsuz etkileyen ağrı ve instabilite yaşar, %34'e kadarı da yeniden bir burkulma yaşar (Rijn ve ark., 2008). Fonksiyonel ayak bileği instabilitesi (FAI), kişinin tekrarlayan ayak bileği burkulması sonucu ayak bileği ekleminde boşa gelme hissine sahip olduğu durumu ifade eder (Freeman, 1965). FAI'nin başlıca nedenleri kas gücü ve denge eksikliğidir. Denge, vücudun yerçekimi merkez hattından sapmak üzereyken kişinin duruşunu düzgün ve koordineli bir şekilde sürdürmeye çalıştığında ortaya çıkan nöromüsküler aktivite sürecini ifade eder. Dengeleme için gerekli faktörlerden bazıları görsel sistem, vestibüler sistem ve proprioseptif duyudur (Subaşı, Gelecek, & Aksakoğlu, 2008). Denge eksikliği ayak bileği instabilitesine yol açar (Arnold, De, & Linens, 2009; Ross, Linens, & Wright, 2011). Ayak bileği stabilitesini arttırmak için denge-proprioseptif eğitim, kasları kuvvetlendirme ve manüel terapi kullanılır (Mattacola, & Dwyer, 2002; Ross, & Guskiewicz, 2006). Bu nedenle ayak bileği burkulmasının tekrarını önlemek için denge ve koordinasyon

egzersizleri sıklıkla kullanılır. Aslında böylece esnekliği, dengeyi, gücü ve koordinasyonu arttırarak fonksiyonel performansın iyileştirilmesi sağlanır (Williams, Soiza, Jenkinson, & Stewart, 2010).

Fonksiyonel egzersiz tedavisinde yeni bir teknoloji olan sanal gerçeklik sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Sanal gerçeklik sistemleri, gerçek dünyaya benzer hayali ortamlar yaratır ve motor öğrenmeyi geliştirir. Hastalara son derece zevkli fonksiyonel görevler verir ve anlık görsel geri bildirimler sunar (Corbetta, Imeri, & Gatti, 2015; Sveistrup, 2004). Tekrarlayan egzersiz öğrenimini mümkün kılar (Koritnik, Bajd, & Munih, 2008). Hastaların dengesini, kas gücünü ve eklem hareketliliğini iyileştirmek amacıyla kullanılır. Sanal gerçeklik kullanılarak yapılan tedavi, geleneksel fizik tedavi ile karşılaştırıldığında hastalara daha çok çeşit ve spor branşlarına spesifik egzersizler açısından daha fazla esneklik sunar. Bu nedenle, hastaların ilgisini ve tedaviye katılımını arttırır (Warburton ve ark., 2007). Sanal gerçeklik egzersizleri ayak bileği burkulması hastalarını tedavi etmek için bir egzersiz tedavisi olarak kullanılabilir.

Bu sistematik derleme, sanal gerçeklik egzersizlerinin ayak bileği burkulması üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ayak Bileği Anatomisi

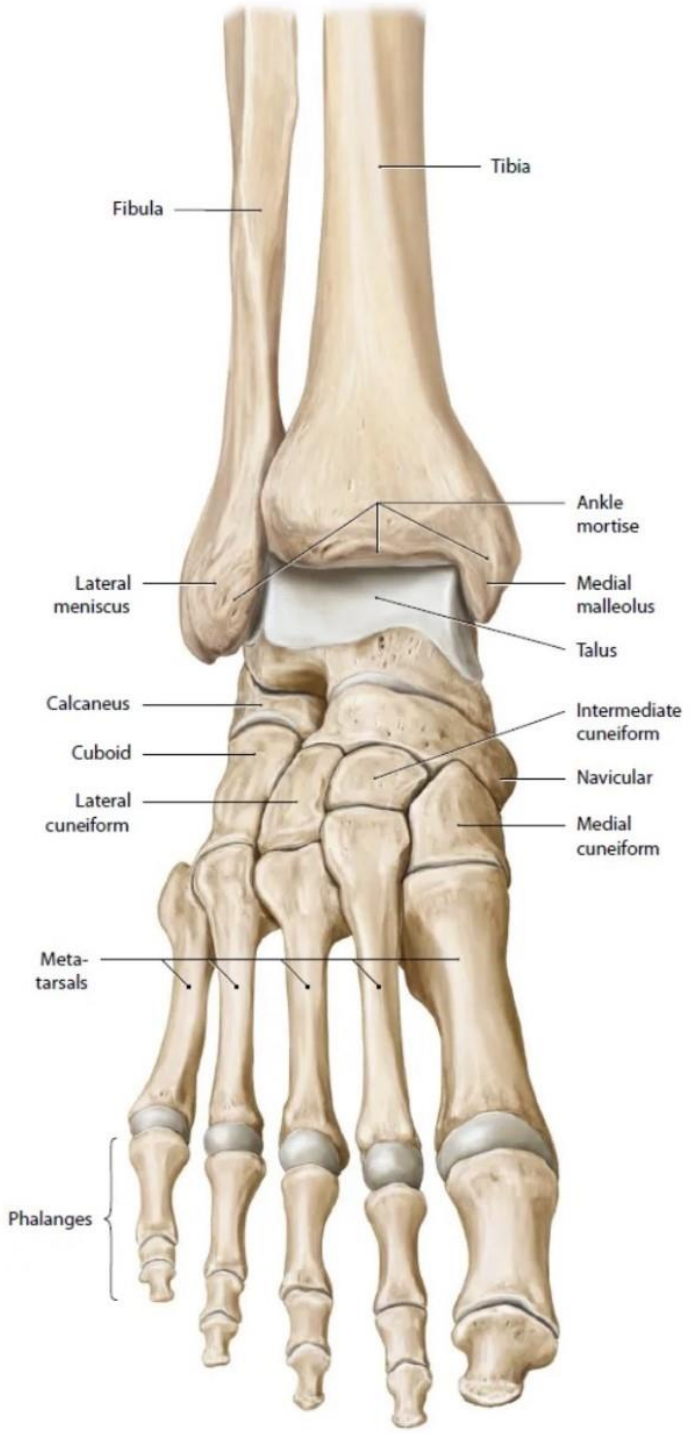
2.1.1. Ayak Bileği Kemikleri

Ayak ön ayak, orta ayak ve arka ayak olmak üzere 3 bölümden oluşur;

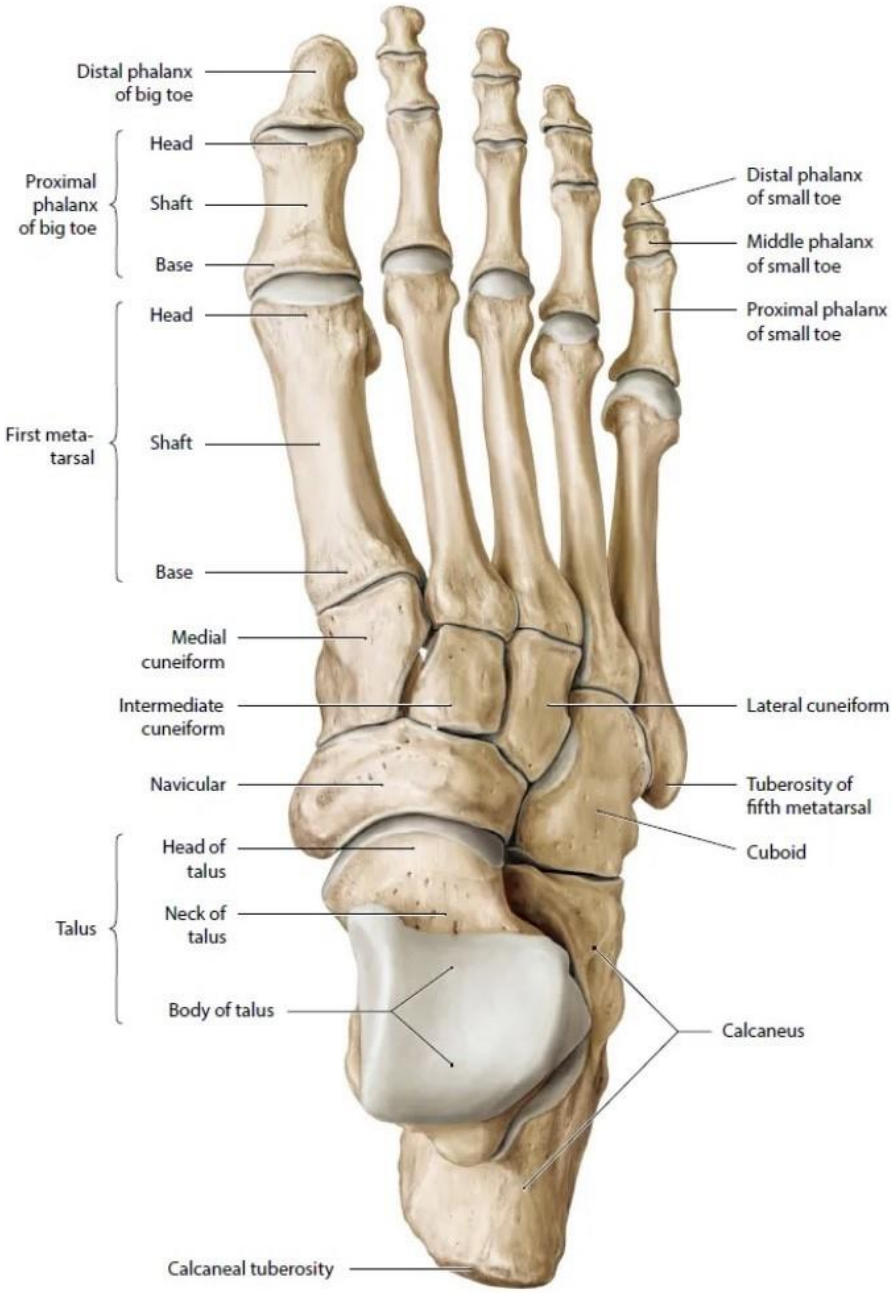
- Ön ayakta bulunan kemikler: 5 metatarsal kemik ve 14 falanks
- Orta ayakta bulunan kemikler: Navikula, kuboid, 3 kuneiform (medial, intermedium, lateral)
- Arka ayakta bulunan kemikler: Talus ve kalkaneustur.

Ayakta toplamda 26 kemik bulunur (Akman, 2003).

Kemikler, ayak üzerine ağırlık aktarıldığında birincil olarak stabilizasyonu sağlarlar. Ayak bileğinin 20° dorsifleksiyon hareketi talus boynunun tibia üzerindeki hareketi ile kısıtlanır. 50° olan plantar fleksiyon hareketi ise talusun posteriorunun kalkaneus üzerindeki kemiksel bloğu ile sabitlenir (Oatis, 2004).



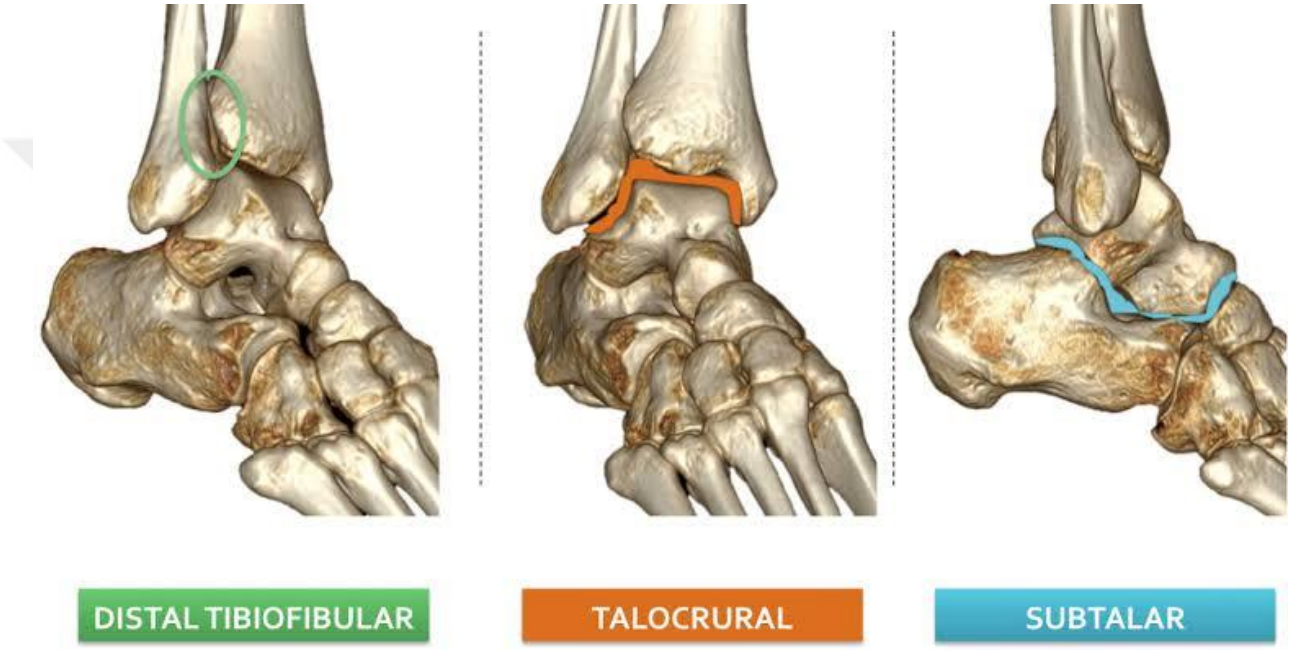
Şekil 2.1. Ayak Bileği Kemikleri Önden Görünüm (Putz, & Pabst, 2001)



Şekil 2.2. Ayak Bileği Kemikleri Dorsal Görünüm (Putz, & Pabst, 2001)

2.1.2. Ayak Bileği Eklemi

Ayak bileği kompleksi talokrural, subtalar ve distal tibiofibular eklemlerden oluşur. Görevleri farklı olan bu 3 eklem birbirinden bağımsız düşünülemez (Mckeon, & Hoch, 2019).



Şekil 2.3. Ayak Bileği Eklemleri (Yiğit, 2015)

2.1.2.1. Talokrural Eklem

Tibia alt ucu, fibula alt ucu ve talus arasında olan menteşe tipi bir eklemdir. 20° dorsifleksiyon ve 50° plantar fleksiyon hareketlerine izin verir. Tibia ve fibulanın distal epifizleri bağlarla sıkıca birleştirilir ve talusu çevreleyen hareketli bir eklem sistemi oluşturarak talocrural eklemi oluştururlar (Golano, Dalmau-Pastor, Vega, & Batista, 2014; Leardini, Stagni, & O'Connor, 2001; Lundberg, Swensson, Bylund, & Selvik, 1989).



Şekil 2.4. Talokrural Eklem (Kenhub, 2021)

2.1.2.2. Subtalar Eklem

Talusun alt yüzeyi ile kalkaneus arasındaki eklemdir. Temel hareketleri supinasyon ve pronasyondur.



Şekil 2.5. Subtalar Eklem (Kenhub, 2021)

2.1.2.3. Distal Tibiofibular Eklem

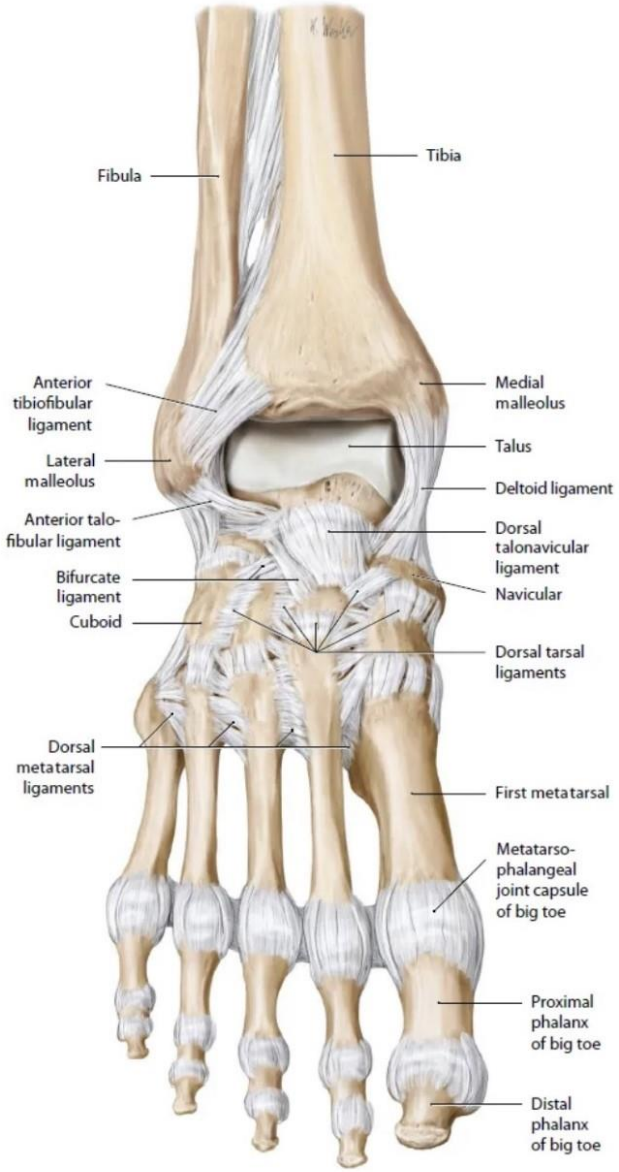
Tibianın distal lateral ucu ile fibulanın distal medial ucu arasındaki sindesmozis tipi bir eklemdir. Bağlarla stabilizasyonu çok iyi sağlandığından sadece kayma hareketlerine izin verir. Ayak bileğinin stabilizasyonunda önemi çok fazladır (Brukner ve ark., 2007)



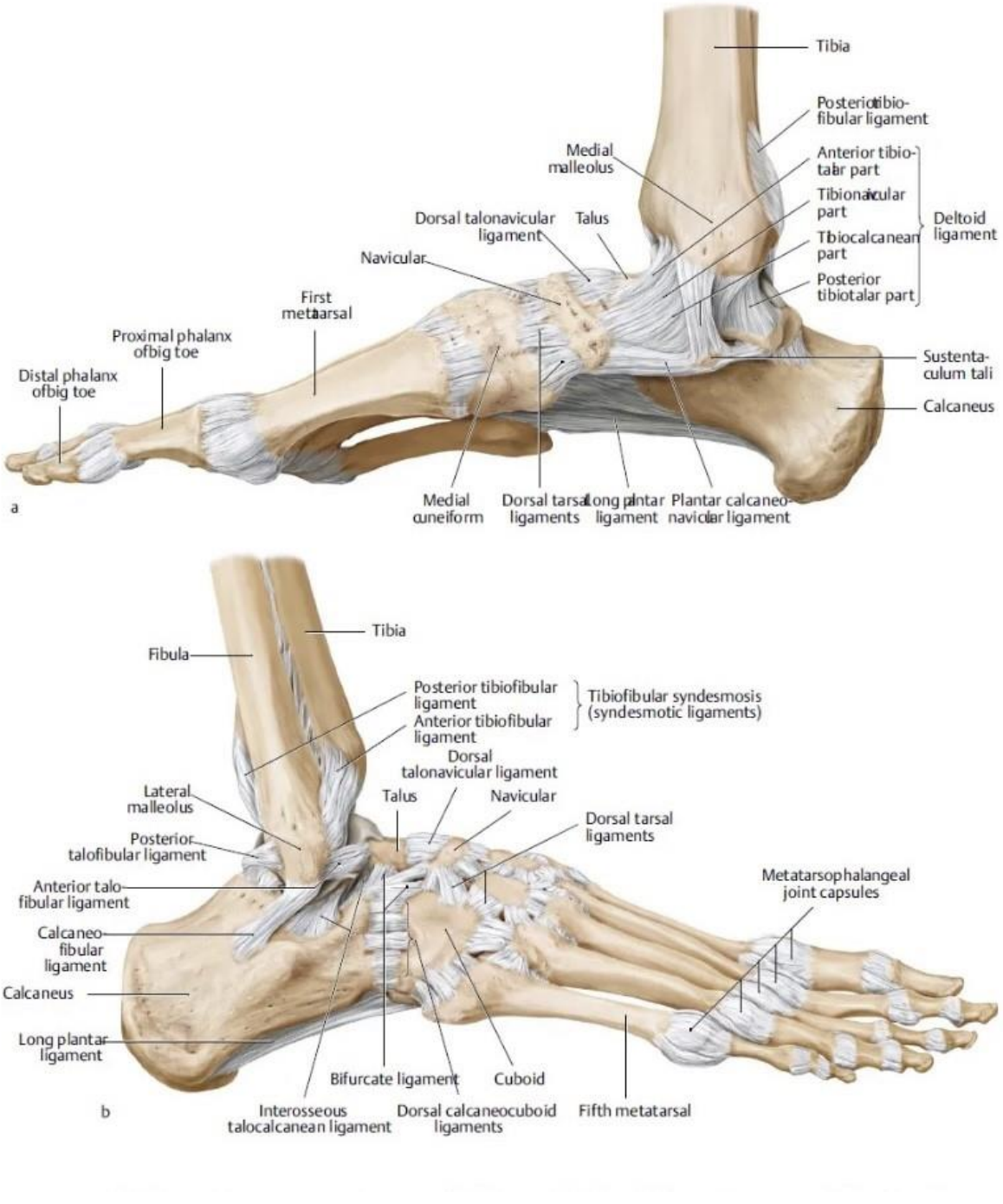
Şekil 2.6. Distal Tibiofibular Eklem (Kenhub, 2021)

2.1.3. Ayak Bileği Bağları

Ayak bileği çevresindeki bağlar anatomik konumlarına bağlı olarak lateral kollateral bağlar, medial kollateral bağlar ve sindezmotik bağ kompleksi olarak 3 grupta incelenir. Medial- lateral kollateral bağlar ayak bileği ve subtalar eklemin stabilizasyonuna yardım ederler (Golano ve ark., 2016; Leardini, O'Connor, Catani, & Gianninni, 1999).



Şekil 2.7. Ayak Bileği Bağları Dorsal Görünüm (Putz, & Pabst, 2001)



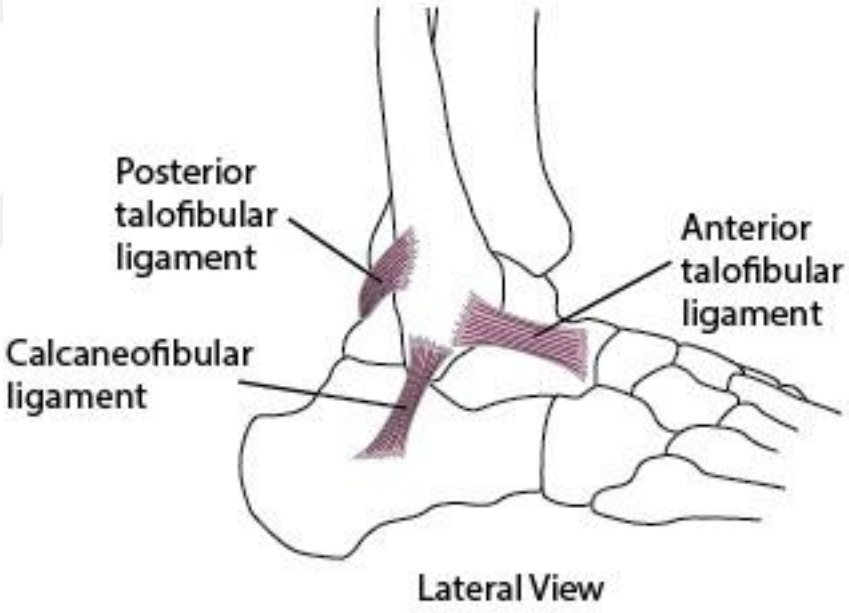
Şekil 2.8. Ayak Bileği Bağları Medial – Lateral Görünüm (Putz, & Pabst, 2001)

2.1.3.1. Lateral Kollateral Bağlar

Lateral malleolu talusa ve kalkaneusa bağlar. Medial ligamentler kadar güçlü değildirler. Lateral ligament birbirinden tamamen bağımsız 3 ayrı parçadan oluşur;

- Anterior talofibular ligament (ATFL)
- Kalkaneofibular ligament (CFL)
- Posterior talofibular ligament (PTFL)

Lateral bağlar medialden etkileyen varus stresine karşı eklemleri korur (Loram, & Lakie, 2002; Nyska, & Mann, 2002).



Şekil 2.9. Lateral Kollateral Bağlar (Campagne, 2021)

2.1.3.1.1. Anterior Talofibular Ligament (ATFL)

ATFL, lateral mallleolun ön kenarından talusun boynuna anteromedial olarak uzanır. 6-10 mm uzunluğunda ve 2 mm kalınlığındadır. Vasküler dallanmaların girişine izin verecek şekilde iki ayrı banttan oluşur. Dorsifleksiyonda üst bant gevşek, alt bant gergindir.

Plantar fleksiyonda ise bu tam tersidir. ATFL, lateral kompleksteki en geniş fakat en zayıf ligamenttir. Bu yüzden de ayak bileği burkulmalarında en çok yaralanan bağdır. Plantar fleksiyonu ve talusun anterior translasyonunu sınırlar. Ayak bileğinin lateral yüzündeki ana stabilizatördür (Golano ve ark., 2010; Golano ve ark., 2014).

2.1.3.1.2. Kalkaneofibular Ligament (CFL)

CFL, lateral malleolun ön kısmından kalkaneusun lateraline posteroinferior olarak uzanır. ATFL'nin hemen altındadır. 20-25 mm uzunluğunda, 6-8 mm çapında uzun ve yuvarlak bir bağdır. Hem ayak bileğini hem subtalar eklemi geçer ve böylece talocrural eklem ve subtalar eklem arasında köprü görevi görür. Genellikle ATFL ile beraber yaralanır, izole yırtılması çok nadirdir. Ayağın inversiyonunu kısıtlar ve subtalar eklemin stabilitesini sağlar. CFL, peroneal tendon kılıfının medial duvarının bir parçasıdır. Peroneus longus ve brevis kaslarının tendonları CFL üzerinden geçer (Akdoğan, & Ateş, 2016; Biçici, 2010; Golano ve ark., 2016)

2.1.3.1.3. Posterior Talofibular Ligament (PTFL)

PTFL, lateral malleolden talusun posterolateraline yatay olarak uzanır. Dorsifleksiyonda bağ gerilir ve bu yüzden ligamentte en büyük yıpranma zorlu dorsifleksiyon halinde meydana gelir. PTFL, lateral kompleksin en kalın ve en güçlü ligamentidir. Ayak bileğinde dislokasyon veya kırık olmadığı sürece genelde yaralanmaz (Biçici, 2010; Golano ve ark., 2016).

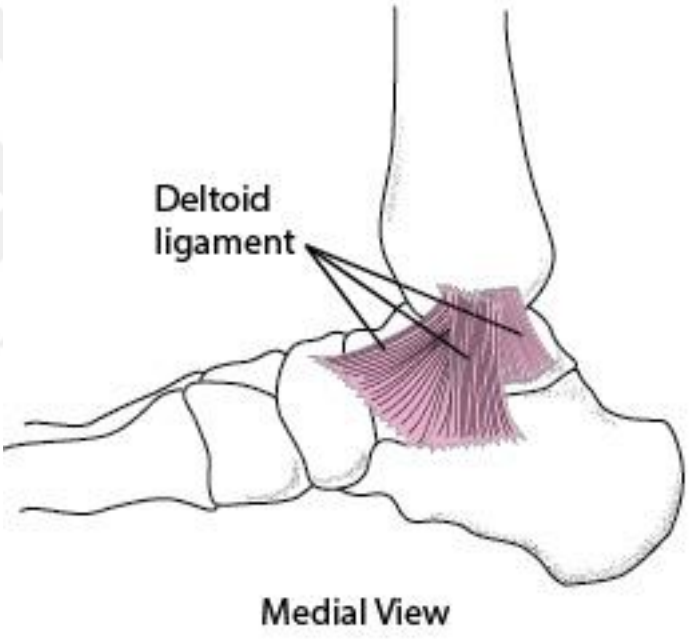
2.1.3.2. Medial Kollateral Bağlar

Medial malleolden kalkaneus, talus ve navicular kemiğe uzanır. Yüzeyel ve derin olmak üzere 2 katmandan oluşur. Deltoid bağ olarakta bilinir. 5 ayrı parçadan oluşur.

- Tibionavicular
- Tibiokalkaneal

- Posterior Tibiotalar
- Anterior Tibiotalar
- Kalkaneonavicular

Bu bağlar lateral bağlara göre çok güçlüdür. Posterior tibiotalar bağ en büyük bandıdır. Aşırı eversiyonu önlerler. Medialdeki stabiliteyi arttırır ve medial longitudinal arkı desteklerler. Talusun valgus tiltini ve anterior translasyonunu engeller (Campbell ve ark., 2014; Golano ve ark., 2010; Golano ve ark., 2014; Lippert, 2006).



Şekil 2.10. Deltoid Ligament (Campagne, 2021)

2.1.3.3. Sindezmotik Bağ Kompleksi

Tibia ve fibula arasında yer alır. Tibia ve fibulanın bir bütün olarak talusun üst eklem yüzeyinin değişen genişliğine uyumu sağlar. Tibia ve fibulayı ayırmaya çalışan kuvvetlere karşı olur, distal tibia ve fibula arasındaki stabiliteyi sağlar. Anterior, posterior ve interosseöz tibiofibular bağ olmak üzere 3 parçadan oluşur. Yaralanmaları nadirdir ve genelde teşhisi yanlış konur. Eksternal rotasyon ve aşırı dorsifleksiyon en yaygın

yaralanma mekanizmasıdır (Akdoğan, & Ateş, 2016; Galona ve ark., 2010).

2.1.4. Eklem Kapsülü

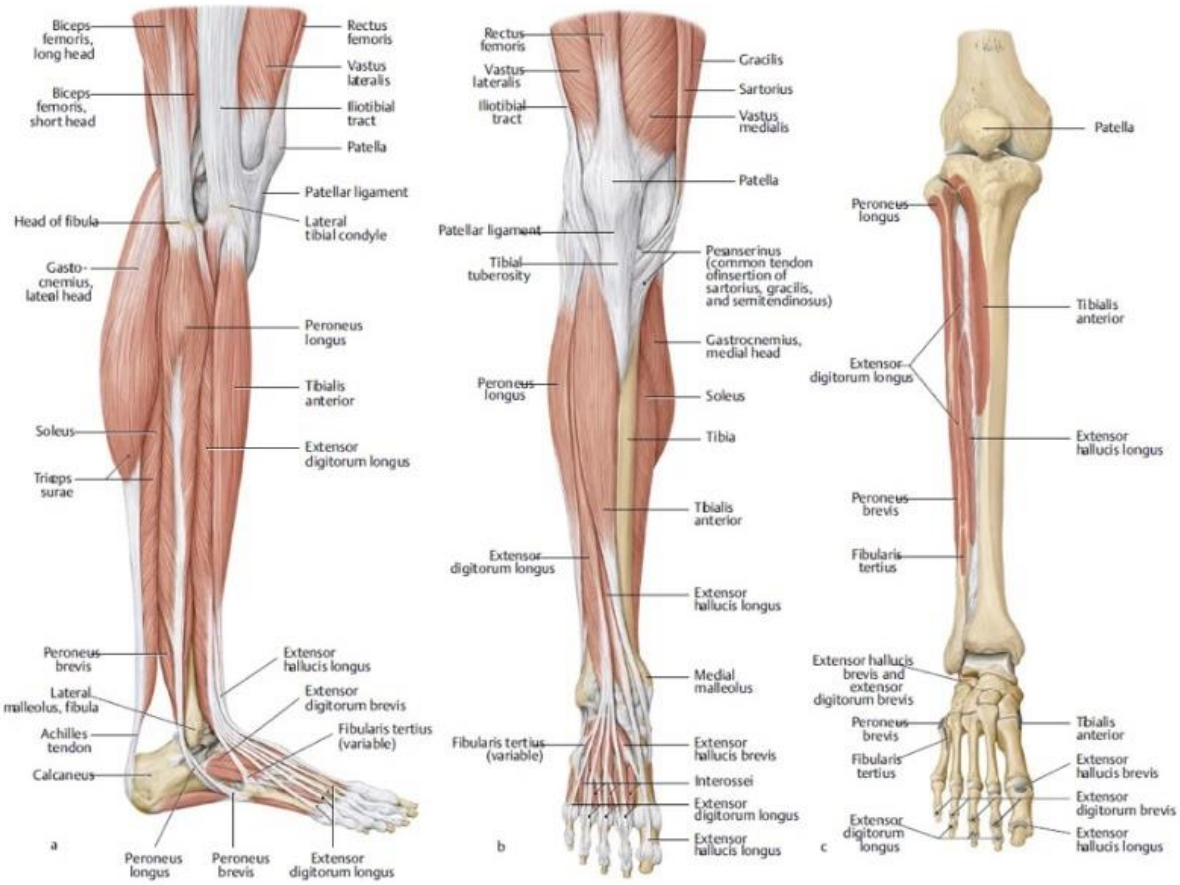
Ayak bileği lifli bir kapsülle çevrilidir. Kapsül, önde tibia ve fibula distalinden talus boynuna kadar uzanır. Arkada iki kemik arasında uzanır. Yanlarda malleoller üzerine çıkmaz. Kapsül, dorsifleksiyon ve plantar fleksiyona izin veren ince, önden ve arkadan zayıf bir yapıdır. Kapsül yanlardan medial ve lateral kollateral ligamentler tarafından güçlendirilir (Akdoğan, & Ateş, 2016; Nyska, & Mann, 2002).

2.1.5. Ayak Bileği Kasları

Ekstrinsik ve intrinsik kaslar olarak 2 grupta incelenebilir. Ekstrinsik kasların origosu bacaktadır, intrinsik kasların origosu ise tarsal kemiklerdedir. Agonist ve antagonist kaslar arasındaki denge, eklem stabilizasyonunu sağlamada ligamentlere yardım eder ve eklem yüzeyine gelen basıncın dağıtılmasında önemli bir rol oynar (Baratta ve ark., 1988; Lippert, 2006).



Şekil 2.11. Ayak Bileği Kasları Medial Görünüm (Putz, & Pabst, 2001)



Şekil 2.12. Ayak Bileği Kasları (Putz, & Pabst, 2001)

2.1.5.1. Ekstrinsik Kaslar

Ekstrinsik ayak kasları, ayağın birincil hareket ettiricileridir. Bacağın ekstrinsik kasları 3 grupta incelenebilir (Mckeon, &Hoch, 2019).

2.1.5.1.1. Anteior Kompartman

Anterior kas grubu;

- Tibialis anterior

- Ekstansör digitorum longus
- Ekstansör hallucis longus
- Peroneus tertius kaslarından oluşur.

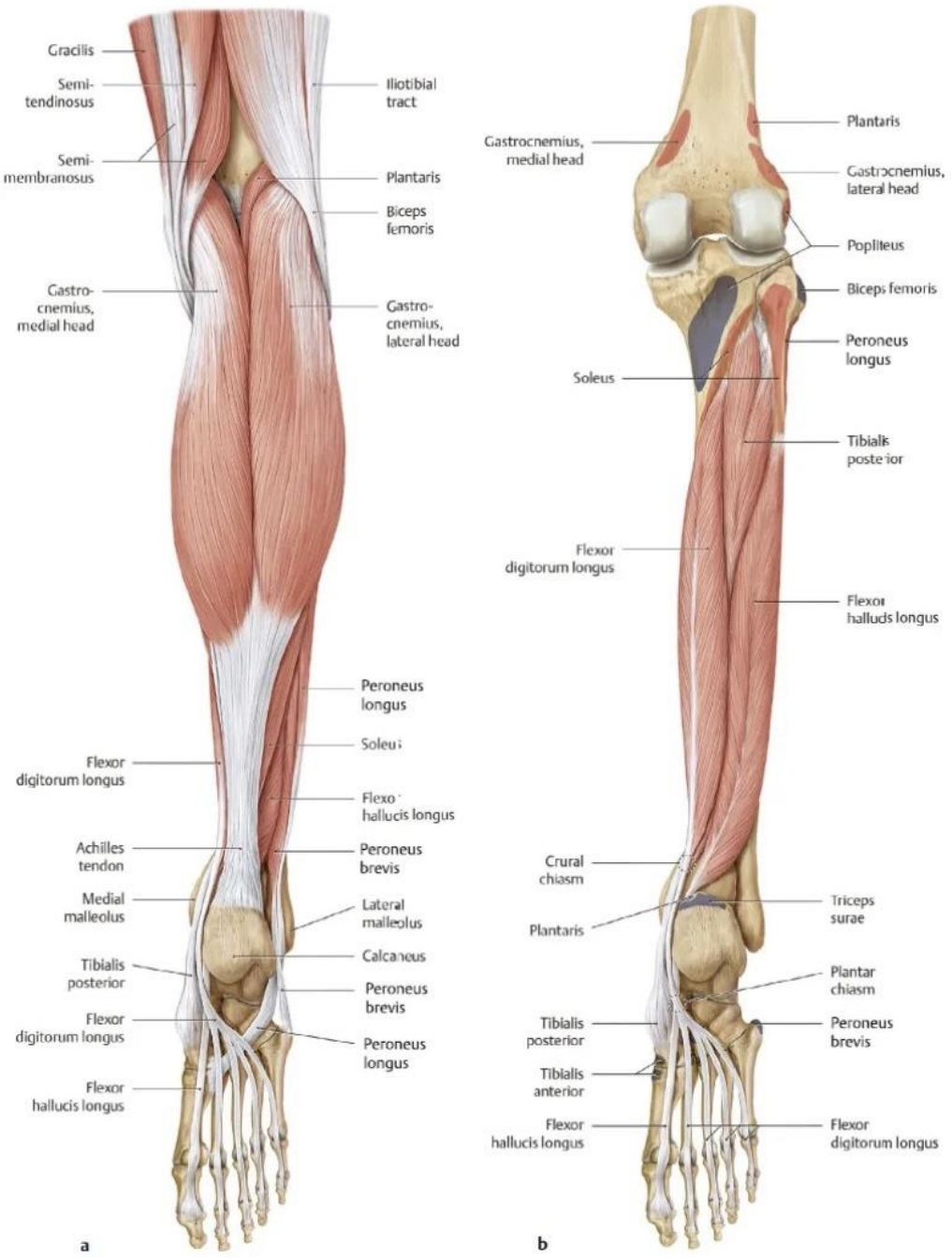
Hepsi bacağın anterolateralinden başlar ve ayak bileğinin önünden geçer. Dorsifleksiyon hareketini yaptırırlar. Bütün kaslar peroneal sinirin derin dalı (n. peronealis profundus) tarafından innerve edilir (Lippert, 2006).

2.1.5.1.2. Lateral Kompartman

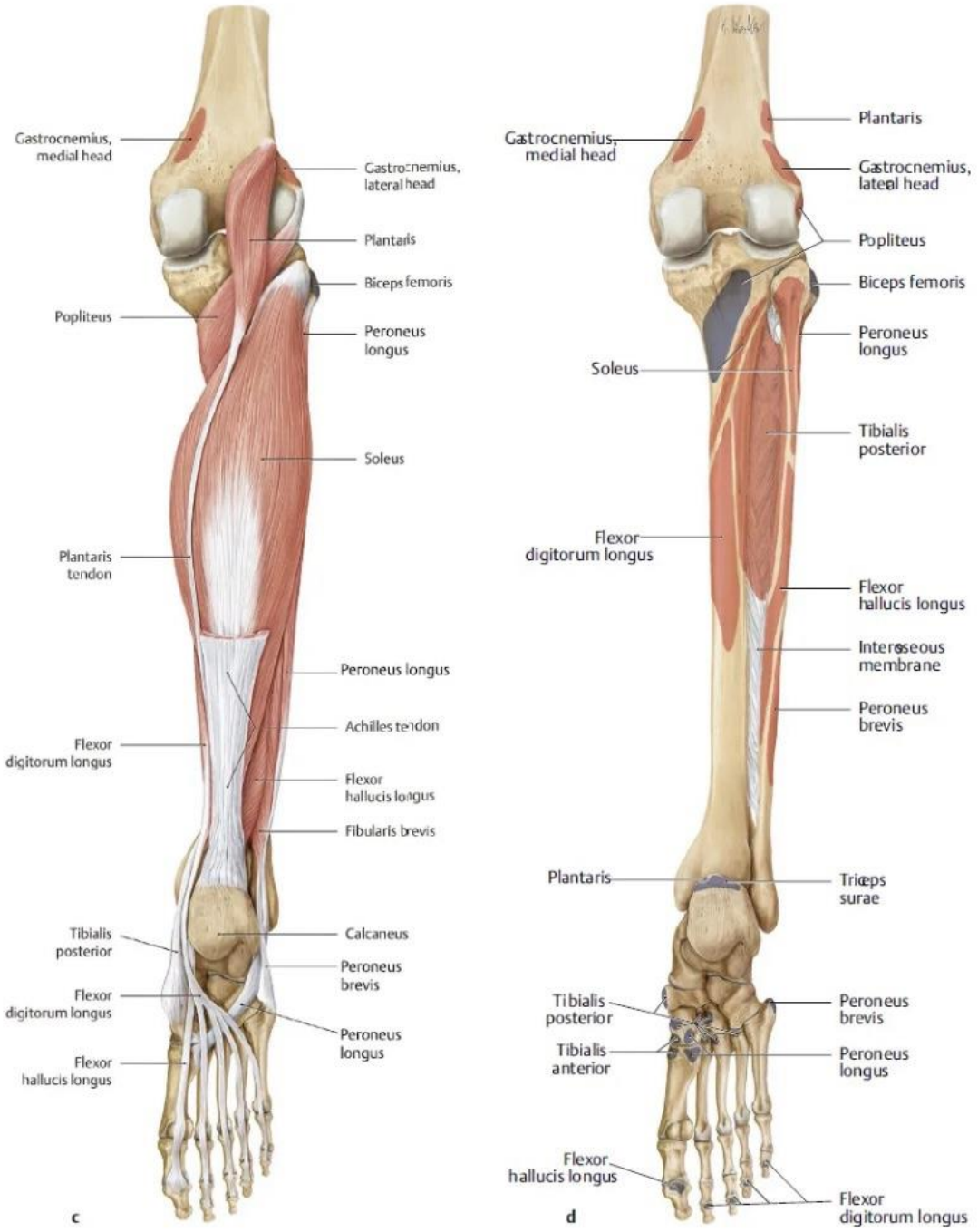
Peroneus longus ve peroneus brevis kaslarından oluşur. Fibulanın lateralinden başlarlar ve ayak bileğinin arkasından geçerler. Her ikisi de peroneal sinirin yüzeyel dalı (n. peronealis superficialis) tarafından inerve edilir (Lippert, 2006).

2.1.5.1.3. Posterior Kompartman

Ayak bileği posterior kompartmanındaki kaslar yüzeyel ve derin tabaka olmak üzere ikiye ayrılır. Bütün kaslar tibial sinir (*n. tibialis*) tarafından inerve edilir.



Şekil 2.13. Ayak Bileği Arka Kompartman Kasları Yüzeyel Grup (Putz, & Pabst, 2001)



Şekil 2.14. Ayak Bileği Arka Kompartman Kalsarı Derin Grup (Putz, & Pabst, 2001)

2.1.5.1.3.1. Yüzeyel Arka Grup

Gastroknemius, soleus ve plantaris kaslarından oluşur.

- Gastroknemius 2 eklem geçen bir kastır. Femur posterior lateral kondillerden aşil tendon ile kalkaneusa bağlanır.
- Soleus kası gastroknemiusun altında tek ekleme etki eden bir kastır.
- Plantaris kası ise uzun, ince, iki eklem kateden bir kastır. Ayağın plantar fleksiyonuna yardım eder (Lippert, 2006).

2.1.5.1.3.2. Derin Arka Grup

Tibialis posterior, fleksör hallucis longus ve fleksör digitorum longus kaslarından oluşur. Bu kaslar posterior tibia ya da fibuladan başlayıp ayakta sonlanırlar. Ayağa plantar fleksiyon yaptıran yardımcı kaslardır (Lippert, 2006).

2.1.5.2. İntrinsik Kaslar

İntrinsik kasların origo ve insersiosu ayak bileği içinde yer alır. Her intrinsik kasın ayrı bir görevi olmasına ragmen dinamik ayak bileği stabilitesini sağlamak için beraber hareket ederler. Bu sinerjik etki medial longitudinal ve transvers arkı destekler. Plantar kaslar, ağırlık taşıma sırasında ayak stabilitesinde görev alır (Lippert, 2006).

2.2. Ayak Bileği Biyomekaniği

Ayak bileği alt ekstremiteden alınan kuvvetleri ayaklara, yerden gelen reaksiyon kuvvetlerini de üst segmentlere iletir ve milyonlarca temasın etkisini absorbe eder. Bu absorbsiyonu sağlayabilmek için yeterli esnekliğe sahip olmalıdır ama aynı zamanda da büyük itici kuvvetlere dayanabilmek için rijit olmalıdır. Uygun kuvvet transferlerini sağlamak için de stabilite ve mobilite arasında da denge olmak zorundadır. Ayak bileği yürürken vücut ağırlığının 1.5, koşarken de 8 katını taşımak zorunda kalır. Böyle güçlü

bir yapıya sahip olmasına rağmen birçok travmaya maruz kaldığı için ortopedik vakalarda sık yaralanan bir eklemdir.

Ayak bileğinin 3 hareketi vardır;

- Dorsifleksiyon – plantar fleksiyon
- İnversiyon – eversiyon
- Abduksiyon – adduksiyon

Pronasyon ve supinasyon her bir ana komponentten hareket alan birleşik hareketlerdir.

- Pronasyon; dorsifleksiyon, eversiyon ve abduksiyon hareketlerinden oluşur.
- Supinasyon; plantar fleksiyon, inversiyon ve adduksiyon hareketlerinden oluşur.

İnsan yürüyüşü tüm vücut bölümlerinin hareketini içeren ritmik, döngüsel bir ileri ilerlemedir. Tek bir döngü genellikle bir adımın topuk vuruşu ile sonraki adımda aynı ayağın topuk vuruşu arasındaki hareket olarak tanımlanır. Yürüme döngüsü duruş ve salınım fazı olarak iki bölümde incelenebilir. Duruş fazı döngünün %62'sini, salınım fazı ise %38'ini oluşturur. Duruş fazı çift destek (her iki ayağında yerde olduğu), tek destek (tek ayağın yerde olduğu) ve diğer ayağın tek destek fazı olarak 3 bölümde incelenebilir. Çift destek aşamasından sonra salınım fazı başlar. Ayak düz basma evresine geçtiğinde kontralateral taraf parmak kalkışı başlar. İpsilateral topuk yükselişi de kontralateral ayak basma ortasına geçerken başlar. Son olarakta topuk teması meydana gelir. Yürüme döngüsü sürekli hareketlerden biri olduğu için bir çok olay aynı anda gerçekleşir.

Ayak ve ayak bileğinin biyomekaniği için tarif edilecek mekanizmaların çoğu, koşu sırasında da önemli ölçüde aynıdır. Koşma sırasında olan başlıca değişiklikler; yürüme döngüsünün önemli ölçüde değişmesi, etkileyen kuvvet miktarının artması, alt ekstremitenin eklem hareket açıklığının artmasıdır (Akdoğan, & Ateş, 2016; Levangie, & Norkin, 2011; Lin, Gross, & Weinfold, 2006; Mckeon, & Hoch, 2019; Oatis, 1988).

2.3. Ayak Bileğinin Sinirsel İletimi ve Kanlanması

L4'ten S2'ye kadar olan derin peroneal ve tibial sinirlerin dalları yoluyla sinirsel iletimi sağlanır.

Kanlanması da anterior ve posterior tibial arterler ile sağlanır (Nyska ve Mann, 2002).

2.4. Yaralanma Biyomekaniği ve Patofizyolojisi

Akut ayak bileği ağrılarının en sık nedeni ayak bileği burkulmalarıdır. Kronik ayak bileği ağrıları da sekonder olarak bunların sonucunda gelişir. Talus ön kenarı düz ve daha geniş, arka kenarı ise aşağı doğru uzanan bir şekildedir. Talusun şekli nedeniyle ayak plantar fleksiyondayken denge minimumdur. İnversiyon ve eversiyon hareketlerine izin veriyor olsa da hareket açıklığı limitlidir. Bu limitasyonu öncelikle eklem kapsülü sağlar. Eklem kapsülüne medial ve lateral ligamentlerde destek olur.

Ayağın nötral pozisyonu hafif plantar fleksiyon ve inversiyondur. Ayak serbest bırakıldığında bu pozisyonda durmaya meyillidir ve bu pozisyonda mükemmel dengeye sahiptir. Ayak bileğinin hareketlerini zorlayacak hafif bir müdahale bile ligamentlerin kaldıramayacağı strese neden olur ve ayak bileği zorla döner. Buna 'ayak bileği burkulması' denir.



Şekil 2.15. Ayak Bileği Burkulması (Ankle Sprains, 2021)

Ayak bileğindeki en yaygın yaralanma mekanizması inversiyon burkulmasıdır. Ayak plantar fleksiyonda ve inversiyondayken en büyük yük ATFL'ye biner ve ilk yaralanan ligament ATFL olur. Gücün artmasıyla CFL yaralanır. Nadiren de PTFL yaralanır. Medial kollateral bağ yaralanması daha az sıklıkla görülür ve tüm vakaların yaklaşık %5-15'ini oluşturur.

Ayak bileği burkulması birinci, ikinci ve üçüncü derece burkulma olmak üzere 3'e ayrılır.

- 1. Derece: Bağlarda gerilme var fakat yırtık yoktur. Hafif hassasiyet ve ödem eşlik eder. Hasta ayağının üzerine basabilir.

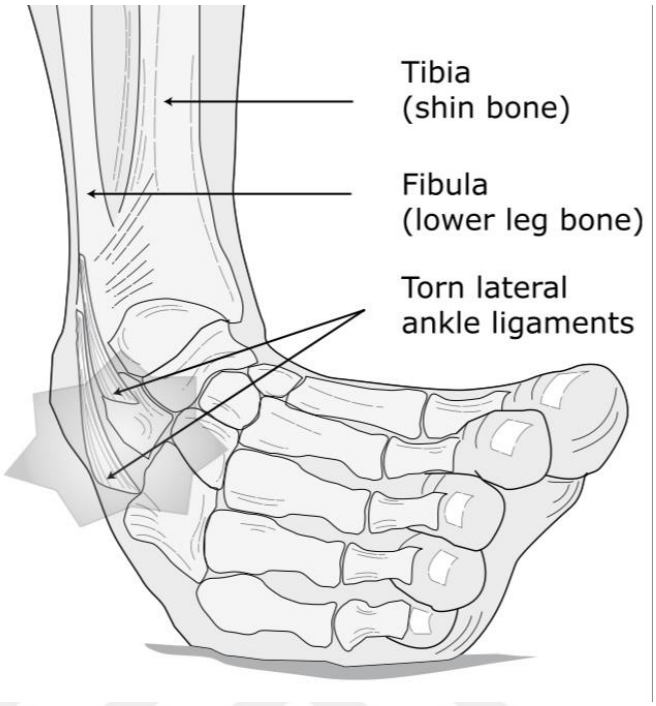
- 2. Derece: Bağlarda aşırı gerilme ve yırtık olabilir. Orta hassasiyet ve daha fazla bir ödem eşlik eder. Hasta üzerine basınca bir ağrı vardır.

- 3. Derece: Bağlarda tamamen yırtık vardır. Şiddetli hassasiyet ve çok fazla ödem vardır. Hasta genelde üzerine basamaz.

Ayak bileği genellikle atletik popülasyonda yaralanır. Vücudun geri kalanıyla olan fonksiyonel ilişkisi düşünüldüğünde spor yaralanmalarında ayak bileği burkulmasının en sık görülenler arasında olması şaşırtıcı değildir.

Ayak bileği burkulması sonrası plantar kasların ve lateral ayak kaslarının toplam hacmi azalmaktadır. Plantar yöndeki duyusal algı da azalarak pertürbasyon tespiti ve motor koordinasyon gecikir. Dinamik denge azalır. Azalan koruyucu refleksler sonucu ayak bileği ani eklem hareket açıklığı değişimlerini fark etmede yetersiz kalıcak ve tekrar burkulma riski oluşacaktır.

Ayak bileği burkulmalarının çoğu başarılı bir şekilde konservatif olarak tedavi edilir. Ayak bileği burkulmalarından sonra %30-40'ında kronik ağrı, kas zayıflığı, tekrarlayan burkulma ve dengesizlik semptomları görülmektedir (Bahr, & Engebretsen, 2011; Golano ve ark., 2010; Golano ve ark., 2014; Lin ve ark., 2006; Mckeon, & Hoch, 2019; Nyska, & Man, 2002; Uludağ, 2019).



Şekil 2.16. Ayak Bileği Burkulması (Ankle Sprains, 2021)

2.5. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi

Fonksiyonel ayak bileği instabilitesi istemli hareket dışında meydana gelen fakat eklem hareket açıklığını aşmayan eklem hareketidir. Kişi bunu ayağında boşalma hissi olarak tanımlar. Ayak bileği burkulması sonrası propriosepsiyondaki azalma ve kas atrofisi sonucu gelişir. İnstabilite 6 aydan uzun sürerse kronik instabilite adını alır. Denge ve propriosepsiyon egzersizleri fonksiyonel ayak bileği instabilitesini önlemek ve düzeltmek için protokollerin olmazsa olmaz parçalarındandır (Irgıt, & Topkar, 2018; Liu, Jeng, & Lee, 2005; Rijn, Os ve ark., 2008; Tropp, Odenrick, & Gillquist, 1985; Vaes, Gheluwe, & Duquet, 2001; Wees ve ark., 2006).

2.6. Ayak Bileği Burkulması Rehabilitasyonu

Günümüzde ayak bileği burkulmaları sonrası erken fonksiyonel rehabilitasyon tercih edilmektedir. Akut cerrahi müdahale için yeterli kanıt yoktur ve genellikle tercih edilmez. Akut bağ yaralanmasında konservatif tedavinin erken döneminde RICE (Rest, Ice, Compression, Elevation) uygulanır. Bunu takiben kişiye özel rehabilitasyon programı planlanır. Herkesin rehabilitasyona vereceği yanıtta rehabilitasyon sürecindeki ilerlemesi de farklı olacaktır. Rehabilitasyondaki bir amaçta ayak bileği burkulmasının tekrarlamasını önlemektir (Kerkhoffs ve ark., 2001; Noh, Yang, Yı, Lee, & Song, 2010; Trevino, Davis, & Hecht, 1994).

Ayak bileği burkulması rehabilitasyonu 4 fazdan oluşur. Fazlar ve fazlar arası geçiş için keskin zaman aralıkları yoktur ve kişiye özgü olarak ilerlenir.

2.6.1. Birinci Faz (Rehabilitasyonun Erken Dönemi)

Akut fazdır. Efüzyon ve hematom eklem içi basıncı arttırır. Ödemden dolayı bağlar gerilir, eklem hareket açıklığı azalır ve iyileşme yavaşlar. Bu yüzden bu fazdaki amaç ödem ve ağrıyı kontrol altına almaktır. RICE uygulanır. İmmobilizasyon süresi bağ yaralanmasının şiddetine göre değişir. Elektroterapi, bantlama, bandaj, masaj, pnömatik basınç splinti ve sekonder kas atrofilerini engellemek için izometrik egzersizler kullanılır.



Fotoğraf 2.1. Ayak Bileği Game Ready Uygulaması



Fotoğraf 2.2. İzometrik İnversiyon Egzersizi

2.6.2. İkinci Faz (Rehabilitasyonun Ara Dönemi)

Bu fazdaki amaç eklem hareket açıklığını arttırmak, kas kuvvetini geri kazanmaktır. Normal eklem hareket açıklığı egzersizlerine başlanır. Böylece bağ üzerine kontrollü stres uygulayarak kollajen oluşumu stimüle edilir. Eklem hareket açıklığında öncelik dorsifleksiyon ve plantar fleksiyondur. Minimal düzeyde diğer hareketler çalışılır. Ayak bileği kaslarına kuvvetlendirme egzersizleri yapılır. Bisiklet, tek ayak üzerinde denge çalışmaları, hareketli zeminlerde ağırlık aktarma egzersizleri yapılır.



Fotoğraf 2.3. Ayak Bileği Theraband İle Kuvvetlendirme Egzersizi



Fotoğraf 2.4. Ayak Bileği Denge Pedi İle Denge – Propriosepsiyon Çalışması

2.6.3. Üçüncü Faz (Rehabilitasyonun 3. Dönemi)

Bu fazda proprioseptif ve fonksiyonel egzersizlere odaklanılır. Bağlar üzerine kontrollü stres uygulamak için düşük şidddetten yüksek şiddete doğru ilerlenir. Propriosepsiyon için de bu geçerlidir. Gözler kapatılarak veya top atılarak şiddeti arttırılır. Hastadan alınan geri dönütlere göre buna karar verilir (Campbell ve ark., 2014).



Fotoğraf 2.5. Ayak Bileği Bosuball İle Denge Çalışması



Fotoğraf 2.6. Fitlight İle Denge – Koordinasyon Egzersizi

2.6.4. Dördüncü Faz (Rehabilitasyonun Son Dönemi)

Bu faz aktivitelere ve spora dönüş fazıdır. Branşa yönelik ilerleyici kontrollü bir fonksiyonel rehabilitasyon uygulanır. Hızlı yürüme, koşma, sıçrama gibi giderek agresifleşen bir sıralamada kısa süreler ve orta hızlarla başlanıp bu parametreler de git gide arttırılır (Trevino ve ark., 1994).



Fotoğraf 2.7. Basketbol Saha Çalışması



Fotoğraf 2.8. Ayak Bileği Denge Çalışması



Fotoğraf 2.9. Ayak Bileği Denge Çalışması

2.7. Sanal Gerçeklik Egzersizleri

Hızlı bir şekilde gelişmekte olan teknoloji sağlık sektörüne de yeni yöntemler kazandırmaktadır (Akça, & Özer, 2020). İnsanlar yaşadığı dünyadan farklı boyutları deneyimleme arzusuyla sanal gerçekliği ortaya çıkarmışlardır (Kapucu, & Yıldırım, 2019). Sanal gerçeklik, insanın fiziksel hareketlerini dijital ortama aktarır (Johnson, Smith, Willis, Levine, & Haywood, 2011). Sanal gerçeklik sistemleri; bilgisayarda oluşturulmuş sanal bir dünyada 3 boyutlu hareketlere izin veren, ayna nöron sistemini aktive ederek çalışan, insan zihninde gerçek bir mekanda bulunma duygusu yaratan ve o mekanda bulunan diğer objelerle etkileşim içerisinde bulunmasına imkan sağlayan yeni bir teknolojidir (Bayraktar, & Kaleli, 2007).

Sanal gerçeklik 80'li yılların sonlarına doğru görülmeye başlanmış ve teknolojinin gelişmesiyle daha çok hayatımıza dahil olmuştur. İlk olarak eğlence sektöründe kullanılmış, daha sonra endüstri, askeriye, sağlık alarnlarında da kullanılmaya başlanmıştır (Holden, 2005; Burdea, 2003). Sağlık alanında; anatomi eğitiminde, açık ve minimal invazif cerrahi uygulamaların öğretilmesinde, spinal kord yaralanmalarının rehabilitasyonunda, ortopedik rehabilitasyonda kullanılmaktadır (Burdea, 2003; Cho, Lee, & Song, 2012; Walker ve ark., 2010). Çeşitli yaş, cinsiyet, hastalık ve ortama uyarlanabilir bir teknolojidir (Ioannou, Papastavrou, Avraamides, & Charalambous, 2020).

Sanal gerçeklik simülasyonlarında birçok farklı sistem veya yazılım beraber ya da ayrı ayrı kullanılabilir (Holden, 2005; Trost, & Parsons, 2014). Sanal gerçeklik gözlüğü, hareket yakalama sistemleri, projeksiyonlar bunlardan bazılarıdır (Trost, & Parsons, 2014). İnsan makina-arayüzü (örneğin sanal gerçeklik gözlüğü) bir ya da birçok duyunun (görme, duyma, dokunma vb.) hissedilmesini sağlar. Bu duyusal veriler merkezi sinir sistemine iletilir (Sanal gerçeklik sürükleyici veya sürükleyici olmayan ekipmanlar ile sağlanır. Sürükleyici olmayanda vücut izleme teknolojisi ile gerçek dünyadaki hareketler sanal ortama aktarılır. Bu sanal ortamın görüntülenmesi monitörler veya projeksiyonlar ile sağlanır (Holden, 2005; Chi, Chau, Yeo, & Ta, 2019). Derinlik algısını arttırırlar. Terapist ve hasta aynı anda aynı ekranı görürler. Sanal gerçeklik gözlüğü gerektirmez.

Sürükleyici olanlara göre daha kolay ve ucuzdurlar (Holden, 2005). Daha yoğun bir sanal gerçeklik egzersizi için sanal gerçeklik gözlüğü gibi sürükleyici ekipman veya yazılımlara ihtiyaç vardır. Bunlar pasif ve aktif olmak üzere 2 grupta incelenebilir. Pasifte video klip izlenirken aktifte sanal objelerle etkileşim halinde olunur (Sekhavat, & Nomani, 2017).

Dikkat çekici ve eğlenceli ortamlar yaratarak kişinin ilgisini çeker ve motivasyonunu sağlar. Diğer yöntemlerde hasta katılımı ile ilgili problemler yaşanabilmektedir. Hayatımızın hemen hemen her anında olan teknoloji, tedavi metodlarına da entegre olmaya başlamıştır. Kişi kendi hareketlerini de ekranda görerek verilen görevleri tamamlamaya çalışır. Bu yöntemin en büyük avantajı hasta içinde bulunduğu durumu unutarak ekranda izlediği simülasyona yoğunlaşır. Buda hastanın tedaviye devamlılığını arttırır. Bu yöntemde de geleneksel yöntemlerdeki gibi kontrollü bir şekilde egzersiz şiddeti arttırılır. Dezavantajlarından birisi oyuna kendini kaptırıp bağa olan kontrollü stresin dışına çıkmaktır. Bir diğer dezavantaj ise maliyetli oluşudur (Anderson, Annett, & Biscoft, 2010; Butler, & Willet, 2010; Decker ve ark., 2009; Lange, Flynn, Proffitt, &Rizzo, 2010; Mouavad, Doust, Max, & McNulty, 2011; Pimentel, & Teixeiera, 1993; Staiano, & Flynn, 2014).

Geçtiğimiz 15 yıl, Wii'nin (Nintendo Co. Ltd., Kyoto, Japonya) 2006'da piyasaya sürülmesi, ardından Playstation Move (Sony Corp, Tokyo, Japonya) ve ardından aktif video oyunlarının ortaya çıkmasına tanık oldu. Bu sistemler, kişinin hareketlerini izlemek ve bunları oyun komutlarına dönüştürmek için akseloremetre (ivme ölçer) ve kamera aracılığı ile hareket algılama teknolojilerinden yararlanır (Tripette ve ark., 2017).

Wii, tartı veya vücut salınımına duyarlı gamepad olarak kullanılabilen Wii Balance Board aksesuarı ile özgün bir oyun modalitesi sunuyor (Clark ve ark., 2010). Aktif video oyunalrı arasında iyi bilinen Wii serisi Wii konsolunda çalışır ve oyun komutlarını yerine getirmek için vücut hareketi gerektiren hem ciddi hemde eğlenceli aktivitelerin birleşimden oluşur. Yazılım, oyuncuları fiziksel uygunluklarını iyileştirmeye teşvik eden çeşitli sağlık ölçümlerini (vücut kitle indeksi, belirli bir süre boyunca yakılan kalori miktarı) görüntüler. Wii Fit öncelikle evde spor ve sağlık amacıyla sağlıklı bireyler

tarafından kullanılmak üzere tasarlanmış olsada litaratürde fizyoterapistlerin ve farklı tıp alanlarında doktorların klinik uygulamalarında kullandığı görülmektedir.



Fotoğraf 2.10. Sanal Gerçeklik Çalışması

2.7.1. Sanal Gerçekliğin Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları;

- Genel tedavi maliyetini düşürür, uzun vadede ekonomiktir.
- Hasta motivasyonunu sağlar ve tedaviye devamlılığı arttırır.
- Özel ortamlara gidilmesine gerek kalmadan uygulama imkanı sunar.
- Gerçek hayatta karşılaşılacak durumun, yapılacak aktivitenin terapatik amaçlı tecrübe edilmesini sağlar.
- Gözetimsiz kullanılabildiği için terapistin iş yükünü azaltır.
- Karşılaşılacak durumun zorluk ve şiddeti ayarlanabilir.
- Yeterli öğrenim sağlanana kadar tekrar imkanı sunar.
- Gerçek hayatta karşılaşılabilecek tehlikeli durumun hayal edilebilmesini sağlar.
- Uygulama esnasında sakatlık veya kötü düşüncelerden uzaklaşılmasını sağlar (Burdea, 2003; Freeman ve ark., 2017; Lewis, & Rosie, 2012; Won ve ark., 2017).

Dezavantajları;

- Terapistin sanal gerçekliğe tutumu büyük zorluk çıkarabilir. Terapiste olan ihtiyaç azalıcak diye korku yaşayan terapistler vardır. Halbuki daha etkili bir tedavi şekli ve daha fazla hasta alımını sağlar (Burdea, 2003).

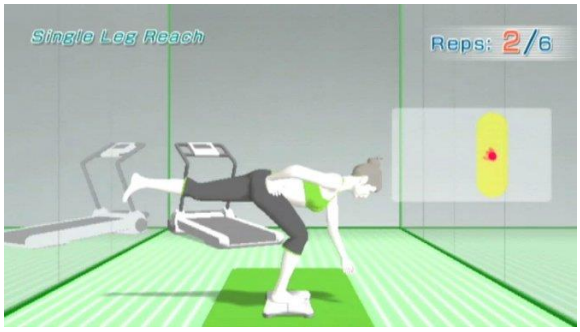
- Sanal gerçeklik cihaz ve ekipmanları sterilizasyonda ve farklı ihtiyaçlara göre tasarlanmadığı için yetersiz kalabilmektedir (Burdea, 2003).

- Psikolojik problemi olan kişilerde kullanımına dikkat edilmelidir. Gerçek kişilik algılarına döndüğünde varlık ve vücut algısında büyük problemler yaşanabileceği göz ardı edilmemelidir (Gregg, & Tarrier, 2007).

- Çocuklarda yanlış anılar, korkular oluşmasına karşı dikkat edilmelidir (Won ve ark., 2017).

- Sanal gerçeklik hastalığı görülebilmektedir. Baş dönmesi, mide bulantısı, baş ağrısı görülebilmektedir (Gujjar, Wijk, Kumar, & Jongh, 2019; Holden, 2005; Won ve ark., 2017; Zinzow ve ark., 2018).

- Aktif hareket gerçekleştirilen uygulamalarda etraftaki objelerle çarpışma riski vardır (Won ve ark., 2017).



Fotoğraf 2.11. Nintendo Wii Fit Plus Denge Oyunu

2.7.2. Sanal Gerçekliğin Etki Mekanizması

Sanal gerçeklik uygulamaları çeşitli yollarla etkisini sağlamaktadır. Bunlar, odağın kaydırılması, dikkat dağıtma ve kişinin kendisi üzerindeki kontrol yeteneğinin

geliştirilmesidir (Ahmadpour ve ark., 2019).

Ağrı üzerinde en bilinen mekanizma dikkat dağıtmadır (Hoffman ve ark., 2007; Malloy, & Milling, 2010) Hastalar ağrı sinyallerinden uzaklaşarak sanal ortama odaklanır (Jones, Moore, & Choo, 2016; Malloy, & Milling, 2010; Pourmand, Davis, Marchak, Whiteside, & Sikka, 2018). Ağrının algısıyla alakalı olduğu için nosiseptif sinyaller üzerinde etki gösteren analjezik ilaçlara göre farklı bir etkiye sahiptir (Pourmand ve ark., 2018). Analjezik ilaçlar C liflerinin merkezi sinir sistemine ilettiği sinyalleri bozarak etki gösterir. Sanal gerçeklik uygulaması ise çeşitli duyusal girdiler sayesinde kongnitif kapasitey azaltarak; ağrı algısı, konsantrasyon, dikkat, duygu durum, hafıza ve diğer duyular üzerine etki ederek ağrı algısını değiştirerek etki gösterir (Gold, Belmont, & Thomas, 2007; Hoffman ve ark., 2007). Kişi ağrı ve hastalık semptomlarından uzaklaştırılarak daha eğlenceli uyaranlara yönlendirilir ve böylece stres gibi sorunları azaltılır (Schneider, & Hood, 2007). Analjezik ilaçlara göre avantajı da kişinin ilaçlara karşı zamanla tolerans göstermesine karşın sanal gerçeklik uygulamalarında böyle bir sorunla karşılaşılmamasıdır (Hoffman, Patterson, Carrougher, & Sharar, 2001).

Odak kaydırma yönteminde kişinin sanal dünya ile yoğun bir şekilde etkileşim içinde olması ve bu sanal dünyadaki nesnelerle odağının kaydırılması ile kongnitif kapasitesi sürekli meşgul edilir (Piskorz, & Czub, 2018).

Kontrol yeteneğinin geliştirilmesi yönteminde kişi tehlikeli uyaranlara karşı bilişsel ve kongnitif yanıtlarını düzenler ve kendisi üzerindeki control duygusunu arttırır (Gupta, Scott, & Dukewich, 2018; Kweekkeboom, Abbott-Anderson, & Wanta, 2010). Bu yöntemde kişi korkulu uyarana dereceli olarak maruz bırakılır. O anı hayal edip deneyimleyerek desensitizasyon sağlanır (North, North, & Coble, 1997). Sanal çevrede dikkat dağıtacak daha az unsur olduğu için kişiler uyarana daha çok konsantre olur (North ve ark., 1997; Parsons, & Rizzo, 2008; Powers, & Emmelkamp, 2008).



Fotoğraf 2.12. Sanal Gerçeklik Egzersizi

3. GEREÇ ve YÖNTEM

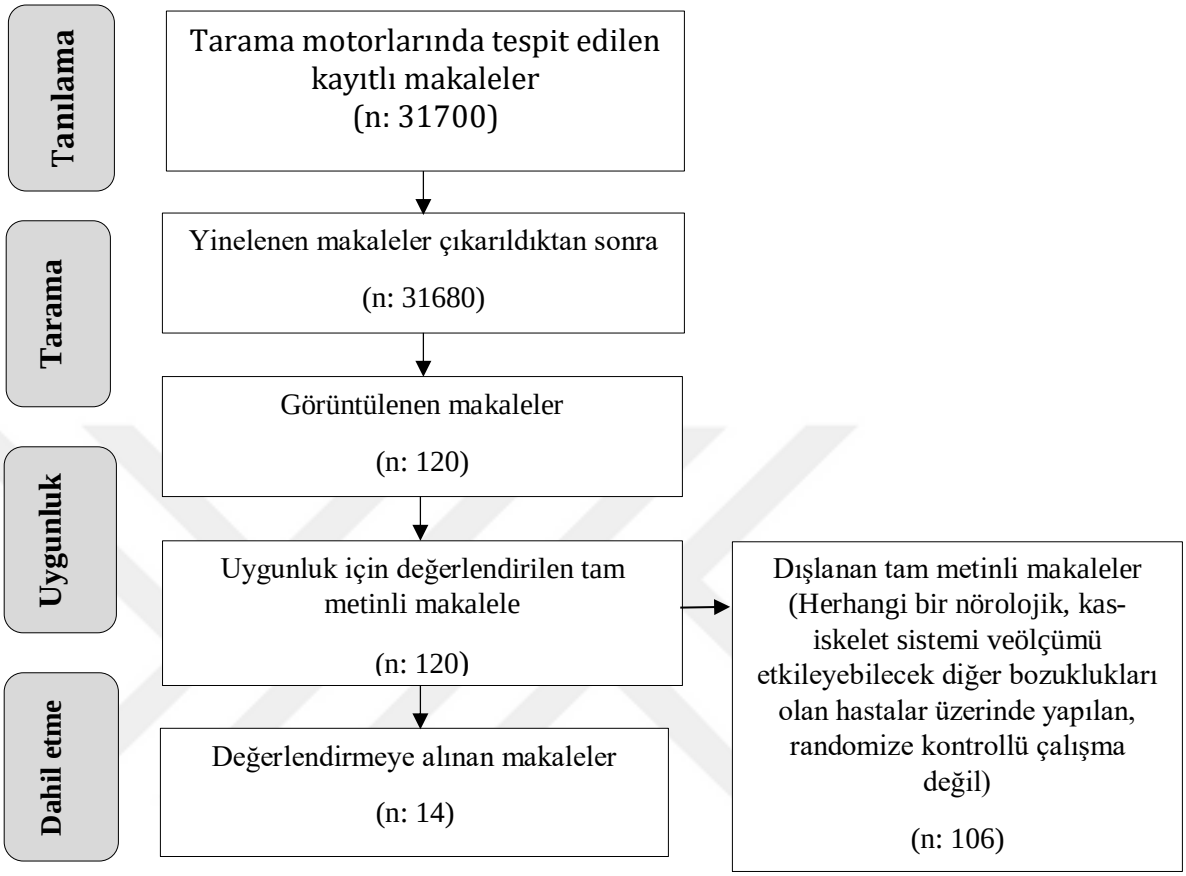
Bu çalışma, sanal gerçeklik egzersizlerinin ayak bileği burkulması öyküsü olan hastalar üzerinde etkileri konusunda yayınlanmış makalelerin sistematik bir derlemesidir. Sistematik derleme, belli bir konuda yapılan orijinal araştırmaların çok detaylı ve oldukça geniş bir biçimde taranıp, dışlanma ve dahil edilme kriterleri kullanılarak, bulguların sentez edildiği bilimsel bir incelemedir. Literatürde bir konuyla ilgili yapılmış çok sayıda araştırmaya rastlamak mümkündür. Ayrıca bu araştırma sonuçları bazen birbiriyle çelişmektedir. Sistematik derlemelerin temel ortaya çıkış nedeni, karmaşık ve çelişkili görünen bu durumdan anlamlı ve uygulanabilir sonuçlar ortaya çıkartmaktır. Sistematik derleme kanıt piramidinin en üstünde yer alır ve klinik uygulama kılavuzları için çıkarımlar yapılabilir. Sistematik derleme, konuyla ilgili araştırma makalelerinin geriye dönük olarak taranması biçiminde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Araştırma Stratejisi

Literatür taraması, Sistematik İncelemeler ve Meta-analizler için Tercih Edilen Raporlama Maddeleri (PRISMA) kılavuzlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Moher ve ark., 2009). Literatür 15-20 Haziran 2021 tarihleri arasında "PubMed ve Google Scholar" veri tabanları kullanılarak taranmıştır. Veri tabanlarında 2010 yılı ve sonrasında yayınlanmış makaleler taranmıştır. Bilimsel konferanslardan alıntılar hariç tutulmuştur. Boole operatörleri ve/veya (AND/OR) ile birlikte şu anahtar kelimeler kullanılmıştır; "ankle sprain" (ayak bileği burkulması) OR "ankle instability" (ayak bileği instabilitesi) AND "virtual reality" (sanal gerçeklik) OR "active video games" (aktif video oyunları). Başka ek bir filtre veya arama taraması kullanılmamıştır. Yukarıdaki anahtar kelime taramaları sonrasında 2010 yılı ve sonrası yayınlanan makaleler filtrelenmiştir. Sistematik derlemeye dahil edilme kriterleri PICOS'a (P: Population-katılımcılar, I: Interventions-

müdahaleler, C: Comparisons-karşılaştırma grupları, O: Outcomes-sonuçlar, S: Study designs- çalışma desenleri) göre tanımlanmıştır. İncelenen çalışmaları derlemeye dahil etme kriterleri; ayak bileği burkulmalarında sanal gerçeklik egzersizlerinin etkilerini araştıran randomize-kontrollü deneysel araştırmalar, örneklem grubunu 12 yaş ve üzeri kişilerin oluşturduğu ve makalenin tam metnine ulaşılması olarak belirlenmiştir.Dışlama kriterleri; herhangi bir nörolojik, kas-iskelet sistemi ve ölçümü etkileyebilecek diğer bozuklukları olan hastalar ve yayınlanmamış tez çalışmaları, kongrelerde sunulan sözel ve poster bildiriler ve sadece özetine ulaşılabilen makaleler olarak belirlenmiştir.

Öncelikle standart bir veri özetleme formu geliştirilmiştir ve elde edilen bilgiler buna göre değerlendirilmiştir. Veri özetleme formu; araştırmanın adı, yılı, yeri, araştırma türü, araştırmanın tasarımı, sonuç ve birincil çıktı değişkenlerini içerecek şekilde düzenlenmiştir. Çalışmaların seçimi ilk aşamada, veri tabanlarında 'virtual reality' (sanal gerçeklik) terimi gibi belirlenen anahtar sözcükler ile başlıklar taranmıştır. Ulaşılan makalelerin özetleri ayrıca okuyup değerlendirilmiştir. Daha sonra çalışmanın tam metinleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Kaliteli bir değerlendirme için dahil edilme kriterlerine göre hazırlanmış veri özetleme formuna araştırmacı tarafından çalışmalar kaydedilmiştir ve daha sonra aralarında amacımıza uygun sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu süreç sayısal veriler ile birlikte PRISMA akış şeması doğrultusunda verilmiştir (Şekil 3.1.)



Şekil 3.1. Arama stratejisinin akış şeması ve makale seçimi (PRISMA-Preferred Reporting Items forSystematic Reviews and Meta-Analyses).

PubMed ve Google akademik veri tabanında "ankle sprain" (ayak bileği burkulması), "ankle instability" (ayak bileği instabilitesi) ve "virtual reality" (sanal gerçeklik), "active video games" (aktif video oyunları) terimleri ile yapılan aramada toplam 31700 yayın saptandı ve tekrarlar çıkarıldığında toplamda 31680 makale elde edildi. Daha sonra "2010- 2022" ve "tam metin" sınırlaması ile arama yapıldı ve 89 makale daha dışlanarak toplam makale sayısı 120' e düştü. Bu 120 makalenin tam metin incelemesi sonucunda katılımcıların herhangi bir nörolojik, kas- iskelet sistemi ve ölçümü

etkileyebilecek diğer bozuklukları olan hastalar nedeni ile 106 makale daha dışlanarak dışlanma ve dahil edilme kriterleri çerçevesinde sistematik derlemeye 14 makale dahil edilmiştir.

Araştırmanın etik yönü: Sistematik derlemenin yapılmasında araştırmacılara herhangi bir maddi/manevi zarar verme riski bulunmamaktadır. Ayrıca incelenen makaleler kaynakçada gösterilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesinde sistematik derlemeye dahil edilen çalışmaların genel özelliklerinin sayısal dağılımları yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sistematik Derlemeye Dâhil Edilen Araştırmaların Genel Özellikleri

Bu sistematik derlemede araştırma kriterlerine göre seçilmiş 14 randomize kontrollü çalışma incelenmiştir. Derlemeye dâhil edilen araştırmalar 2010 ile 2022 yılları arasını kapsamaktadır. Araştırmalarda örneklem sayısının en az 8, en fazla 100 olduğu saptanmıştır. Araştırmaların geneline bakıldığında toplamda 581 kişi katılmıştır.

Bu sistematik derleme, araştırma konusuna göre seçilmiş toplam 14 araştırma makalesi incelenmiş ve araştırmaya dâhil edilmiştir.

ARAŞTIRMANIN ADI, YILI, YAZARI	ÇALIŞMA GRUBU VE ÖRNEKLEM SAYISI	ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	SONUÇLAR
M. Punt, J. L. Ziltener, D. Monnin, & L. Allet (2016). Wii Fit exercise therapy for the rehabilitation of ankle sprains: Its effect compared with physical therapy or no functional exercises at all. Ayak bileği burkulmalarının rehabilitasyonu için Wii Fit egzersiz tedavisi: Fizik tedavi ile karşılaştırıldığında etkisi veya hiç fonksiyonel egzersiz yapılmaması ile karşılaştırıldığında etkisi.	Çalışmaya 18 ile 64 yaşları arasında Grade I ve Grade II lateral ayak bileği burkulması olan 90 hasta katıldı.	Hastalar Wii Fit ile rehabilitasyon görenler, geleneksel fizik tedavi görenler ve tedavi görmeyenlerin bulunduğu kontrol grubuna randomize edildi. Tedaviye başlamadan önce ve 6 hafta sonra ölçümleri yapıldı. Ölçümlerde ayak ve ayak bileği yetenek ölçümü, dinlenme ve yürüme sırasında ağrı, spora dönüş zamanı, hasta memnuniyeti değerlendirildi.	6 hafta sonunda tüm gruplarda ayak ve ayak bileği yetenek skorları düzeldi ve yürüme sırasında ağrı azaldı. Wii Fit tedavisi ve diğer her iki grup arasında gruplar arası fark saptanmadı. Sonuç olarak Wii Fit, ayak bileği burkulması hastalarını tedavi etmek için egzersiz tedavisi olarak kullanılabilir. Wii Fit, geleneksel fizik tedavi veya tedavisizlikten daha etkili değildi. Tedavi almayan hastalar, herhangi bir egzersiz tedavisi gören kişilerle benzer sonuçlar gösterdi.
Ilona M. Punt, Stephana Armand, Jean-Luc Ziltener, & Lara Allet (2017). Effect of Wii Fit exercise therapy on gait parameters in ankle sprain patients: a randomised controlled trial.	Çalışmaya 18 ile 64 yaşları arasında Grade I ve Grade II lateral ayak bileği burkulması olan 90 hasta katıldı.	Hastalar Wii Fit ile rehabilitasyon görenler, geleneksel fizik tedavi görenler ve tedavi görmeyenlerin bulunduğu kontrol grubuna randomize edildi. Yürüme parametreleri tedavi başlamadan önce ve 6.	Tüm gruplar başlangıç ve 6 haftalık takip arasında yürüme hızı ve kadansı iyileştirdi. Tek ayak destek süresi yalnızca Wii Fit ile rehabilitasyon görenlerde iyileşti. Temporal-mekansal yürüyüş parametreleri için

Ayak bileği burkulması hastalarında Wii Fit egzersiz tedavisinin yürüme parametreleri üzerindeki etkisi: Randomize kontrollü bir çalışma.		haftada değerlendirildi.	gruplar arasında fark bulunmadı. Başlangıç ve 6 haftalık takip arasında fizik tedavi ve kontrol grubunda plantar fleksiyon maximum düzeyde düzeldi. Ancak grupların hiçbiri dorsifleksiyonda düzelme sağlamadı. Sonuç olarak ayak bileği burkulması hastalarında Wii Fit ile egzersiz tedavisi uygulanabilir. Ancak, geleneksel fizik tedaviye veya hiç tedavi görmeyenlere kıyasla daha etkili değildi.
Ki-Jong Kim, & Myoung Heo (2015). Effect of Virtual Reality Programs on Balance in Functional Ankle Instability. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesinde Sanal Gerçeklik Programlarının Denge Üzerine Etkisi.	Çalışmaya yaşları 21-27 arasında olan 16'sı kadın 4'ü erkek olan 20 kişi katıldı. Boyları 1.55 ile 1.77 cm arasında ve ağırlıkları 42 ile 73 kg arasında değişiyordu. Cumberland ayak bileği instabilite (CAIT) puanları 7 ile 24 arasındadır.	Kişiler güçlendirme egzersiz grubu ve denge egzersiz grubu olarak rastgele iki gruba ayrıldı. Her grup 10 kişiden oluşuyordu. 4 hafta boyunca haftada 3 kez sanal gerçeklik programı uygulandı. Her gruba 20 dakika Nintendo Wii Fit Plus programından egzersizler, 10 dakikalık ısınma ve soğuma çalışmaları uygulandı. Ayak bileği dengesini ölçmek için müdahale öncesi ve sonrası Biodex Balance System kullanıldı.	Denge egzersiz grubu, müdahale öncesi test sonuçlarına kıyasla müdahale sonrası statik ve dinamik dengede önemli bir artış gösterdi. 1. Ve 2. Grup arasında müdahale sonrası statik ve dinamik denge karşılaştırıldığında genel olarak önemli bir artış gözlendi. Sanal gerçeklik programları, fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan kişilerin statik ve dinamik dengesini iyileştirdi. Bu çalışma denge egzersizlerinin özellikle dinamik denge üzerinde güçlendirme egzersizlerine göre daha etkili olduğunu göstermektedir.
Ki-Jong Kim, & Myoung Heo (2019). Comparison of Virtual Reality Exercise Versus Conventional Exercise on Balance in Patients with Functional Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Hastalarda Denge Üzerinde Sanal Gerçeklik Egzersizi İle Gelenek Egzersizin Karşılaştırılması: Randomize Kontrollü Çalışma.	Bu çalışmaya fonksiyonel ayak bileği instabilitesi semptomları olan yaşları 21.0 ± 1.2 yıl olan 21 kişi katıldı. 5'i erkek, 16'sı kadındı. Boyları 165.2 ± 7.7 cm, ağırlıkları 61.9 ± 9.4 kg idi. Cumberland ayak bileği instabilite (CAIT) puanları 24'ün altındaydı.	Kişiler 2 gruba ayrıldı. Bir grup Nintendo Wii Fit Plus'ta yer alan bir program kullanılarak her biri 10'ar dakika güç ve denge egzersizi yaptı. Diğer grup theraband kullanılarak 4 yönlü ayak bileği egzersizi ve 10'ar dakika denge egzersizi yaptı. Programlar 4 hafta boyunca haftada 3 kez uygulandı. Çalışma öncesi ve sonrası genel, ön-arka, medial-lateral yönlerde statik ve dinamik dengeleri Biodex denge sistemi ile ölçüldü.	Sanal gerçeklik egzersizleri yapanlarda genel statik denge, medial-lateral yönde dinamik denge geleneksel egzersiz yapanlara göre önemli ölçüde daha yüksekti. Bu çalışma, fonksiyonel ayak bileği olan hastalarda sanal gerçeklik egzersizlerinin genel yönde (statik) ve medial-lateral yönde (dinamik) geleneksel yönteme göre daha etkili olduğunu göstermiştir.
Ki-Jong Kim, Bongsam Choi, & Wootaek Lim (2018). The Efficacy Of Virtual	Bu çalışmaya 20 kişi katıldı. Her iki gruptaki deneklerin %20' si erkekti. Sanal gerçeklik grubu için yaş	Her grup 10 kişiden oluşturuldu. Bir gruba Nintendo Wii Fit Plus ile diğer gruba theraband ile	Sanal gerçeklik ile egzersiz uygulanan grup theraband ile egzersiz yapan gruba göre tüm ayak bileği hareketlerinin

Reality Assisted Versus Traditional Rehabilitation Intervention On Individuals With Functional Ankle Instability: A Pilot Randomized Controlled Trial. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Bireylerde Sanal Gerçeklik Destekli Rehabilitasyonun Geleneksel Rehabilitasyona Karşı Etkinliği: Randomize Kontrollü Çalışma.	ortalaması 21.8, theraband grubu için 22.1'di. Cumberland ayak bileği instabilite puanları sırasıyla ortalama 18.8 ve 19.3'tü.	egzersizler uygulandı. İki grubun kas gücü rehabilitasyon öncesi ve sonrası ölçüldü. Tüm denekler 5 dakika ısınma, 20 dakikalık bir egzersiz programı gerçekleştirdi Her iki gruba da egzersiz programları 4 hafta boyunca haftada 3 kez uygulandı.	kas gücünde daha çok gelişme gösterdi. Sanal gerçeklik grubu diğer hareketlere göre plantar fleksiyonun kas gücünde daha büyük bir gelişme gösterirken, theraband grubu tüm ayak bileği hareketlerinin kas gücünde bir gelişmeye sahipti.
Ki-Jong Kim, Hyun-Ju Jun, & Myoung Heo (2015). Effects of Nintendo Wii Fit Plus Training on Ankle Strength with Functional Ankle Instability. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesinde Nintendo Wii Fit Plus Antrenmanının Ayak Bileği Kuvvetine Etkileri.	Bu çalışma fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan 20'li yaşlardaki (yaş = 23,3 ± 2,4 yıl) 20 katılımcı ile yapılmıştır. Katılımcıların 4'ü erkek 16'sı kadındır. Boyları 163.1 ± 7.4 cm, ağırlıkları 55 ± 10,2 idi. Cumberland ayak bileği instabilite puanı (CAIT) 24 veya daha düşüktü.	Her biri 10'ar denekten oluşan bir güçlendirme antrenman grubuna ve bir denge antrenman grubuna randomize edildiler. 20 dakika boyunca Nintendo Wii Fit Plus kullanarak egzersiz yaptılar. Ayrıca her katılımcı sırasıyla 5 dakikalık ısınma ve soğuma egzersizlerini tamamladı.	Güçlendirme antrenman grubunda plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon yapıldıktan sonra kas kuvvetleri 60˚ ve 120˚ açısal hızlarda önemli ölçüde arttı. Ayrıca denge eğitim grubunda 60˚ ve 120˚ açısal hızlarda plantar fleksiyon, dorsifleksiyon, eversiyon ve inversiyon yapıldıktan sonra kas kuvvetleri önemli ölçüde arttı. Nintendo Wii Fit Plus kullanan denge antrenman grubu, güçlendirme antrenman grubundan daha iyi sonuçlar gösterdi.
Tamer M. Shousha, Nehad A. Abo-zaid, Hamada A. Hamada, Mohamed Y. Abdelsamee, & Mohamed A. Behiry (2021). Virtual Reality Versus Biodex Training in Adolescents With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Ergenlerde Biodex Eğitimine Karşı Sanal Gerçeklik: Randomize Kontrollü Bir Çalışma.	Çalışmaya yaşları 12 ve 16 arasında değişen 90 erkek futbolcu katıldı. Grade II lateral ayak bileği burkulması öyküsü olanlar dahil edildi. Cumberland ayak bileği instabilite puanları 24 veya daha azdı.	Randomize olarak 3 gruba ayrıldılar. Grup 1 kılavuz protokolü, grup 2 aynı protokole ek Nintendo Wii Fit Antrenman Programı, 3. Gurp ise aynı protokole ek Biodex denge eğitimini uyguladı. Tüm gruplara 3 ay boyunca haftada 3 kez tedavi protokolü uygulandı. Sonuç ölçütleri, Biodex Balance System ile ölçülen stabilite indekslerini ve ayrıca Cumberland ile ölçülen ayak bileği instabilitesini içeriyordu. Ölçümler başlangıçta ve 3 ayın sonunda alındı.	Tedavi sonrasu bulgular, tüm grupların genel, ön arka ve mediolateral stabilite indekslerinde istatiksel olarak anlamlı bir artış gösterdi. Cumberland ayak bileği instabilite puanlarında anlamlı bir düşüş oldu. Sanal gerçeklik ve Biodex denge grupları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Sanal gerçeklik eğitimi, kronik ayak bileği instabilitesi olan adölesan sporcularda Biodex denge eğitimine benzer görünen önemli bir etkiye sahiptir.
Niloofar Mohammadi, Mohammad-Reza Hadian, & Gholamreza Olyaei (2020). The Effects of Wii Fit Plus Training on Functional	Tek taraflı fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan ve olmayan 50 erkek basketbolcu deney ve kontrol grubu olmak üzere ikiye ayrıldı. Yaşları 18 ile 30 arasındaydı. Cumberland ayak bileği instabilite	Deney grubu 4 hafta boyunca haftada 3 gün denge eğitimi ve güçlendirme egzersizlerini içeren Nintonde Wii Fit Plus oyunlarını gerçekleştirdi. Kontrol grubuna ise herhangi bir eğitim verilmedi. Çalışma başlangıcı ve sonrasında	Çalışma öncesi ve sonrası 8'li sıçrama ve yan zıplamada önemli farklılıklar gözlendi. 8'li sıçrama testi için yaralı ve yaralanmamış uzuvların karşılaştırılmasında çalışma sonrası iki uzuv arasında fark görülmedi. Yan atlama testi

Ability in Athletes with Functional Ankle Instability. Wii Fit Plus Antrenmanının Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Sporcularda Fonksiyonel Yeteneğe Etkileri.	puanları 24'ten düşüktü. Grade I ile Grade III burkulmaları vardı.	bireylerin fonksiyonel yetenekleri 8'li sıçrama, yan sekme ve tek sekme testlerini içeren fonksiyonel performans testleri ile değerlendirildi.	için yapılan bu karşılaştırma hem çalışma öncesi hem de çalışma sonrası önemli farklılıklar gösterdi. Gruplar arası karşılaştırmada 8'li sıçrama ve yan atlama testlerindeçalışma öncesi önemli farklılıklar vardı. Bu farklar çalışma sonrası ortadan kayboldu. Tek atlama testi her iki grupta da anlamlı bir farklılık göstermedi.
Ki-Jong Kim, & Myoung Heo (2015). Effects of Virtual Reality Programs on Proprioception and Instability of Functional Ankle Instability. Sanal Gerçeklik Programlarının Propriyosepsiyon ve Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Üzerine Etkileri.	Çalışmaya 20'li yaşlarda 20 kişi katıldı. Geçmişte ayak bileği burkulması yaşayan ve şuanda ayak bileği instabilitesi olan, Cumberland ayak bileği instabilite puanı 24 veya daha az olan kişiler çalışmaya dahil edildi.	20 katılımcı rastgele biri kuvvet egzersizi biri denge egzersizi olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Denekler Wii egzersizlerini haftada 3 kez 20 dakika ve 4 hafta boyunca uyguladı. Tüm denekler aynı zamanda 5 dakika ısınma ve 5 dakika soğuma egzersizi yaptı.	Denge egzersizi grubunun propriosepsiyon ve CAIT'I egzersiz öncesine göre egzersiz sonrası anlamlı olarak düzeldi. Kuvvet egzersiz grubu sanal gerçeklik programından sonra propriosepsiyon için egzersiz öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir fark göstermedi. Her iki grubun egzersiz sonra CAIT puanları, egzersiz öncesi puanlara göre sanal gerçeklik programından sonra önemli ölçüde düştü.
F. Ranjbarzadeh, & Amir Letafatkar (2021). The Effect of 8 Weeks Virtual Reality Training on Static and Dynamic Balance and Performance in Male Athletes With Functional Ankle Instability. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Erkek Sporcularda 8 Haftalık Sanal Gerçeklik Antrenmanının Statik ve Dinamik Denge ve Performansa Etkisi.	Çalışmaya fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan 18 ila 25 yaşları arasında 30 erkek sporcu katıldı. Popülasyon; voleybol, basktbol, futbol ve futsal branşlarında yarı amatör sporculardan oluşuyordu.	Denekler rastgele sanal gerçeklik egzersizi grubu ve control grubu olarak ikiye ayrıldı. 5 dakikalık ısınma programından sonra leylek testi, Y denge testi, yana sıçrama ve 3 adım atlama testi ile static ve dinamik denge ve performansları ölçülmüştür. Ardından 8 hafta (24 seans) egzersiz program uygulandı. Son olarak eğitim protokolü tamamlandıktan sonra ön teste benzer bir son test uygulandı.	Son testte tüm değişkenlerde ön teste göre ve ayrıca 2 grup arasında anlamlı bir fark olduğunu gösterdi. Egzersiz grubundaki deneklerin dengesi ve performansı önemli ölçüde iyileşti.
Ki-Jong Kim, & Mi-Yeong Gang (2020). Effect of Taping and Virtual Reality Combined Exercise on Static and Dynamic Balance With Functional Ankle Instability. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesinde Bantlama ve Sanal Gerçeklik Kombine Egzersizinin Statik ve Dinamik Denge Üzerine Etkisi.	Çalışmaya geçmişte ayak bileği burkulması yaşayan ve sonrasında ayak bileği instabilitesi hisseden Cumberland ayak bileği instabilite puanı 24 veya daha düşük olan 22 kişi katıldı. 5'I erkek 17'si kadındı. Deneklerin genel özellikleri yaş 21.6 ± 2.3, boy 166.1 ± 5.9 ve ağırlık 61.7 ± 7.8 idi.	Denekler rastgele bir şekilde deney ve control grubu olarak ikiye ayrıldı. Deney grubuna ayak bileğine kinesiotape yapıştırılmış ve ardından günde 30 dakika sanal gerçeklik egzersiz programı uygulanmıştır. Nintendo Wii Fit Plus 4 hafta boyunca haftada 3 kez uygulandı. Kontrol grubu müdahale olmaksızın sadece 2 ölçüm gerçekleştirdi.	Statik ve dinamik dengenin genel ve mediolateral indeksinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Statik ve dinamik dengenin ön-arka indeksinde anlamlı farklar bulundu.

Je-Ho Kim, & Yo-Han Uhm (2016). Effect of Ankle Stabilization Training Using Biofeedback on Balance Ability and Lower Limb Muscle Activity in Football Players with Functional Ankle Instability. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Futbolcularda Biofeedback Kullanılarak Ayak Bileği Stabilizasyon Antrenmanının Denge Yeteneği ve Alt Ekstremite Kas Aktivitesi Üzerine Etkisi.	Çalışmaya ayak bileği ameliyatı geçmişi olan ve Cumberland ayak bileği instabilite anketinde 5'ten fazla öğeyi tatmin eden 30 futbolcu katıldı.	Denekler 15 kişiden oluşan biofeedback ile ayak bileği stabilizasyon antrenman grubuna ve 15 kişilik genel egzersiz grubuna ayrıldı. Antrenman 8 hafta boyunca haftada 3 gün 30 dakika olarak yapıldı. Denge yeteneğinii değerlendirmek için tüm yol uzunluğu ve yüzey alanını ölçen biorescure, alt ekstremite kas aktivasyonunu değerlendirmek için tibialis anterior, tibialis posterior ve soleusu ölçen elektromiyografi (EMG) kullanıldı.	Deney grubu karşılaştırma grubuna göre tüm ölçümlerde anlamlı bir fark gösterdi. Biofeedback kullanan ayak bileği stabilizasyon eğitimi genel egzersize göre denge kabiliyetini ve alt ekstremite kas aktivasyonunu arttırmada daha etkilidir.
Niloofar Mohammadi, Mohammad-Reza Hadian, & Gholam-Reza Olyaei (2020). The Effect of Wii Training on Neurocognitive Function in Athletes with Functional Ankle Instability: Matched Randomized Clinical Trial. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Sporcularda Wii Antrenmanının Nörobilişsel Fonksiyon Üzerine Etkisi: Eşleştirilmiş Randomize Klinik Çalışma.	Çalışmaya tek taraflı fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan 25, fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olmayan 25 sporcu katıldı. Katılımcılar 20-30 yaş arası basketbolculardı. Denekler en az bir önemli tek taraflı inversiyon burkulması geçirmişti. Cumberland ayak bileği instabilite puanı 24'ün altında ve mekanik instabilitesi yoktu.	Denekler haftada 3 kez denge ve güçlendirme oyunları içeren Wii antrenmanı yaptılar. 12 seans uygulandı. Kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmadı. Eğitimden önce ve sonra nörobilişsel işlev, bir bilgisayar monitöründeki 'X' işaretinin tespiti veya tanımlanmasına dayalı bilgisayarlı reaksiyon süresi testi ile değerlendirildi. Gruplar arası ve grup içi karşılaştırmalar sırasıyla bağımsız t testi ve eşleştirilmiş t testi ile yapılmıştır.	Fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan ve olmayan hastalar arasında nörobilişsel fonksiyon ortalama farklılıklarında anlamlı bir fark gözlendi. Fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan sporcuların antrenman sonrası bilgi işleme hızları arttı.
Seung-Min Nam, Kyoung Kim, & Do Y. Lee (2018). Effects of Visual Feedback Balance Training on the Balance and Ankle Instability in Adult Men with Functional Ankle Instability. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Yetişkin Erkeklerde Görsel Geribildirimli Denge Eğitiminin Denge ve Ayak Bileği İnstabilitesi Üzerine Etkileri.	Çalışmaya fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan 28 yetişkin erkek katıldı. 20'li yaşlarında en az bir kez ayak bileği burkulması geçirmiş, ayak bileği ekleminde gevşeme hissden, Cumberland ayak bileği puanı 24'ün altında olanlar katıldı.	Katılımcılar rastgele olarak 20 dakika görsel geri bildirim denge eğitimi ve 10 dakika ayak bileği egzersizleri yapan bir deney grubuna ve 30 dakika ayak bileği egzersizi yapan bir control grubuna ayrıldı. Egzersizler 8 hafta boyunca haftada 3 kez tamamlandı. Denge yeteneğini ölçmek için Biodex, ayak bileği instabilitesini ölçmek için Cumberland ayak bileği instabilite anketi kullanıldı. Bu ölçümler deneylerden önce ve sonra yapıldı.	Deney grubu denge ve CAIT puanında önemli bir artışa sahipti. Kontrol grubunda CAIT skorunda önemli bir artış vardı. Sonuç olarak fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda görsel geribildirimli denge eğitimi bir tedavi yöntemi olarak önerilebilir.

4.2. Sistematik Derlemeye Dâhil Edilen Araştırmalar

M. Punt ve arkadaşlarının 2016'da yaptığı bu çalışmada, ayak bileği burkulması yaşayan hastalarda Wii Fit kullanılarak yapılan egzersiz eğitimini geleneksel fizik tedavi ve hiç egzersiz yapmamakla karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmaya 90 ayak bileği burkulması hastası katılmıştır. Hastalar 18 ile 64 yaşları arasında Grade I veya Grade II lateral ayak bileği burkulması yaşayan kişilerdi. Son 12 ay içinde aynı tarafta tekrarlayan ayak bileği burkulması yaşayan kişiler, Grade II yaralanması olanlar, herhangi bir nörolojik, kas-iskelet sistemi veya ölçümü etkileyebilecek diğer bozuklukları olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Denekler Wii Fit ile egzersiz yapanlar, fizik tedavi görenler ve hiç egzersiz yapmayanlar olarak 3 gruba randomize edildi. Tedaviye başlamadan önce ve 6 hafta sonra değerlendirmeler yapıldı. Ayak- ayak bileği yetenek ölçümü, dinlenme ve yürüme sırasında ağrı, spora dönüş süresi, hasta memnuniyeti değerlendirildi. Wii Fit ile egzersiz grubuna kayak slalomu, penguen kaydırağı, masa eğimi ve denge balonu olmak üzere 4 denge oyunu uygulandı.

- Kayak slalomu: Hasta bir slalom parkurunda kaymak için denge tahtasında dönüşümlü olarak sola ve sağa yaslanmalıdır. Hız, öne ve arkaya eğilerek kontrol edilir.
- Penguen kaydırağı: Hastanın sudan çıkan balıkları yakalamak için bir buzdağının üzerinde kayması için sola ve sağa eğilmesi gerekir.
- Masa eğimi: Hasta, topları bir platformun deliklerine yatırmak için sola, sağa, öne ve arkaya eğilmelidir.
- Denge balonu: Hasta, karakterini bir nehre doğru yönlendirmek ve nehir kıyısına veya herhangi bir engele dokunmadan birçok engeli aşmak için sola, sağa, öne ve arkaya eğilmelidir.

Wii Fit ile tedavi gören hastalara program 6 hafta boyunca, haftada en az 2 kez, 30 dakika uygulandı. Fizik tedavi görenler 6 hafta boyunca 30 dakikalık 9 seansa katıldı. Egzersizlerin zorluk derecesi hastaların ilerlemesine göre ayarlandı. Kontrol grubu ise acil servisteki standart talimatlar sonrası hiçbir tedavi görmedi. Ayak-ayak bileği yetenek ölçümü (FAAM) anketi ile değerlendirildi. Ağrı Vizüel Analog Skala (VAS) ile değerlendirildi.

6 haftanın sonunda tüm gruplarda ayak-ayak bileği yetenek skorları düzeldi ve yürüme sırasında ağrı azaldı. Wii Fit tedavisi ile diğer iki grup arasında gruplar arasında fark saptanmadı. Sonuç olarak Wii Fit egzersiz tedavisi ayak bileği burkulması hastalarını tedavi etmek için bir egzersiz terapisi olarak kullanılabilir. Wii Fit tedavisi sadece fizik tedaviden veya hiç egzersiz yapılmamasından daha etkili değildi. Tedavi almayan hastalar, herhangi bir tedavi gören kişilerle benzer sonuçlar gösterdi.

Lateral ayak bileği burkulması, tüm spor yaralanmalarının yaklaşık %15'ini temsil eden en yaygın yaralanmadır. (Fong ve ark., 2007; Hootman ve ark., 2007). Ayak bileği burkulmasından sonraki ilk 1 yıl hastaları %5-33'ü spor performansını olumsuz etkilyen ağrı ve instabilite sorunu yaşar. %34'e kadarı en az bir yeniden burkulma yaşar (Van Rijn ve arkadaşları, 2008). Akut ayak bileği burkulması standart tedavisi sonrası fonksiyonel egzersiz tedavisi alan hastalar, spora daha hızlı geri dönüş, daha az kalıcı şişlik ve gelişmiş hareketlilik gösterdi. Ayrıca yalnızca immobilizasyon hastalardan daha fazla memnuniyet ifade ettiler (Kerkhoffs ve ark., 2012).

Nintendo Wii Fit gibi sanal gerçeklik cihazları; hastanın dengesini, kas gücünü ve eklem hareketliliğini iyileştirmek amacıyla rehabilitasyonlarda uygulanmaya başladı (Pompeu ve ark., 2012; Tarakci ve ark., 2013). Sanal gerçeklik ile desteklenen rehabilitasyon geleneksel fizik tedavi ile karşılaştırıldığında daha çeşitli ve branşa özgü spesifik egzersizler açısından esneklik sunar. Bu nedenle hastaların ilgi ve motivasyonunu teşvik edilmesi umulmaktadır (Warburton ve ark., 2007). Önceki çalışmalar nörolojik ve ortopedik rehabilitasyon ortamlarında sanal gerçeklik destekli fizik tedavinin avantajlarını ortaya koymuş olsa da, Wii Fit'in ayak bileği burkulması hastalarında geleneksel uygulamaya kıyasla etkinliğine ilişkin hiçbir randomize kontrollü çalışma yayınlanmamıştır. Sanal gerçeklik egzersizleri ayak bileği burkulması hastalarında standart protokollere ek bir tedavi yöntemi olarak kullanılabilir.

Punt ve arkadaşları 2017'de yaptığı bu çalışmada, ayak bileği burkulması hastalarında Wii Fit egzersiz tedavisinin zamansal-uzaysal ve kinematic yürüme parametreleri üzerine

etkinliğini konservatif tedavi ve hiç egzersiz tedavisi almayan bir control grubuyla karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla çalışmaya 90 ayak bileği burkulması hastası katılmıştır. Hastalar 18 ile 64 yaşları arasında Grade I veya Grade II lateral ayak bileği burkulması yaşayan kişilerdi. Son 12 ay içinde aynı tarafta tekrarlayan ayak bileği burkulması yaşayan kişiler, Grade II yaralanması olanlar, herhangi bir nörolojik, kas-iskelet sistemi veya ölçümü etkileyebilecek diğer bozuklukları olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. 90 hasta Wii Fit ile egzersiz tedavisi görenler, fizik tedavi ve control grubu olarak 3 gruba randomize edildi. Her bir hastaya yürüyüş değerlendirmesi yapıldı. Zamansal-uzaysal ve kinematic yürüyüş parametreleri başlangıçta, 6. Haftada ve 6. Ayda değerlendirildi. Birincil sonuç yürüme hızıydı. İkincil sonuçlar zamansal-uzaysal parametrelerdi. Yani kadans, adım uzunluğu, tek ayak destek süresi, adım uzunluğunun simetri indeksi, tek ayak destek süresinin simetrisi; kinematic parametreler olan maximum dorsifleksiyon ve maximum plantar fleksiyon idi. Ayrıca ayak bileğinin yeniden yaralanma oranı da değerlendirildi. Wii Fit ile egzersiz grubuna kayak slalomu, penguen kaydırağı, masa eğimi ve denge balonu olmak üzere 4 denge oyunu uygulandı. Wii Fit ile tedavi gören hastalara program 6 hafta boyunca, haftada en az 2 kez, 30 dakika uygulandı. Fizik tedavi görenler 6 hafta boyunca 30 dakikalık 9 seansa katıldı. Egzersizlerin zorluk derecesi hastaların ilerlemesine göre ayarlandı. Kontrol grubu ise acil servisteki standart talimatlar sonrası hiçbir tedavi görmedi

İş ve spor aktivitelerine güvenli ve hızlı bir şekilde dönmek için normal bir yürüyüş önemlidir. Bu çalışma ağrı, spora dönüş süresi, memnuniyet etkinliğini de karşılaştıran bir randomize kontrollü çalışmanın analizidir.

Her üç grup da başlangıç ve 6 haftalık takip arasında yürüme hızı, kadans ve adım uzunluğunda bir gelişme gösterdi. Tek ayak destek süresi, yalnızca Wii Fit grubunda iyileşti. Tek ayak destek süresinin simetri indeksi, Wii Fit grubunda ve fizik tedavi grubunda iyileşti. Adım uzunluğunun simetri indeksi, üç grubun hiçbirinde zaman içinde gelişmedi. Zamansal-uzaysal yürüyüş parametreleri için gruplar arası fark bulunmadı. Başlangıç ve 6 haftalık takip arasında fizik tedavi ve control grubunda plantar fleksiyonu

maximum düzeyde iyileşti. Ancak grupların hiçbiri dorsifleksiyonda düzelme sağlamadı. Her grupta bir kişi ayak bileğini yeniden burktu. Bir kişi de diğer ayak bileğini burktu. Sonuç olarak ayak bileği burkulması hastalarında gözetimsiz evde Wii Fit egzersiz tedavisi uygulanabilir. Ancak fizik tedaviye veya hiç egzersiz yapılmamasına kıyasla daha etkili değildi.

Ki-Jong ve Myoung yaptığı bu çalışmada, sanal gerçeklik eğitim programlarının fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda ayak bileğinin static ve dinamik dengesi üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya yaşları 21 ile 27 arasında olan 16'sı kadın 4'ü erkek 20 kişi katıldı. Boyları 155 ile 177 cm ve ağırlıkları 42 ile 73 arasında değişiyordu. Denekler daha önce bir ayak bileği burkulması vakası yaşamış, CAIT puanı 24'ten düşük kişilerdi. Kişiler güçlendirme egzersiz grubu ve denge egzersiz grubu olarak ikiye ayrıldı. 4 hafta boyunca haftada 3 kez sanal gerçeklik egzersizleri uygulandı. Her gruba 20 dakika süreyle Nintendo Wii Fit Plus programından egzersizler, 10 dakika ısınma ve 10 dakika soğuma çalışmaları uygulandı. Egzersiz programının yoğunluğu katılımcıların ihtiyaçlarına göre fizyoterapist tarafından uygun şekilde control edildi. Kas güçlendirme grubuna akciğerler, tek bacak uzatma, yan bacak kaldırma, tek bacak bükme, kürek squatları; denge grubuna ise futbol, kayak slalomu, ip yürüyüşü, masa eğimi, snowboard slalom oyunları uygulandı. Ayak bileği dengesini ölçmek için Biodex denge sistemi kullanıldı.

Grup 2 müdahale öncesi test sonuçlarına kıyasla ön-arka ve mediolateral yönlerde genel olarak müdahale sonrası static ve dinamik dengede önemli bir iyileşme gösterdi. Grup 1 ve Grup 2 arasında müdahale sonrası static ve denge denge karşılaştırıldığında önemli bir iyileşme gösterdi. Sanal gerçeklik programları, fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan deneklerin static ve dinamik dengesini geliştirdi. Sanal gerçeklik programları, bir fizyoterapist tarafından gözetim altında uygulanırsa daha güvenli ve verimli bir şekilde kullanılabilir.

Geleneksel eğitim programlarının dengeyi geliştirdiği üzerine etkileri kanıtlanmış olmasına ragmen programların dezavantajı sıkıcı oldukları için deneklerin ilgisini çekmemesidir. Sanal gerçeklik programlarının dezavantajı maliyetli olmasıdır. Sanal gerçeklik programları özellikle fizyoterapi alanında çok etkilidir. Tekrarlayan egzersiz öğrenimini mümkün kılar ve geri bildirime ihtiyaç duyan hastalara uygun ortam sağlar.

Ki-Jong ve Myoung'un 2019'da yaptığı bu çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan bu hastalarda sanal gerçeklik egzersizi ve geleneksel egzersizin denge üzerine etkilerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu çalışmaya yaşları 21.0 ± 1.2 yıl FAI semptomları olan 21 kişi katılmıştır. Deneklerin 5'i erkek 16'sı kadındır. Boyları 165.2 ± 7.7 cm, ağırlıkları 61.9 ± 9.4 kg ve Cumberland ayak bileği instabilite puanları 16.0 ± 5.4'tür. Denekler daha önce ciddi bir ayak bileği burkulması yaşamıştır. VR eğitim programı uygulanan grupta Nintendo Wii Fit Plus'ta yer alan bir program kullanılarak her biri 10'ar dakika olan güç ve denge egzersizi uygulandı. Denekler 20 dakika boyunca egzersiz yaptı. 5'er dakikalık ısınma ve soğuma egzersizleride vardı. Konvansiyonel programda theraband kullanılarak 4 yönlü ayak bileği kuvvetlendirme egzersizi ve 10'ar dakikalık denge egzersizleri uygulandı. Programlar 4 hafta boyunca haftada 3 kez uygulandı. Rehabilitasyon başlangıcında ve sonunda Biodex denge sistemi ile genel, ön-arka, mediolateral yönlerde static ve dinamik denge ölçülmüştür.

Virtual reality (VR) egzersiz grubunda genel yönde static denge geleneksel egzersize göre önemli ölçüde daha yüksekti. VR grubundaki dinamik denge mediolateral yönde geleneksel egzersiz grubuna göre daha çok yükseldi. Bu çalışma, FAI'li hastalarda VR egzersizinin dengenin genel yönünde (static) ve mediolateral yönünde (dinamik) geleneksel yönteme göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

Fonksiyonel ayak bileği instabilitesi (FAI), ayak bileği burkulmalarından sonra sık görülen bir semptomdur. Genellikle ayak bileği ekleminde boşalma hissi olarak tanımlanır. Ayak bileği burkulması sonrası ortaya çıkan güçsüzlük ve instabilite tekrarlayan ayak bileği burkulmalarına yol açabilir (Shakked, & Sheskier, 2013; Freeman,

1965; Donovan ve ark., 2016; Halim-Kertanegara, Raymond, Hiller, Kilbreath, & Refshauge, 2017).

Kijong ve arkadaşlarının 2018'de yaptığı bu çalışmada sanal gerçeklik destekli rehabilitasyonun geleneksel rehabilitasyona karşı ayak bileği fonksiyonel instabilitesi üzerine etkinliğini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu çalışmaya 20 kişi katılmıştır. 10 kişi Nintendo Wii Fit ile egzersiz yaparken 10 kişi ise theraband ile egzersiz yaptı. Her iki gruptaki deneklerin %20'si erkekti. Ortalama yaş sanal gerçeklik grubu için 21.8, geleneksel egzersiz grubu için 22.1 idi. Cumberland ayak bileği instabilite puanları sırasıyla 18.8 ve 19.3'tü. Son 3 ay içerisinde 2 veya daha fazla ayak bileği burkulması öyküsü, herhangi bir ayak bileği dengesizliği olan kişiler çalışmaya dahil edildi. Müdahale öncesi ve sonrası iki grubun kas gücü değişimi karşılaştırıldı.

Tüm denekler 5 dakikalık bir ısınma ve 20 dakikalık bir egzersiz programı gerçekleştirdi. Her iki gruba da egzersiz programları 4 hafta boyunca haftada 3 kez uygulandı. Ayak bileği kas kuvvetini ölçmek için Biodex izokinetik dinomometre kullanıldı.

Sanal gerçeklik grubu geleneksel rehabilitasyon grubuna göre tüm ayak bileği hareketlerinde kas kuvvetinde daha az gelişme gösterdi. Sanal gerçeklik grubu, diğer hareketlere göre plantar fleksiyonun kas gücünde daha büyük bir gelişme gösterirken, geleneksel egzersiz grubu tüm ayak bileği hareketlerinin kas gücünde bir gelişmeye sahipti. FAI'li hastalarda VR eğitimi isteğe bağlı olarak geleneksel programa eklenebilir.

Ki-Jong ve arkadaşlarının 2015'te yaptığı bu çalışmada Nintendo Wii Fit Plus kullanılarak yapılan bir antrenman programının fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda kas kuvvetleri üzerine olan etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu çalışmaya fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan 20 yaşlarındaki 20 denek katılmıştır. Katılımcıların 4'ü erkek, 16'sı kadındı. Boyları 163.1 ± 7.4 cm, ağırlıkları 55 ± 10.2 ve yaşları 23.3 ± 2.4 yıl idi. Kişiler geçmişte ayak bileği burkulması yaşamış fakat ayak bileği ameliyatı geçirmemişlerdir. Cumberland ayak bileği instabilite puanları 24 veya daha

düşüktü. Denekler bir güçlendirme grubuna bir de denge grubuna randomize edilmiştir. Her grup 20 dakika boyunca Nintendo Wii Fit Plus kullanarak egzersiz yaptı. Ayrıca her katılımcı 5'er dakikalık ısınma ve soğuma egzersizlerini de yaptı. Ayak bileği kas gücünü ölçmek için Biodex izokinetik dinomometre kullanıldı.

Güçlendirme grubunda plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon yapıldıktan sonra kas kuvvetleri 60˚ ve 120˚ açısal hızlarda önemli ölçüde arttı. Ayrıca denge eğitim grubunda 60˚ ve 120˚ açısal hızlarda plantar fleksiyon, dorsifleksiyon, eversiyon ve inversiyon yapıldıktan sonra kas kuvvetleri önemli ölçüde arttı. Nintendo Wii Fit Plus kullanan denge eğitim grubu güçlendirme grubundan daha iyi sonuçla gösterdi. Sonuç olarak fonksiyonel ayak bileği instabilitesinde ayak bileği kas gücünü düşük maliyetle güçlendirmek için Nintendo Wii Fit Plus antrenman programının geleneksel egzersiz programlarına eklenmesi önerilir.

Tamer ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada, adolesan sporcularda ayak bileği instabilitesinin tedavisinde sanal gerçeklik ve Biodex denge eğitiminin etkinliğini karşılaştırmak amaçlanmıştır. 12 ile 16 yaşları arasında 90 erkek futbolcu çalışmaya dahil edildi. Denekler Grade II lateral ayak bileği burkulması geçirmiş kişilerdi. Cumberland ayak bileği instabilite puanları 24 veya daha azdı. Rastgele 3 gruba ayrıldılar. Grup1'e kılavuz protokolü, grup 2'ye aynı kılavuz protokole ek Wii Fit Plus antrenman program, grup 3'e kılavuz protokole ek Biodex denge eğitim program uygulanmıştır. Tüm gruplara 3 ay boyunca haftada 3 kez tedavi protokolü uygulandı. Sonuç ölçütleri Biodex denge sistemi ile ölçülen denge indekslerini ve Cumberland ayak bileği instabilite skorlarını içeriyordu. Ölçümler başlangıçta ve 3 aylık tedaviden sonra toplanmıştır.

Tedavi sonrası tüm gruplarda genel, ön-ara, mediolateral yönlerde denge indekslerinde istatiksel olarak anlamlı bir artış görüldü. Cumberland ayak bileği instabilite puanlarında da anlamlı bir artış vardı. Sanal gerçeklik ve Biodex denge eğitim grupları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Sanal gerçeklik eğitimi, kronik ayak bileği

instabilitesi olan adolesan sporcularda Biodex denge eğitimine benzer görünen önemli bir etkiye sahiptir.

Niloofar ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada Wii Fit Plus antrenmanının fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan sporcularda fonksiyonel yeteneğe etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmaya tek taraflı fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan ve olmayan 50 erkek basketbolcu katılmıştır. Yaşları 18 ile 30 arasındaydı. Sporcularda son 1 yıl içinde ağrı, şişme ve fonksiyon kaybı ile sonuçlanan en az bir önemli tek taraflı ayak bileği burkulması, ardından birden fazla tekrarlayan yaralanma veya ayak bileği instabilitesi algısı vardı. Katılımdan 3 ay önce bildirilmiş ayak bileği yaralanması öyküsü yok ve Cumberland ayak bileği instabilitesi puanı 24'ten düşüktü. Yaralnmaları Grade I veya Grade III'tü. Kontrol grubundakilerde ayak bileği burkulması öyküsü yoktu. Denekler deney ve control grubu olmak üzere ikiye ayrıldı. Deney grubu, 4 hafta boyunca haftada 3 gün denge eğitimi ve güçlendirme egzersizlerini içeren Wii Fit Plus oyunlarını oynadı. Kontrol grubuna ise herhangi bir uygulama yapılmadı. Egzersiz öncesi bisiklette 5 dakikalık ısınma program uyguladılar. Denge için futbol, kayak slalom, ip yürüyüşü, masa eğme; güçlendirme için tek bacak uzatma, yan bacak kaldırma, tek bacak döndürme, squat oyunları oynandı. Antrenman öncesi ve sonrasında bireylerin fonksiyonel yetenekleri 8'li sıçrama, yan sıçrama ve tek ayak sekme testlerini içeren fonksiyonel performans testleri ile değerlendirildi.

Antrenman öncesi ve sonrası 8'li sıçrama vey an sıçramada önemli farklılıklar gözlendi. 8'li sıçrama testi için yaralı ve yaralanmamış uzuvların karşılaştırılmasında antrenmandan sonra iki uzuv arasında fark görülmedi. Yan sıçrama testi için bu karşılaştırma hem antrenman öncesi hem antrenman sonrası önemli farklılıklar gösterdi. Bu farklılıklar 8'li sıçramadan sonra ortadan kayboldu. Tek ayak sıçrama her iki grupta da anlamlı bir farklılık göstermedi. Sonuç olarak Wii, fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan sporcular için nöromüsküler bir antrenman olarak güç ve performansı arttırmada yararlı bir araç olarak düşünülebilir.

Ki Jong ve Hyun'un yaptığı bu çalışmada sanal gerçeklik programının fonksiyonel ayak

bileği instabilitesi olan hastalarda propriosepsiyon ve instabilite üzerine etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmaya 20'li yaşlardaki 20 kişi katıldı. Katılımcılar rastgele bir kuvvet grubu bir denge grubu olarak ikiye ayrıldı. Geçmişte ayak bileği burkulması yaşayan ve şuanda ayak bileği instabilitesi hisseden hastalardan Cumberland ayak bileği instabilitesi 24 veya daha az olanların FAI olduğu belirlendi. Sanal gerçeklik olarak Nintendo Wii Fit Plus kullanıldı. Program 4 hafta boyunca haftada 3 kez 20 dakika olarak uygulandı. !0 dakikalık ısınma ve soğuma egzersizleri vardı. Kuvvete egzersizi olarak tek bacak uzatma, yan bacak kaldırma, tek bacak çekme ve kürek çekme; denge egzersizi olarak futbol, kayak slalomu, ip yürüyüşü, masa eğimi, snowboard kullanıldı. Ayak bileği propriosepsiyonunu ölçmek için Biodex denge sistemi kullanıldı. Ayak bileği instabilitesini ölçmek için de CAIT kullanıldı.

Denge egzersizi grubunun propriosepsiyon ve CAIT'I egzersiz öncesine göre egzersizden sonra anlamlı olarak düzeldi. Kuvvet egzersiz grubu Sanal gerçeklik programından sonra propriosepsiyon için egzersiz öncesi ve sonrası anlamlı bir fark göstermedi. Her iki grubunda egzersiz sonrası CAIT puanları egzersiz öncesi puanlarına göre sanal gerçeklik programından sonra önemli ölçüde arttı. Sonuç olarak Sanal gerçeklik egzersizleri tedavi sürecinde yardımcı araç olarak kullanılabilir.

Ayak bileği burkulması için propriosepsiyon çok önemlidir ve fizik tedavide öncelikli faktörlerdendir (Schiftan, Ross, & Hahne; 2015). Propriosepsiyonun iyi olması, beklenmeyen zemin durumu ve çevresel değişikliklerde ayak bileği burkulmasını önler. Bu yüzden fizik tedavide propriosepsiyonun güçlendirilmesi FAI için önemlidir (Higgins, 2011). Önceki çalışmalar, propriospesiyonun güçlendirilmesinin perenous kaslarının reaksiyon hızını ve motor duyusunu iyileştirdiğini ve postür salınımını azalttığını bildirmiştir (Hughes, & Rochester, 2008; Mckeon, & Hertel, 2008; Mitchell, Dyson, Hale, & Abraham, 2008; Osborne, Chou, Laskowski, Smith, & Kaufman, 2001). Sanal gerçeklik programaları, merkezi sinir sistemiyle etkileşim yoluyla propriosepsiyonun güçlendirilmesine katkıda bulunmak için afferent ve efferent sinirlerin tutarlı sinyal iletimini sağlar (Postle, Pak, & Smith, 2012; Lephart, Pincivero, Giraldo, & Fu, 1997).

Farhad ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan erkek sporcularda 8 haftalık sanal gerçeklik antrenmanının static denge, dinamik denge ve performans üzerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmaya 18 ile 25 yaş arasındaki 30 erkek sporcu katılmıştır. Denekler voleybol, basketbol, futbol ve futsal branşlarında yarı amatör sporculardan oluşuyordu. Denekler rastgele sanal gerçeklik egzersizi grubu ve control grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. 5 dakikalık ısınma programından sonra sırasıyla leylek testi, Y denge testi, yandan sıçrama ve 3 adım atlama ile static denge, dinamik denge, performansları ölçülmüştür. Ardından eğitim grubu 8 haftalık (24 seans) egzersiz programını tamamladı. Son olarak eğitim program tamamlandıktan sonra ön test ile benzer bir son test yapılmıştır.

Son testte tüm değişkenlerde ön teste göre ve ayrıca iki grup arasında anlamlı bir fark vardı. Deney grubundaki deneklerin denge ve performansları iyileşti. Sonuç olarak 8 haftalık sanal gerçeklik eğitimi, fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan erkeklerin dengesini ve performansını önemli ölçüde iyileştirdi. Bu nedenle, antrenörler ve sporcular fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan sporcularda denge ve performansı geliştirmek için bu egzersizleri kullanabilirler.

Ki Jong ve Mi-Yeong'un 2020'de yaptığı bu çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda sanal gerçeklik egzersizleri ve kinesio bantlamanın combine şekilde denge üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmaya geçmişte ayak bileği burkulması yaşamış ve sonrasında ayak bileği instabilitesi hisseden 22 kişi katılmıştır. Deneklerin 5'I erkek 17'si kadındı. Yaşları 21.6 ± 2.3, boyları 166.1 ± 5.9 cm, ağırlıkları 61.7 ± 7.8 kg idi. Cumberland ayak bileği instabilite puanları 24 veya daha düşüktü. Çalışmanın sonuçlarını etkileyebilecek ortopedik, nörolojik ve diğer hastalıkları olanlar çalışma dışı bırakıldı. Denekler deney ve control grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Deney grubunun ayak bileğine kinesiobant yapıştırılmış ve ardından günde 30 dakika sanal gerçeklik egzersiz program uygulanmıştır. Sanal gerçeklik için Nintendo Wii Fit Plus kullanılmıştır. 4 hafta boyunca haftada 3 kez uygulanmıştır. Kontrol grubu müdahale olmaksızın sadece iki ölçüm gerçekleştirdi. Ölçümler Biodex denge sistemi ile yapıldı.

Terapik ayak bileği bantlaması kutanöz mekanoreseptörlerin artan stimülasyonu ile proprioseptif keskinliği arttırdığı düşünülmektedir (Feuerbach, Grabiner, Koh, & Weiker, 1994). Bantlama kas kasılmasını kolaylaştırarak veya engelleyerek uygun kas fonksiyonunu yeniden sağlamak ve kan akışını, lenfatik drenajı iyileştirmek için kullanılıyor (Halseth, McChesney, Debeliso, Vaughn, & Lien, 2004).

Kinesiotape ve sanal gerçekliğin combine kullanımında static dengenin genel, ön-arka, mediolateral indeksinde istatiksel olarak fark yoktu. Dinamik dengenin genel, ön-arka, mediolateral indekslerinde önemli farklılıklar yoktu. Deney ve control grubu arasında değerlendirme öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında static ve dinamik dengenin genel ve mediolateral indeksinde önemli farklılıklar bulunmadı ve statik-dinamik dengenin ön-arka indeksinde farklılıklar bulundu. Kinesiobantlama, FAI dengesini insanların beklediği kadar etkilemeyebilir. Sanal gerçeklik, FAI'nin static dengesini etkilemez ancak genel olarak dinamik dengeyi ön-arka ve mediolateral olarak etkiler. Sanal gerçeklik egzersizleri fonksiyonel ayak bileği instabilitesinde ek bir concept olarak kullanılabilir.

Je-Ho ve Yo-Han'ın yaptığı bu çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan futbolcularda biofeedback kullanılarak ayak bileği stabilizasyon antrenmanının denge yeteneği ve alt ekstremite kas aktivasyonu üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmaya 30 kişi katılmıştır. 15'I biofeedback ile ayak bileği stabilizasyon antrenman grubuna, 15'i genel egzersiz grubuna ayrıldı. Antrenman 8 hafta boyunca haftada 3 gün 30 dakika olarak yapıldı. 30 futbolcunun tamamı ana antrenmandan 30 dakika önce pliometrik antrenman yaptı. Denge yeteneğini değerlendirmek için Biodex denge sistemi, tüm yol uzunluğunu ve yüzey alanını ölçmek için biorescure, alt ekstremite kas aktivasyonunu değerlendirmek için tibialis anterior, tibialis posterior ve soleus ölçmek için elektromiyografi sistemi kullanıldı.

Akut ayak bileği burkulmalarının %40'ı kronik ayak bileği instabilitesine dönüşür (Valderrabano, Wiewiorski, & Frigg, 2007). Kronik ayak bileği instabilitesinin iki nedeni vardır. Ayak bileği bağ yaralanmasından sonra patolojik gevşekliğe bağlı mekanik faktörler ve sinir kökü hasarından kaynaklanan tekrarlayan ayak bileği burkulmasına yol

açan eklem propriosepsiyon kaybıdır (Hertel, 2002). Mekanik instabilite, eklemin instabilitesine yol açan yapısal instabiliteden kaynaklanır. Fonksiyonel instabilite, tekrarlayan ayak bileği burkulmasına bağlı subjektif dengesizlik hissini tanımlar. Ayak bileği burkulmalarını yol açtığı hasarlı propriosepsiyon, merkezi motor systemin orjinal işleyişinin sürdürülmesi için zayıf duyusal geri bildirime yol açar ve buda fonksiyonel ayak bileği instabilitesi ile sonuçlanır. Denge yeteneği futbol, basketbol ve jimnastik gibi spor branşlarında daha iyi performans için gerekli bir unsurdur. Futbolda özellikle denge önemlidir. Şut ve pasta tek ayakta duruşlar yaygındır. Bu nedenle ayak bileğinin stabilitesi büyük önem taşır (Paillard, Noe, & Riviere, 2006).

Deney grubu tibialis anterior, tibialis posterior, soleusun kas aktivasyonunu temsil eden tüm yol uzunluğu ve yüzey alanı bakımından karşılaştırma grubuna göre önemli ölçüde fark gösterdi. Bu nedenle, biofeedback kullanan ayak bileği stabilizasyon eğitimi genel egzersize göre denge kabiliyetini ve alt ekstremite kas aktivasyonunu arttırmada daha etkilidir.

Mohammadi ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada, sanal gerçeklik eğitimi için Wii Fit Plus'ın fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan sporcularda olmayan sporculara göre nörobilişsel işlev üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmaya FAI'li 25, FAI'siz 25 sporcu katılmıştır. Katılımcılar 20-30 yaş arası basketbolculardı. Her iki ayak bileğinde en az bir önemli tek taraflı inversiyon burkulması, CAIT'I 24'ün altında, son 3 ay içinde ayak bileği burkulması öyküsü olmayan kişiler çalışmaya dahil edilmiştir. Kontrol grubundakilerde hiç ayak bileği burkulması öyküsü yok. Denekler haftada 4 hafta boyunca haftada 3 kez denge ve güçlendirme oyunları içeren Wii antrenmanı yaptılar (12 seans). Kontrol grubundaki deneklere herhangi bir müdahale yapılmadı. Eğitimden önce ve sonra nörobilişsel işlev, bir bilgisayar monitöründeki 'X' işaretinin tespiti veya tanımlanmasına dayalı bilgisayarlı reaksiyon süresi testi ile değerlendirildi. Gruplar arası ve grup içi karşılaştırmalar sırasıyla bağımsız t testi ve eşleştirilmiş t testi ile yapılmıştır.

FAI olan ve olmayan sporcular arasında nörobilişsel fonksiyon ortalama farklılıklarında anlamlı bir fark gözlendi. Sonuçlara göre FAI'li sporcuların rehabilitasyon

protokolleri için kullanılan antrenman sonrası bilgi işleme hızları arttı. Wii Fit Plus antrenmanı, FAI'li basketbolcularda bilgi işlem hızını arttırabilir ve fizyoterapist tarafından rehabilitasyon protokollerinin bir parçası olarak güvenli ve etkili bir şekilde kullanılabilir.

Seung-min ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada, fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan yetişkin erkeklerde görsel geribildirimli denge eğitiminin denge ve ayak bileği instabilitesi üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmaya fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan 28 kişi katılmıştır. En az bir kez ayak bileği burkulması geçirmiş, ayak bileği ekleminde gevşeme hisseden, CAIT puanı 24'ün altında olan kişiler çalışmaya dahil edildi. Rastgele olarak 20 dakika görsel geribildirimli denge eğitimi ve 10 dakika ayak bileği egzersizleri yapan bir deney grubuna ve 30 dakika ayak bileği egzersizi yapan control grubuna ayrıldı. Egzersizler 8 hafta boyunca haftada 3 kez uygulandı. Denge yeteneğini ölçmek için Biodex, instabiliteyi ölçmek için CAIT kullanıldı.

Deney grubunun egzersiz öncesi ve sonrası anlamlı artış değerlerine sahip olduğunu, control grubunun egzersiz öncesi ve sonrasında anlamlı artış değerlerinin olmadığını göstermiştir. CAIT puanının ölçüm sonuçları, hem deney hem control grularının egzersiz öncesi ve sonrasında anlamlı artış değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Mevcut çalışma sonuçları, görsel geri bildirimli denge eğitiminin fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan erkek erişkinlerde denge kabiliyetini ve ayak bileği instabilitesini etkin bir şekilde geliştirdiğini göstermiştir. Ayrıca denge eğitimi, hastaların tedaviye ilgi ve katılım oranlarını mevcut terapi yöntemlerine göre daha fazla arttırmıştır. Bu nedenle ayak bileği instabilitesi olan hastalarda görsel geribildirimli denge eğitimi etkili bir eğitim yöntemi olarak önerilebilir.

5. TARTIŞMA

Bu sistematik derleme, sanal gerçeklik egzersizlerinin ayak bileği burkulması üzerine etkilerini bilimsel kanıtlarla analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışmamızda sanal gerçeklik egzersizlerinin ayak bileği burkulması sonrası birçok parametrede olumlu etki gösterdiği bulunmuştur. Fakat bazı çalışmalarda sanal gerçeklik egzersizleri ile geleneksel egzersiz ve hiç egzersiz yapmama arasında fark bulunmamıştır (Punt ve ark., 2016; Punt ve ark., 2017). Genel itibariyle sanal gerçeklik egzersizleri ayak bileği burkulması sonrası olumlu etkiler sağlar.

Araştırmalar, sanal gerçeklik egzersizlerinin kas kuvvetini ve propriosepsiyonu arttırdığını göstermiştir. Birçok çalışmada araştırmacılar sanal gerçeklik egzersizlerinin genel, ön-arka, mediolateral yönlerde statik ve dinamik dengeyi olumlu yönde etkilediğini söylemektedir. Diğer sonuçlarda nörobilişsel fonksiyonu, yürüme parametrelerini geliştirdiğini, ağrıyı azalttığına, ayak bileği instabilitesini azalttığına yöneliktir. Sporcuların spora dönüşünü hızlandırır.

Punt ve arkadaşları 2016'da yaptığı çalışmada ayak bileği burkulması hastalarında sanal gerçeklik egzersizlerini geleneksel fizik tedavi ve hiç egzersiz yapmama ile karşılaştırmış; Wii Fit'in sadece fizik tedaviden veya hiç egzersiz yapmamadan daha etkili olmadığını bulmuşlardır. Çalışmanın sonucunda sanal gerçek egzersizlerinin ayak-ayak bileği yetenek skorlarını düzelttiği, spora dönüşü hızlandırdığı ve ağrıları azalttığı gözlenmiştir.

Punt ve arkadaşları 2017'de yaptığı çalışmada sanal gerçeklik egzersizlerinin ayak bileği burkulması sonrası yürüme parametreleri üzerine etkisini incelemiş. Yürüme hızı,

kadans ve adım uzunluğunu iyileştirdiğini gözlemlenmişler. Sadece sanal gerçeklik egzersiz yapan grupta tek ayak destek süresi iyileşmiştir.

Kim ve Heo 2015'te yaptığı çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan kişilerde sanal gerçeklik egzersizlerinin propriosepsiyonu arttırdığını, ayak bileği instabilitesini azalttığını belirlemişler.

Kim ve Heo 2015'te yaptığı çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan kişilerde sanal gerçeklik egzersizlerinin denge üzerine etkisini incelemek istemiş. Katılımcıları denge ve güçlendirme grubu olarak ikiye ayırmışlar. Çalışma sonucunda sanal gerçeklik egzersizlerinin genel, ön-arka, mediolateral yönlerde statik ve dinamik dengeyi iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir. Denge egzersizlerinin özellikle dinamik denge üzerinde güçlendirme egzersizlerine göre daha etkili olduğunu gözlemlemişlerdir.

Kim ve arkadaşları 2015'te fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda sanal gerçeklik egzersizlerinin kas gücü üzerine etkisini incelemiş, grupları güçlendirme grubu denge grubu olarak ikiye ayırmışlar. 60˚-120˚ açısal hızlarda kas gücünü arttırdığını gözlemlemişlerdir. Denge antrenman grubu güçlendirme antrenman grubuna göre daha iyi sonuçlar göstermiştir.

Kim ve arkadaşları 2018'de yaptığı bir diğer çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda sanal gerçeklik egzersizlerini geleneksel egzersizle kıyaslamış. Tüm ayak bileği hareketlerinin kas gücünde sanal gerçeklik egzersizlerinin theraband ile yapılan egzersizlere göre daha çok gelişme gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sanal gerçeklik grubu plantar fleksiyonun kas gücünde daha büyük gelişme gösterirken, theraband grubu tüm ayak bileği hareketlerinin kas gücünde bir gelişmeye sahipti.

Kim ve Uhm 2016'da fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan futbolcular üzerinde yaptığı çalışmada sanal gerçekliğin geleneksel egzersize göre kas aktivasyonunu ve dengeyi olumlu yönde etkilediğini söylemişlerdir.

Kim ve Heo 2019'da yaptığı çalışmada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda bu kez sanal gerçeklik egzersizlerini geleneksel egzersizlerle kıyaslamış ve sanal gerçekliğin genel statik denge, mediolateral yönde dinamik denge üzerinde geleneksel yönteme göre daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Tamer ve arkadaşları 2021'de 12-16 yaş grubundaki kronik ayak bileği instabilitesi olan futbolcularda yaptığı çalışmada sanal gerçekliğin dengeyi arttırdığını, ayak bileği instabilitesinin azaldığını gözlemlemiştir. Biodex denge eğitimi uygulayanlarda da benzer etkiler görülmüştür. Fakat bu yaş grubunda yapılan tek çalışma olduğu için daha çok randomize çalışmaya ihtiyaç vardır.

Farhad ve Amir 2020'de yaptığı çalışmada sanal gerçeklik egzersizlerinin fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan sporcularda dengeyi arttırdığını bulmuşlardır.

Kim ve arkadaşları 2020'de fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan kişilerde kinesio bantlama ile sanal gerçekliği kombine kullanmış ve deney grubunda statik ve dinamik dengenin ön-arka yönünde önemli artışlar gözlemlemişler.

Mohammadi ve arkadaşları 2020'de sanal gerçekliği fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan basketbolcularda kullanmış, güç ve performansı olumlu yönde etkilediğine, yaralanmamış uzuv ile arasında fark kalmadığına ulaşmışlardır.

Mohammadi ve arkadaşları 2020'de fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan sporcular üzerinde yaptığı çalışmada sanal gerçekliğin nörobilişsel fonksiyonu olumlu etkilediğini, bilgi işlem hızlarının arttığını gözlemlemişlerdir.

Nam ve arkadaşları da 2018'de fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan kişiler üzerinde yaptığı çalışmada sanal gerçekliğin dengeyi arttırdığı, ayak bileği instabilitesini azalttığını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, sanal gerçeklik egzersizleri geleneksel egzersizlere veya hiç egzersiz yapmamaya göre daha çok olumlu etkiye sahiptir. Geleneksel egzersizlere göre eğlenceli

görevler vererek ve görsel geribildirimler sunarak hastaların tedaviye ilgisini ve katılımı arttırmaktadır. Bu bağlamda da kişinin tekrar ayak bileği burkma olasılığını en aza indirmektedir.

Sanal gerçeklik egzersizlerinin farklı parametreleri nasıl etkilediğini öğrenmek kadar, hangi kişilerde, sporcularda ve özellikle farklı branş ve pozisyonlarda kişileri olumlu veya olumsuz olarak etkilediğini bilmekte bir o kadar önemlidir. Tedavi her zaman kişiye özgüdür. Tedavinin şekli, geçiş kriterleri, tedavinin ne zaman agresifleşeceği her zaman kişiye özel olarak belirlenmektedir. Bunun için de birçok faktör değerlendirilmektedir. Sakatlığın şiddeti, şekli, kas kuvveti, kişinin aktivite düzeyi, beslenme alışkanlıkları bu faktörlerden bazılarıdır. Bu yüzden tedaviye multidisipliner bir bakış açısıyla karar verilmelidir.

İnsan ayağı, lökomotor sistemin diğer bileşenleriyle birbirine bağlı olarak çalışan karmaşık bir mekanizmadır. Herhangi bir nedenle tek bir parçanın çalışmaması, kalan parçaların işlevini değiştirir. Diğer parçaların işlevinde gelişen küçük veya büyük değişiklikler kişiye özgü olduğu için aynı işlemler uygulansa dahi farklı sonuçlar elde etmemizin sebebini çok net bir şekilde açıklar.

Çalışmalara genel olarak baktığımızda sanal gerçeklik egzersizleri birçok parametrede olumlu etki yapmaktadır. Fakat tedavi sadece egzersizden ibaret olmadığı için birçok tedavi şekli ile kombin yapılması gerekmektedir. Kinesiotape, manüel terapi, theraband ile egzersizler, bandaj vb ile beraber kullanımı çok önemlidir. Bunların beraber ve ayrı kullanıldığı daha birçok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Ayak bileği burkulmasının en yüksek insidansı 15-19 yaşları arasında (1000 kişide 7.2) olduğu için farklı tedavileri karşılaştıran çalışmalara daha genç hastalar dahil edilmelidir. Ayrıca genç nüfusun bu tarz tedaviler daha çok dikkatini çekebilir (Bridgman ve ark., 2003).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan sistematik derlemede, çalışma sonuçlarını dikkate alarak sanal gerçeklik egzersizlerinin ayak bileği burkulması sonrası birçok olumlu etkisi olduğunu söyleyebiliriz. Fakat sanal gerçeklik yeni bir sistem olduğu için çok az çalışma vardır. Bu nedenle ayak bileği burkulmalarında sanal gerçeklik egzersizleri kullanımını araştıran daha birçok randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç vardır. Aşağıda derlemeye dahil edilen araştırmalardan elde edilen sonuçlar maddeler halinde kısaca özetlenmiştir.

- Kas kuvvetini arttırır (Kim ve ark., 2015; 2018).
- Propriosepsiyonu arttırır (Kim ve Heo, 2015).
- Dengeyi arttırır (Farhad ve Amir, 2020; Kim ve Gang, 2020; Kim ve Heo, 2015; Kim ve Heo, 2019; Kim ve Uhm, 2016; Nam ve ark., 2018; Tamer ve ark., 2020).
- Nörobilişsel fonksiyonu iyileştirir (Mohammadi ve ark., 2020).
- Ayak bileği instabilitesini azaltır (Kim ve Heo, 2015; Nam ve ark., 2018; Tamer ve ark., 2020).
- Fonksiyonel yeteneği iyileştirir (Mohammadi ve ark., 2020).
- Ayak-ayak bileği yetenek skorlarını düzeltir (Punt ve ark., 2016).
- Ağrıyı azaltır (Punt ve ark., 2016).
- Kas aktivasyonunu arttır (Kim ve Uhm, 2016).
- Yürüme parametrelerini iyileştirir (Punt ve ark., 2017).

KAYNAKLAR

Ahmadpour, N., Randall, H., Choksi, H., Gao, A., Vaughan, C., & Poronnik, P. (2019). Virtual Reality Interventions For Acute And Choronic Pain Management. *The International Journal Of Biochemistry & Cell Biology*, 114.

Akça, M., & Özer, K. (2020). Sanal Gerçeklik Gözlüğünün Kuvvet Egzersizinde Maximum Tekrara Etkisinin Bench Press Egzersizi Üzerinden İncelenmesi. *Journal of Health and Sport Sciences*, 2(3), 32-38.

Akdoğan, M., & Ateş, Y. (2016). Ayak Bileği ve Distal Tibia Anatomisi. *Totpid Dergisi*, 15, 158-165.

Akman, N., & Karataş, M. (2003). *Temel ve Uygulanan Kinezyoloji*. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı Yayınları.

Anderson, F., Annett, M., & Bischof, W. F. (2010). Lean on Wii: Physical Rehabilitation With Virtual Reality and Wii Peripherals. *Studies in Health Technology and Informatics*, 154, 229-34.

Anderson, P. L., & Molloy, A. (2020). Maximizing The Impact of Virtual Reality Exposure Therapy For Anxiety Disorders. *Current Opinion In Psychology*.

Ankle Sprains. (2021). Erişim Adresi: http://www.orchardhealthclinic.com/ankle-sprains/.

Arnold, B. L., De, L. M., & Linens, S. (2009). Ankle Instability Is Associated With Balance Impairments: A Meta-analysis. *Med. Sci. Sports Exerc*., 41, 1048–1062.

Bahr, R., & Engebretsen, L. (2011). Handbook of Sports Medicine and Science: Sports Injury Prevention. *John Wiley & Sons.*

Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, H., Letson, L., Chuinard, R., & D'Ambrosia, R. (1988). Muscular Coactivation The Role of the Antagonist Musculature in Maintaining Knee Stability. *The American Journal Of Sports Medicine*, 16(2), 113-122.

Bayraktar, E., & Kaleli, F. (2007). Sanal Gerçeklik ve Uygulama Alanları. *Akademik Bilim 207*, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

Biçici, S. (2010). *Kronik İnversiyon Ayak Burkulması Olan Basketbol Oyuncularında Atletik Bantlama ve Kinesio Bantlamanın Fonksiyonel Performans Üzerine Etkisi*. (Tez No. 267353) [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].

Bridgman, S. A., Clement, D., & Downing, A. (2003). Population Based Epidemiology Of Ankle Sprains Attending Accident And Emergency Units In The West Midlands of England, And A Survey Of UK Practice For Severe Ankle Sprains. *Emerg. Med. J.*, 20, 508–510.

Brukner, P., Clarsen, B., Cook, J., Cools, A., Crossley, K., Hutchinson, M., McCrory, P., Bahr, R., & Khan, K. (2007). *Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine.*

Burdea, G. C. (2003). Virtual Rehabilitation-benefits and Challenges. *Methods of Information in Medicine*, 42(5), 519-523.

Butler, D. P., & Willett, K. (2010). Wii-Habilitation: Is There A Role in Trauma? *Injury*, 41(9), 883-885.

Campagne, D. (2021). *Ankle Fractures*. Univercity of California.

Campbell, K. J., Michalski, M. P., Wilson, K. J., Goldsmith, M. T., Wijdicks, C. A., LaPrade, R. F., & Clanton T. O. (2014). The Ligament Anatomy of the Deltoid Complex of the Ankle: A Qualitative and Quantitative Anatommical Study. *The Journal of Bone and Joint Surgery, Incorporated*, 96(8), e62–1–10.

Chi, B., Chau, B., Yeo, E., & Ta, P. (2019). Virtual Reality for Spinal Cord Injury-associated Neuropathic Pain: A Systematic Review. *Annals of Physial and Rehabilitation Medicine*, 62(1), 49-57.

Cho, K. H., Lee, K. J., & Song, C. H. (2012). Virtual Reality Balance Training with a Video Game System Improves Dynamic Balance In Chronic Stroke Patients. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 228(1), 69-74.

Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and Reliability of the Nintendo Wii Balance Board for Assessment of Standing Balance. *Gait & Posture*, 31(3), 307-310.

Corbetta, D., Imeri, F., & Gatti, R. (2015). Rehabilitation That Incorporates Virtual Reality Is More Effective Than Standard Rehabilitation For Improving Walking Speed, Balance And Mobility After Stroke: A Systematic Review. *J. Physiother.*, 61, 117–124.

Decker, J., Li, H., Losowyj, D., & Prakash, V. (2009). *Wiihabilitation: Rehabilitation of Wrist Flexion and Extension Using A Wiimote-based Game System.*

De, B. R., De, V. H., Van, D., Wildenberg, F., Lenssen, T., & Knipschild, P. (1997). The Prognosis Of Ankle Sprains. *Int. J. Sports Med*., 18, 285–289.

Donovan, L., Hart, J.M., Saliba, S. A., Park, J., Feger, M. A., & Herb, C. C. (2016). Rehabilitation For Chronic Ankle Instability With Or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial. *J. Athl. Train*, 51(3), 233-51.

Feuerbach, J. W., Grabiner, M. D., Koh, T. J., & Weiker, G. G. (1994). Effect Of An Ankle Orthosis And Ankle Ligament Anesthesia On Ankle Joint Proprioception. *Am. J. Sports Med.*, 22(2), 223-9.

Freeman, M. A. (1965). Instability of The Foot After Injuries to The Lateral Ligament of the Ankle. *J. Bone Joint Surgery Br*., 47(4), 669- 332.

Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual Reality In The Assessment, Understanding and Treatment of Mental Health Disorders. *Psychological Medicine*, 47(14), 2393-2400.

Fong, D. T., Hong, Y., Chan, L. K., Yung, P. S., & Chan, K. M. (2007). A Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain In Sports. *Sports Medicine*, 37, 73–94.

Fong, D. T., Chan, Y. Y., Mok, K. M., Yung, P. S., & Chan, K. M. (2009). Understanding Acute Ankle Ligamentous Sprain Injury In Sports. Sports Med. Arthrosc. *Rehabil. Ther. Technol.*, 1, 14.

Gregg, L., & Tarrier, N. (2007). Virtual Reality in Mental Health. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology,* 42(5), 343-354.

Golano, P., Vega, J., Leeuw, P. A. J., Malagelada, F., Manzanares, M. C., Götzens, V., & Dijk, C. N. (2010). Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 18(5), 557-569.

Golano, P., Dalmau-Pastor, M, Vega, J., & Batista, J. P. (2014). Anatomy of the Ankle. *The Ankle in Football,* 1-24.

Gold, J. I., Belmont, K. A., & Thomas, D. A. (2007). The Neurobiology Of Virtual Reality Pain Attenuation. *CyberPsychology & Behavior,* 10(4), 536-544.

Gujjar, K. R., van Wijk, A., Kumar, R., & de Jongh, A. (2019). Efficacy of Virtual Reality Exposure Therapy for the Treatment the Dental Phobia in Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Anxiety Disorders*, 62, 100-108.

Gupta, A., Scott, K., & Dukewich, M. (2018). Innovative Technology Using Virtual Reality In The Treatment Of Pain: Does It Reduce Pain Via Distraction Or Is There More To It? *Pain Medicine,* 19(1), 151-159.

Halim-Kertanegara, S., Raymond, J., Hiller, C.E., Kilbreath, S.L., & Refshauge, K.M. (2017). The Effect Of Ankle Taping On Functional Performance In Participants With Functional Ankle Instability. *Physytherapy Sport*, 23, 162-167.

Halseth, T., McChesney, J.W., Debeliso, M., Vaughn, R., & Lien, J. (2004). The Effects Of KinesioTM Taping On Proprioception At The Ankle. *J. Sports Science Med*., 3(1), 1-7.

Hertel, J. (2002). Functional Anatomy, Pathomechanics and Pathophysiology Of Lateral Ankle Instability. *J. Athl. Train*., 37(4), 364-75.

Higgins, M. (2011). *Therapeutic Exercise: From Theory To Practice*, Philadelphia, Pennsylvania, 273-287.

Hoffman, H. G., Patterson, D. R., Carrougher, G. J., & Sharar, S. R. (2001). Effectiveness of Virtual Reality-based Pain Control With Multiple Treatments. *The Clinical Journal Of Pain*, 17(3), 229-235.

Hoffman, H. G., Richards, T. L., Van Oostrom, T., Coda, B. A., Jensen, M. P., Blough, D. K., & Sharar, S. R. (2007). The Analgesic Effects Of Opioids And Immersive Virtual Reality Distraction: Evidence From Subjective And Functional Brain Imaging Assessments. *Anesthesia & Analgesia*, 105(6), 1776-1783.

Holden, M. K. (2005). Virtual Environments for Motor Rehabilitation. *Cyberpsychology & Behavior*, 8(3), 187-211.

Hootman, J.M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology Of Collegiate Injuries For 15 Sports: Summary and Recommendations For Injury Prevention Initiatives. *J. Athl. Train*, 42, 311–319.

Hughes, T., Rochester, P. (2008). The Effects Of Proprioceptive Exercise And Taping On Proprioception In Subjects With Functional Ankle Instability: A Review Of The Literature. *Physical Therapy In Sport: Official Journal Of The Association Of Chartered Physiotherapists In Sports Medicine*, 9(3), 136-147.

Ioannou, A., Papastavrou, E., Avraamides, M. N., & Charalambous, A. (2020). Virtual Reality and Symptoms Management of Anxiety, Depression, Fatigue and Pain: A Systematic Review. *SAGE Open Nursing*, 6, 2377960820936163.

Irgıt, K., & Topkar, M. (2018). Sporcularda Ayak Bileği Dış Bağ Yaralanmalarında Güncel Yaklaşımlar. *Totpid Dergisi*, 17, 1-11.

Ivins, D. (2006). Acute Ankle Sprain: An Update. *Am Fam Physician*, 74, 1714–1720.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). The 2011 Horizon Report. *Texas: The New Media Consortium*, Austin.

Jones, T., Moore, T., & Choo, J. (2016). The Impact of Virtual Reality On Chronic Pain. *PloS One*, 11(12), e0167523.

Kapucu, M., & Yıldırım, İ. (2019). Türkiye'de Sanal ve Arttırılmış Gerçeklik Üzerine Eğitimde Yapılan Çalışmalara İlişkin Metodolojik Bir İnceleme. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi,* 7(3), 37-57.

Kemler, E., Port, I., Backx, F., & Dijk, C.N. (2011). On The Treatment Of Acute Ankle Sprain: A Systematic Review. *Brace Versus Other Functional Treatment Types*. 41, 185–197.

Kenhub. (2021). Erişim Adresi: https://www.kenhub.com/.

Kerkhoffs, G. M., Rowe, B. H., Assendelft, W. J., Kelly, K. D., Struijs, P. A., & Dijk, C. N. (2001). Immobilisation for Acute Ankle Sprain. *Archives Orthopedic Traumatology Surgery*, 121, 462-71.

Kerkhoffs, G. M., Van Den, B. M., Elders, L. A., Van, B. P., Hullegie, W. A., Bloemers, G. M., De, H. E., Loogman, M. C., Rosenbrand, K. C., & Kuipers, T. D. (2012). Diagnosis Treatment and Prevention of Ankle Sprains: An Evidence-based Clinical Guideline. *Br. J. Sports Med.*, 46, 854–860.

Kim, K., Choi, B., & Lim, W. (2018). The Efficacy Of Virtual Reality Assisted Versus Traditional Rehabilitation Intervention On Individuals With Functional Ankle Instability: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 1–5.

Kim, K. J., & Gang, M. (2020). Effect Of Taping And Virtual Reality Combined Exercise On Static And Dynamic Balance With Functional Ankle Instability. *Phys. Ther. Korea*, 27(4), 292-297.

Kim, K. J., & Heo, M. (2015). Effects of Virtual Reality Programs on Balance in Functional Ankle Instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3097–3101.

Kim, K. J., & Heo, M. (2019). Comparison Of Virtual Reality Exercise Versus Conventional Exercise On Balance In Patients With Functional Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 1–7.

Kim, K. J., & Jun, H. J. (2015). Effects Of Virtual Reality Programs On Propriosepsiyon And Instability Of Functional Ankle Instability. *J. Int. Acad. Phys. Res.*, 6(2), 891-895.

Kim, K. J., Jun, H. J., & Heo, M. (2015). Effects of Nintendo Wii Fit Plus Training On Ankle Strength With Functional Ankle Instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(11), 3381–3385.

Kim, K. J., & Uhm, Y. (2016). Effect of Ankle Stabilization Training Using Biofedback on Balance Ability and Lower Limb Muscle Activity in Football Players with Functional Ankle Instability. *J. Kor. Phys. Ther*., 28(3), 189-194.

Koritnik, T., Bajd, T., & Munih, M. (2008). Virtual Environment For Lower-extremities Training. *Gait Posture*, 27, 323–330.

Kweekkeboom, K. L., Abbott-Anderson, K., & Wanta, B. (2010). Feasibilty Of A Patient-controlled Cognitive Behavioral Intervention For Pain, Fatigue And Sleep Disturbance In Cancer. *In Oncology Nursing Forum*, NIH Public Access.

Lange, B., Flynn, S., Proffitt, R., Chang, C. Y., Rizzo, A. S. (2010). Development of an Interactive Game-Based Rehabilitation Tool for Dynamic Balance Training. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 17(5), 345-352.

Leardini, A., O'Connor, J. J., Catani, F., & Giannini, S. (1999). Kinematics of the human ankle complex in passive flexion; a single degree of freedom system. *Journal of Biomechanics,* 32(2), 11-118.

Leardini, A., Stagni, R., & O'Connor, J.J. (2001). Mobility of the subtalar joint in the intact.

Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Giraldo, J.L., & Fu, F.H. (1997). The Role Of Proprioception In The Management And Rehabilitation Of Athletic Injuries. *The American Journal Of Sports Medicine,* 25(1), 130-137.

Lewis, G. N., & Rosie, J. A. (2012). Virtual Reality Games For Movement Reahbilitation In Neurological Conditions: How Do We Meet The Needs And Expectations Of The Users?. *Disability And Rehabilitation*, 34(22), 1880-1886.

Levengia, P. K., & Norkin, C.C. (2011). Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis.

Lin, C., Gross, M., & Weinhold, P. (2006). Ankle Syndesmosis Injuries: Anatomy, Biomechanics, Mechanism of Injury, and Clinical Guidelines for Diagnosis and Intervention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(6), 372-384.

Lippert, L. S. (2006). *Clinical Kinesiology and Anatomy (4th Edition).* Oregon: Philadelphia.

Liu, Y. W., Jeng, S. C., Lee, A. J. Y. (2005). The Influence of Ankle Sprains on Proprioception. *Journal of Exercise Science and Fitness,* 3(1), 33-38.

Loram, I. D., & Lakie, M. (2002). Direct Measurement of Human Ankle Stiffness During Quiet Standing: The Intrinsic Mechanical Stiffness is Insufficient for Stability. *The Journal of Physiology*, 545(3), 1041-1053.

Lundberg, A., Goldie I., Kalin, B., & Selvik, G. (1989). Kinematics of the Ankle/Foot Complex: Plantarflexion and Dorsiflexion. *American Orthopaedic Foot and Ankle Society*, 9(4), 194-200.

Lundberg, A., Swensson, O. K., Bylund, C., & Selvik, G. (1989). Kinematics of the Ankle/Foot Complex−Part 3: Influence of Leg Rotation. *American Orthopaedic Foot & Ankle Society*, 9(6), 304-309.

Malloy, K. M., & Milling, L. S. (2010). The Effectiveness of Virtual Reality Distraction For Pain Reduction: A Systematic Review. *Clinical Psychology Review*, 30(8), 1011-1018.

Mattacola, C.G., & Dwyer, M.K. (2002). Rehabilitation Of The Ankle After Acute Sprain Or Chronic Instability. *J. Athl. Train*., 37, 413–429.

McKeon, P.O., Hertel, J. (2008). Systematic Review Of Postural Control And Lateral Ankle Instability, Part II: Is Balance Training Clinically Effective? *Journal Of Athletic Training*, 43(3), 305-315.

Mckeon, J. M. M., & Hoch, M. C. (2019). The Ankle-Joint Complex: A Kinesiologic Approach to Lateral Ankle Sprains. *Journal of Athletic Training*, 54(6), 589-602.

Mitchell, A., Dyson, R., Hale, T., Abraham, C. (2008). Biomechanics Of Ankle Instability. Part 2: Postural Sway-reaction Time Relationship. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 40(8), 1522-1528.

Mohammadi, N., Hadian, M.R., & Olyaei, G. (2020). The Effect Of Wii Training On Neurocognitive Function In Athletes With Functional Ankle Instability: Matched Randomized Clinical Trial. *J. Biomed. Phys. Eng*., 1-8.

Mohammadi, N., Hadian, M.R., & Olyaei, G. (2020). The Effects of Wii Fit Plus Training on Functional Ability in Athletes with Functional Ankle Instability. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 36(1), 52–59.

Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine.* 151(4), 264–269.

Mouawad, M. R., Doust, C.G., Max, M. D., & McNulty, P.A. (2011). Wii-based Movement Therapy to Promote Improved Upper Extremity Function Post-stroke: A Pilot Study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 43(6), 527-533.

Nam, S., Kim, K., & Lee, D. Y. (2018). Effects Of Visual Feedback Balance Training On The Balance And Ankle Instability In Adult Men With Functional Ankle Instability. *Journal Of Physicaltherapy Science*, 30(1), 113-115.

Nyska, M., & Mann, G. (2002). The Unstable Ankle: Human Kinetics.

Noh, J. H., Yang, B. Y., Yı, S. R., Lee, S. H., & Song, C. H. (2010). Outcome of The Functional Treatment of First-time Ankle Inversion Injury. *Journal of Orthopedic Science*, 15(4), 524-530.

North, M. M., North, S. M., & Coble, J. R. (1997). Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment For Psychological Disorders. *Studies In Health Technology And Informatics*, 59-70.

Oatis, C. A. (1988). Biomechanics of the Foot and Ankle Under Static Conditions. *Physical therapy*, 68(12), 1815-1821.

Oatis, C. A. (2004). Kinesiology: The Mechanics & Pathomechanics of Human Movement. North America: Lippincott Williams & Wilkins.

Osborne, M. D., Chou, L. S., Laskowski, E. R., Smith, J., & Kaufman, K. R. (2001). The Effect Of Ankle Disk Training On Muscle Reaction Time In Subjects With A History Of Ankle Sprain. *The American Journal Of Sports Medicine*, 29(5), 627-632.

Paillard, T., Noe, F., & Riviere, T. (2006). Postural Performance And Strategy In The Unipedal Stance Of Soccer Player At Different Levels Of Competition. *J. Athl. Training*, 41(2), 172-6.

Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Affective Outcomes Of Virtual Reality Exposure Therapy For Anxiety And Specific Phobias: A Meta-analysis. *Journal Of Behavior Therapy And Experimental Psychiatry*, 39(3), 250-261.

Petersen, W., Rembitzki, I. V., Koppenburg, A. G., Ellermann, A., Liebau, C., Brüggemann, G. P., & Best, R. (2013). Treatment Of Acute Ankle Ligament Injuries: A Systematic Review. *Arch. Orthop. Trauma. Surg*., 133, 1129–1141.

Pimentel, K., & Teixeira, K. (1993). Virtual reality through the new looking glass.

Piskorz, C., & Czub, M. (2018). Effectiveness Of A Virtual Reality Intervention To Minimize Pediatric Stress And Pain Intensity During Venipuncture. *Journal For Specialists In Pediatric Nursing*, 23(1), e12201.

Pompeu, J. E., Mendes, F. A., Silva, K. G., Lobo, A. M., Oliveira, T. D., Zomignani, A. P., Piemonte, M. E. (2012). Effect of Nintendo Wii-based Motor and Cognitive Training on Activities of Daily Living in Patients with Parkinson's Disease: A Randomised Clinical Trial. *Physiotherapy*, 98, 196–204.

Postle, K., Pak, D., & Smith, T. O. (2012). Effectiveness Of Proprioceptive Exercises For Ankle Ligament Injury In Adults: A Systematic Literature And Meta-analysis. *Manual Therapy*, 17(4), 285-291.

Pourmand, A., Davis, S., Marchak, A., Whiteside, T., & Sikka, N. (2018). Virtual Reality As A Clinical Tool For Pain Management. *Current Pain and Headache Reports*, 22(8), 1-6.

Powers, M. B., & Emmelkamp, P. M. (2008). Virtual Reality Exposure Therapy for Anxiiety Disorders: A Meta-analysis. *Journal of Anxiety Disorders*, 22(3), 561-569.

Punt, I. M., Ziltener, J. L., Monnin, D., & Allet, L. (2015). Wii Fit Exercise Therapy for The Rehabilitation of Ankle Sprains: Its Effect Compared with Physicaltherapy or No Functional Exercises at All. *Scand J. Med. Sci. Sports*, 26, 816–823.

Punt, I. M., Armand, S., Ziltener, J. L., & Allet, L. (2017). Effect of Wii Fit Exercise Therapy on Gait Parameters in Ankle Sprain Patients: A Randomized Controlled Trial. *Gait & Posture*, 58, 52–58.

Putz, R., & Pabst, R. (2001). *Sobotta.* Nobel Kitapevi.

Ranjbarzadeh, F., Letafatkar, A., & Esmaeilpour, S. (2021). The Effect Of 8 Weeks Virtual Reality Training On Static And Dynamic Balance And Performance In Male Athletes With Functional Ankle Instability. *Physical Treatments*, 11(1), 45-54.

Rijn, R. M. V., Os, A. G. V., Kleinrensink, G., Bernsen, R. M., Verhaar, J. A., Koes, B. W., & Bierma-Zeinstra, S. M. (2007). Supervised Exercises for Adults with Acute Lateral Ankle Sprain: A Randomised Controlled Trial. *Br. J. Gen. Pract.*, 57, 793-800.

Rijn R. M., Os, A. G., Bernsen, R., Luijsterburg, P. A., Koes, B. W., & Bierma-Zeinstra, S. (2008). What Is The Clinical Course Of Acute Ankle Sprains? A Systematic Literature Review. *Am. J. Med.*, 121, 324–331, e7.

Ross, S. E., & Guskiewicz, K. M. (2006). Effect Of Coordination Training With And Without Stochastic Resonance Stimulation On Dynamic Postural Stability Of

Subjects With Functional Ankle Instability And Subjects With Stable Ankles. *Clin. J. Sport. Med*., 16, 323–328.

Ross, S. E., Linens, S. W., & Wright, C. J. (2011). Balance Assessments For Predicting Functional Ankle Instability And Stable Ankles. *Gait Posture*, 34, 539–542.

Schiftan, G. S., Ross, L. A., Hahne, A. J. (2015). The Effectiveness Of Proprioceptive Training In Preventing Ankle Sprains In Sporting Populations: A Systematic Review And Meta-analysis. *Journal Of Science And Medicine In Sport / Sports Medicine Australia*, 18(3), 238-244.

Schneider, S. M., & Hood, L. E. (2007). Virtual Reality: A Distraction Intervention For Chemotherapy. In Oncology Nursing Forum, NIH Public Access.

Sekhavat, Y. A., & Nomani, P. (2017). A Comparison of Active and Paassive Virtual Reality Exposure Scenarios to Elicit Social Anxiety. *International Journal of Serius Games*, 4(2), 3-15.

Shakked, R, Sheskier, S. (2017). Acute and Chronic Lateral Ankle Instability Diagnosis, Management and New Concepts. *Bull. Hosp. Jt. Dis.*, 75(1), 71-80.

Shousha, T. M., Abo-zaid, N. A., Hamada, H. A., Abdelsamee, M. Y., & Behiry, M. A. (2021). Virtual Reality Versus Biodex Training In Adolescents With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. Department of Biomechanics Faculty of Physical Therapy.

Staiano, A. E., & Flynn, R. (2014). Therapeutic Uses of Active Videogames: A Systematic Review. *Games for Health Journal*, 3(6), 351-365.

Subaşı, S.S., Gelecek, N., & Aksakoglu, G. (2008). Effects Of Different Warm-up Periods On Knee Proprioception And Balance In Healthy Young Individuals. *J. Sport Rehabil*., 17, 186–205.

Sveistrup, H. (2004). Motor Rehabilitation Using Virtual Reality. *J. Neuroeng. Rehabil.*, 1, 10.

Tarakçı, D., Özdinçler, A.R., Tarakçı, E., Tütüncüoğlu, F., Özmen, M. (2013). Wii-based Balance Therapy to Improve Balance Function of Children with Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Journal Physiothrerapy Science*, 25, 1123–1127.

Trevino, S. G., Davis, P., & Hecht, P. J. (1994). Management of Acute and Chronic Lateral Ligament Injuries of the Ankle. Orthopedic Clinic North America, 25(1), 1-16.

Tripette, J., Murakami, H., Ryan, K. R., Ohta, Y., & Miyachi, M. (2017). The Contribution of Nintendo Wii Fit Series in the Field of Health: A Systematic Review and Meta-analysis. PeerJ, 5, e3600.

Troop, H., Odenrick, P., & Gillquist, J. (1985). Stabilometry Recordings in Functional and Mechanical Instability of the Ankle Joint. *International Journal of Sports Medicine*, 6(3), 180-182.

Trost, Z., & Parsons, T.D. (2014). Beyond Distraction: Virtual Reality Graded Exposure Therapy As Treatment For Pain-related Fear And Disability In Chronic Pain. *Journal of Applied Biobehavioral Research*, 19(2), 106-126.

Uludağ, M. (2019). *Q Açısı İle Ayak Bileği Burkulmaları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi*. (Tez No: 600178). [Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].

Vaes, P., Gheluwe, B. V., & Duquet, W. (2001). Control of Acceleration During Sudden Ankle Supination in People with Unstable Ankles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(12), 741-752.

Valderrabano, V., Wiewiorski, A., & Frigg, A. (2007). Chronic Ankle Instability. Unfallchirurg, 110(8), 691-700.

Van, R. M., Van, O. A., Bernsen, R., Luijsterburg, P. A., Koes, B. W., Bierma-Zeinstra, S. (2008). What Is The Clinical Course of Acute Ankle Sprains? A Systematic Literature Review. *Am. J. Med*, 121, 324–331.

Waarburton, D. E., Bredin, S. S., Horita, L. T., Zbogar, D., Scott, J. M.., Esch, B. T., & Rhodes, R. E. (2007). The Health Benefits of Interactive Video Game Exercise. Applied Physiology, *Nutrion and Metabolism*, 32(4), 655-663.

Walker, M. L., Ringleb, S. I., Maihafer, G. C., Walker, R., Crouch, J. R., Van Lunen, B., & Morrison, S. (2010). Virtual Reality-enhanced Partial Body Weight-supported Treadmill Training Poststroke: Feasibilty and Effectiveness in 6 Subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(1), 115-122.

Wees, P. J., Lenssen, A. F., Hendricks, E. JM., Stomp, D. J., Dekker, J., & Bie, R. (2006). Effectiveness of Exercise Therapy and Manual Mobilisation in Ankle Sprain and Functional Instability: A Systematic Review. *Australian Journal Physiotherapy*, 2006, 52, 27-37.

Williams, M. A., Soiza, R. L., Jenkinson, A. M., & Stewart, A. (2010). EXercising With Computers In Later Life (EXCELL)-Pilot And Feasibility Study Of The Acceptability Of The Nintendo WiiFit In Community-dwelling Fallers. BMC Res. Notes, 3, 238.

Won, A. S., Bailey, J., Bailenson, J., Tataru, C., Yoon, I. A., & Golianu, B. (2017). Immersive Virtual Reality for Pediatric Pain. *Children*, 4(7), 52.

Yiğit, B. (2015). *Ayak Bileği İnversiyon Yaralanmalarında Erken Proprioseptif Eğitimin Reaksiyon Zamanı ve Denge Üzerine Etkisi.* (412144) [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].

Zinzow, H. M., Brooks, J. O., Rosopa, P. J., Jeffirs, S., Jenkins, C., Seeanner, J., McKeeman, A., & Hodges, L. F. (2018). Virtual Reality and Cognitive-Behavioral Therapy for Driving Anxiety and Aggression in Veterans: A Pilot Study. *Cognitive and Behavioral Practice*, 25(2), 296-309.

7. SİMGELER VE KISALTMALAR

Cm: Santimetre

Kg: Kilogram

Mm: Milimetre

ATFL: Anterior Talofibular Ligament

CAIT: Cumberland Ayak Bileği İnstabilite

CFL: Calcaneofibular Ligament

EMG: Elektromiyografi

FAAM: Ayak ve ayak bileği beceri ölçümü

FAI: Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi

L4: Lumbal 4 vertebra

PRISMA: Preferred Reporting Items For Systematic Review And Meta-Analysis)

PTFL: Posterior Talofibular Ligament

RICE: Rest, Ice, Compression, Elevation

S2: Sacral 2 vertebra

VAS: Vizüel Analog Skala

VR: Virtual reality

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans bölümünü okumamda büyük pay sahibi olan tez danışmanım sayın Prof. Dr. Şerife VATANSEVER'e teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

GENEL BİLGİLER

• Lisans eğitimini Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nin Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünden mezun olarak tamamladı.

• Kasım 2021'den beri Acıbadem Altunizade Hastanesi'nde sporcu sağlığı ünitesinde spor fizyoterapistliği yapmaktadır.

• Haziran 2017 'den beri Türkiye Basketbol Federasyonu milli takımlar fizyoterapistliği yapmaktadır.

- 2017- U18 Genç Kız Milli Takım

- 2018- U16 Yıldız Kız Milli Takım

- 2019- U18 Genç Kız Milli Takım

- 2021- U20 Ümit Erkek Milli Takım

- 2021 – U16 Yıldız Milli Takım

• 2020-2021 sezonunda süper lig voleybol takımı olan Nilüfer Belediyespor takımında spor fizyoterapisti olarak görev yapmıştır.

• Ağustos 2017-Ağustos 2020 tarihleri arasında Tofaş Basketbol ve Banvit Basketbolun aktif spor fizyoterapistliğini Sportopedi Sağlık Hizmetleri / Op. Dr. Müjdat ENGİNSU Sporcu Sağlığı Kliniğinde yapmıştır. Aynı zamanda klinikte aşağıda belirtilen takımlar başta olmak üzere birçok spor kulübü ve federasyonlar ile çalışmıştır.
(Tofaş Basketbol – Banvit Basketbol – Bursaspor Futbol- Finalspor Basketbol – Bursabüyükşehir Kadın Basketbol- Balıkesir Belediyespor – Nilüfer Belediyespor Voleybol – Nilüfer Belediyespor Hentbol- İnegöl Belediyespor Voleybol – Bursa Büyükşehir Voleybol- Atletizm Federasyonu – Badminton Federasyonu)

• 2015 yılından beri Türkiye Voleybol Federasyonu'nda faal olarak voleybol hakemliği yapmaktadır.

-Muğla

-Bursa

•2015-2017 yılları arasında Es Voleybol Kulübü, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi bay-bayan voleybol takımlarında, Muğlaspor bay-bayan voleybol takımlarında fizyoterapist olarak görev almıştır.

•2015 yılında Muğla Beyaz Melek Rehabilitasyon Merkezinde pediatrik rehabilistasyon alanında fizyoterapist olarak çalıştı.

MESLEKİ GÖREVLENDİRMELER

- Acıbadem Altunizade Hastanesi Sporcu Sağlığı Ünitesi, Kasım 2021, İstanbul
- U16 Yıldız Erkek Milli Takımı, Ağustos 2021, Bolu
- U20 Ümit Milli Erkek Takımı FIBA European Challengers, Temmuz 2021, Gürcistan
- U20 Ümit Milli Erkek Takımı, Temmuz 2021, Bolu
- Nilüfer Belediyespor Voleybol, 2020-2021 sezonu, Bursa
- Tofaş Basketbol – Banvit Basketbol / Sportopedi Sporcu Sağlığı Merkezi, Ağustos 2017 – Ağustos 2020, Bursa
- Türkiye Basketbol Federasyonu 2004-2005 Taramalar, Ocak 2019, Bursa
- U18 Genç Kız Basketbol Milli Takım, Ocak 2019, Bursa, İstanbul
- U16 Yıldız Kız Basketbol Milli Takım Avrupa Şampiyonası, Ağustos 2018, Litvanya
- U16 Yıldız Kız Basketbol Milli Takım Hazırlık Turnuvası, Temmuz 2018, Polonya
- U16 Yıldız Kız Basketbol Milli Takım Kampı, Yaz 2018, İstanbul
- U18 Genç Kız Basketbol Milli Takım Kampı, Yaz 2017, İstanbul
- U18 Genç Kız Basketbol Milli Takım Avrupa Şampiyonası, Ağustos 2017, Macaristan
- U18 Genç Kız Basketbol Milli Takım Hazırlık Turnuvası, Temmuz 2017, İspanya

- U18 Genç Kız Basketbol Milli Takım Hazırlık Turnuvası, Haziran 2017, Fransa
- U18 Genç Kız Basketbol Milli Takım Hazırlık Turnuvası, Haziran 2017, Çek Cumhuriyeti
- U18 Genç Kız Basketbol Milli Takım Kondisyon Kampı, Haziran 2017, Çanakkale
- PT Akademi, Ocak 2017, İstanbul
- Milas Belediyespor Kulübü, 2017, Milas Muğla
- Sportopedi Sağlık Hizmetleri, Temmuz 2016, Bursa
- Türkiye Özel Olimpiyatlar, Mart 2017, Muğla
- İşitme Engelliler Voleybol Turnuvası Türkiye Finalleri, Mart 2017, Muğla
- Muğlaspor Voleybol Kulübü, Şubat 2017, Muğla
- Muğla Üniversitesi Voleybol Takımı, Kasım 2016, Kütahya
- Özel Gelişim Rehabilitasyon Merkezi, Aralık 2016, Muğla
- Özel Yücelen Hastanesi, Kasım 2016, Muğla
- Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ekim 2016, Muğla
- Paravolley Voleybol Turnuvası, Nisan 2016, Muğla
- Beyaz Melek Rehabilitasyon Merkezi, Ağustos 2015, Muğla
- Romatem Fizik Tedavi Merkezi, Temmuz 2015, İstanbul
- 9. Engelsiz Üniversite Çalıştayı, Mayıs 2015, Muğla
- 1. Ulusal Sağlık Bilimleri Sempozyumu, Mayıs 2015, Muğla
- Özel Bergama Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Temmuz 2014, İzmir