

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON
ANABİLİM DALI**

**HEMİPLEJİDE NİNTENDO Wİİ İLE SANAL GERÇEKLİK
UYGULAMALARININ DENGİ ÜZERİNE ETKİSİ: RANDOMİZE
KONTROLLÜ ÇALIŞMA**

**UZMANLIK TEZİ
DR. AYÇA UTKAN KARASU**

**TEZ DANIŞMANI:
PROF. DR. GÜLÇİN KAYMAK KARATAŞ**

**ANKARA
EKİM 2011**

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON
ANABİLİM DALI**

**HEMİPLEJİDE NİNTENDO Wİİ İLE SANAL GERÇEKLİK
UYGULAMALARININ DENGE ÜZERİNE ETKİSİ:
RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA**

**UZMANLIK TEZİ
DR. AYÇA UTKAN KARASU**

**TEZ DANIŞMANI:
PROF. DR. GÜLÇİN KAYMAK KARATAŞ**
Bu tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
01/2009-13 proje numarası ile desteklenmiştir.

**ANKARA
EKİM 2011**

Tez çalışmamın ve uzmanlık eğitimimin her aşamasında yakın desteğini gördüğüm Prof. Dr. Gülçin KAYMAK KARATAŞ'a, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle yetişmemde değerli katkıları bulunan öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Vesile SEPİCİ, Prof. Dr. Mehmet BEYAZOVA, Prof. Dr. Fatma ATALAY, Prof. Dr. Nihal TAŞ, Prof. Dr. Jale MERAY, Prof. Dr. Nesrin DEMİRSOY, Prof. Dr. Belgin KARAOĞLAN, Prof. Dr. Feride GÖĞÜŞ, Doç. Dr. Murat ZİNNUROĞLU, Yard. Doç. Dr. Zafer GÜNENDİ, Öğretim Görevlisi Dr. Özden ÖZYEMİŞÇİ TAŞKIRAN, Uzm. Dr. Çiğdem ATAN UZUN'a uzmanlık eğitimim boyunca bana destek olan eşim Yetkin Karasu'ya, çalışma arkadaşlarıma ve aileme çok teşekkür ederim.

Dr. Ayça UTKAN KARASU

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 İnme	3
2.1.1 İnmenin Tanımı Ve Sınıflandırılması	3
2.1.2 İnmenin Epidemiyolojisi	4
2.1.3 İnmenin Risk Faktörleri	6
2.1.3.1 Değiştirilemeyen Risk Faktörleri	8
2.1.3.2 Değiştirilebilir Risk Faktörleri	8
2.1.4 Klinik Tablolar	10
2.1.4.1 Geçici İskemik Atak (GİA)	10
2.1.4.2 Serebral Tromboz	11
2.1.4.3 Serebral Emboli	12
2.1.4.4 Laküner İnme	13
2.1.4.5 İntraserebral Hemoraji	13
2.1.4.6 Subaraknoid Kanama	14
2.1.5 İnme İle İlişkili Nörolojik Bozukluklar	15
2.2 Denge	16
2.2.1 Dengenin Değerlendirilmesi	19
2.2.1.1 Berg Denge Ölçeği	20
2.2.1.2 İnme Postüral Değerlendirme Skalası	20
2.2.1.3 Fonksiyonel Uzanma Testi	21
2.2.1.4 Zamanlı Kalkma Yürüme Testi	21
2.2.1.5 Kinestetik Beceri Eğitim Sistemi 3000	22
2.2.1.6 Emed-SX Sistemi	23
2.2.2 İnmede Denge	24
2.2.3 İnmede Denge Rehabilitasyonu	24
2.3 İnme Rehabilitasyonunda Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Yeri	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1. Olgular	28
3.2. Tedavi Protokolü	31
3.3. Değerlendirme	33
3.4. İstatistiksel analiz	39
4. SONUÇLAR	40
5. TARTIŞMA	52
6. SONUÇ	61
7. KAYNAKLAR	62
8. ÖZET	72
9. SUMMARY	74

1.GİRİŞ

İnme beyne giden kan akımının kesilmesi veya beyni besleyen damarların rüptüre olması nedeniyle gelişen beyin fonksiyonlarındaki ani kayıp olarak tanımlanmaktadır. İnme özüllülüğün en önemli nedenlerinden biridir. İnme hastalarının % 25'i hayatlarının geri kalanını hafif, % 40'ı orta ve ciddi özüllülükle sürdürürken, hastaların % 10'u uzun dönem bakıma ihtiyaç duymaktadır ¹.

İnme sonrasında gelişen kas kuvvetsizliği, anormal kas tonusu, derin duyu kaybı ve vestibüler mekanizmalarda oluşan bozukluklar nedeniyle denge etkilenebilmektedir. Lokomotor sistemin optimal fonksiyon gösterebilmesi, günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesi, belli bir pozisyonun devam ettirilmesi, bir pozisyonndan diğetine geçerken stabilitenin sağlanması ve toplum içinde bağımsız hareket edebilmek için denge gereklidir ². Denge bozukluğu düşme için önemli bir risk faktörüdür. Düşmelerin çoğu dinamik ve reaktif denge gerektiren yürüme sırasında ortaya çıkar. Bu amaçla inmeli hastaların rehabilitasyonunda denge egzersizlerine yeterince önem verilmelidir.

Geleneksel denge eğitimi spesifik hareketlerin otomatik tekrarına dayanmaktadır. Bu hareketler hasta açısından tekrarlayıcı ve amaçsız bir hal alıp motivasyonu ve tedaviye uyumu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. İnme sonrasında değişik nedenlere bağılı olarak görülen denge sorunlarının karmaşık doğası, tedavide yeni teknolojilerin kullanıldığı bir rehabilitasyon programı gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Son yıllarda sanal gerçeklik teknolojisinin rehabilitasyon alanındaki uygulamalarına yönelik çalışmalara gösterilen ilgi

gitgide artmaktadır ³. Geleneksel rehabilitasyon programları çoğunlukla kaynak bağımlı ve meşakkatlidir ⁴. Yayınlanmış klinik sonuçlar, sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanılmasının hastaların motor fonksiyonlarındaki iyileşmeyi kolaylaştırdığını göstermektedir ⁵⁻⁷. Bu verilerin çoğu hasta sayısının az olduğu, randomize kontrollü olmayan çalışmalardan elde edilmiş olsa da, sanal gerçeklik teknolojilerinin bu alanda kullanılmasının uygulanabilirliğini göstermeleri açısından önemlidir ⁸.

Sanal gerçeklik uygulamaları ile, görev temelli tekniklerle belli beceriler geliştirilirken hastanın motivasyon ve ilgisinin canlı tutulması mümkün olmaktadır. Böylelikle hem rehabilitasyonun motor fonksiyon sonuçları daha iyi olmakta hem de hastanın tedaviye katılımıyla ilgili sorunlar en aza indirgenebilmektedir. Ancak sanal gerçeklik çalışmalarının çoğunda kullanılan ekipman karmaşık ve pahalıdır ve bu konuda uzmanlaşmış personelin bulunduğu belli merkezlerde uygulanabilmektedir. Bu nedenle böyle bir tedavinin rehabilitasyon programlarında daha yaygın kullanılabilirliği tartışma konusudur. Nintendo Wii® (Nintendo, Kyoto, Japan) ise daha basit ve ucuz bir sanal gerçeklik tedavisi imkanı sunmakta ve dünya genelinde gitgide daha çok sayıda rehabilitasyon merkezinde kullanılmaktadır. Ancak bu güne kadar bu uygulamanın inme hastalarının denge rehabilitasyonunda kullanımının etkinliğiyle ilgili yapılmış az sayıda yayın vardır ⁹.

Bu çalışmanın amacı Nintendo Wii oyun konsolu ve Nintendo Wii Denge Tahtası ile gerçekleştirilen sanal gerçeklik uygulamalarının hemiplejik hastaların denge rehabilitasyonunda kullanımının etkinliğini araştırmaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 İnme

2.1.1 İnmenin Tanımı Ve Sınıflandırılması

Dünya Sağlık Örgütünün tanımlamasına göre inme, vasküler nedenler dışında görünür bir neden olmaksızın, beyin kan akımının bozulması sonucunda fokal ve/veya global serebral fonksiyon kaybına ait belirti ve bulguların hızla yerleşmesi ve bu bulguların 24 saatten daha uzun sürmesiyle karakterize klinik bir tablodur ¹⁰⁻¹². Bu tanımlama geniş bir etiyolojiyi kapsar ancak inme benzeri bulgular yaratan travmatik beyin hasarı, ensefalit, abse, konvülziyon, senkop ve beyin tümörü gibi tanılar da dışında tutar. Serebrovasküler olay terimi çoğu zaman inme ile eş anlamda kullanılmaktadır ancak günümüzde inme tanımlamasının kullanılması ve beraberinde serebral infarkt, serebral hemoraji gibi patolojik tanıların da belirtilmesi tercih edilmektedir ^{13, 14}.

Serebrovasküler olayların (SVO) değişik parametreler kullanılarak birçok sınıflaması yapılmıştır. 1975 yılında Milikan ve arkadaşlarının yaptığı sınıflandırma Dünya Sağlık Örgütüncene benimsenmiştir. Bu sınıflandırmaya göre SVO'lar hemorajik ve iskemik olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır (Tablo-1) ^{15,16}.

Tablo-1. İnmenin sınıflandırılması

I. İskemik tip (Serebral infarktlar): %84

A. Trombotik tip: %53

1. Büyük damar oklüzyonu: %34

2. Hipertansif lakün: %19

B. Embolik tip: %31

1. Kardiyak: %19

2. Non-kardiyak: %12

II. Hemorajik tip : %16

A. Hipertansif intraserebral hemoraji: %10

B. Subaraknoid kanamalar: %6

1. Anevrizmal kanamalar

2. Arterio-venöz malformasyonlar

2.1.2 İnmenin Epidemiyolojisi

İnme erişkin yaşamın nörolojik hastalıkları arasında sıklık ve önem açısından ilk sırada yer alır. Dünyada en yaygın, ciddi nörolojik problemdir. Gelişmiş ülkelerde kalp hastalıkları ve kanserden sonra en sık görülen üçüncü ölüm nedenidir ¹⁶. Serebrovasküler hastalıklar Türkiye’de ulusal düzeyde tüm yaş gruplarında ölüme neden olan hastalıklar içinde iskemik kalp hastalıklarından sonra ikinci sırada olup, toplam ölümlerin %15’ini oluşturmaktadır. Hastalık yükünün tek bir ölçütle değerlendirilmesini sağlayan özürlülüğe uyarlanmış yaşam yılı (DALY- disability adjusted life year) göz önüne alındığında serebrovasküler hastalıklar Türkiye’de ulusal düzeyde DALY’e neden olan hastalıklar arasında 3. sıradadır ¹⁵. İnmenin insidansı yaş ile değişmektedir. İnme

50 yaş öncesinde daha nadir görölürken, 55 yaş sonrasında inme insidansı her dekatta 2 kat artmaktadır ¹³.

Yıllık inme insidansı 55-64 yaşlarında 1,3-3,6/1000, 65-74 yaşlarında 4,9-8,9/1000, 75 yaş üzerinde 13,5-17,9/1000'dir. Kırk dört yaşından önce görülen inmeler tüm inmelerin ancak %3-5'ini oluşturmaktadır. Kadınlarda 55-64 yaşlarında inme insidansı erkeklerden 2-3 kat daha azdır. Seksen beş yaşına doğru bu fark azalmaktadır ¹⁷.

İnmeye bağlı ölümlerin çoğu ilk 30 günde gerçekleşmektedir. İnme sonrası 30 günlük sağ kalımın büyük oranda inme tipiyle ilişkili olduğu ve %70 ile %85 arasında olduğu bildirilmektedir. İntraserebral kanaması olan hastalarda sağ kalım %20-%30 arasındadır ve ölümlerin büyük bir kısmı ilk üç gün içerisinde gerçekleşmektedir. Serebral infarkt sonucu gelişen inmelerde 30 günlük sağ kalım ise %85'tir. İnme sonrası ilk birkaç günde gerçekleşen ölümler büyük oranda transtentorial herniasyon gibi serebral nedenlere bağlansa da, pnömoni, pulmoner tromboemboli, kardiyak durumlar ilk 30 günlük mortalitede önde gelen sebepler arasındadır. İlk 30 günden sonra inme hastalarında ölüm hızı giderek azalmaktadır. İnme mortalitesindeki genel düşüş, risk faktörlerinin daha iyi şekilde kontrol altında tutulduğunu ve akut fazda hastalara uygulanan tıbbi bakımın kalitesindeki artışı yansıtmaktadır. İnme insidansındaki azalmaya rağmen, inme sonrası uzun dönem sağ kalımın uzadığı ve buna bağlı olarak toplumdaki inme prevalansının aynı kaldığı veya arttığı göz önünde bulundurulmalıdır ¹⁴.

2.1.3 İnmenin Risk Faktörleri

Tamamlanmış bir inme nedeniyle oluşan nörolojik sekelleri geriye döndürebilen bir medikal tedavi yoktur. Bu nedenle inmeyi önlemeye yönelik girişimler son derece önemlidir ¹⁶. İnme görülme sıklığında artışa neden olan risk faktörleri başlıca değiştirilebilir ve değiştirilemeyen risk faktörleri olmak üzere iki gruba ayrılır (Tablo-2) ^{17, 18}. Yaş, cinsiyet, ırk, aile hikayesi gibi özellikler her ne kadar inmeye yatkınlığı göstermeleri açısından önemli faktörler olsalar da değiştirilemezler. Değiştirilebilen risk faktörleri kesinleşmiş risk faktörleri ile henüz kesinleşmemiş veya yeni belirlenmiş risk faktörleri olarak 2 grupta değerlendirilir ^{17, 18}. Hipertansiyon, kalp hastalığı, diabetes mellitus, sigara içme alışkanlığı, hiperlipidemi, eritrositoz, yüksek fibrinojen düzeyleri gibi faktörler değiştirilebilir veya kontrol altına alınabilir ¹⁶.

Tablo-2. İnme risk faktörleri ¹⁷

I. Değiştirilemeyen risk faktörleri

- Yaş
- Cins
- Irk
- Aile öyküsü-heredite

II. Değiştirilebilen risk faktörleri

a) Kesinleşmiş faktörler

- Hipertansiyon
- Diabetes mellitus
- Kalp hastalıkları
- Hiperlipidemi
- Sigara
- Asemptomatik karotis stenozu
- Geçirilmiş inme veya geçici iskemik atak

b) Kesinleşmemiş veya yeni risk faktörleri

- Ağır alkol kullanımı
 - Obezite
 - Kötü beslenme alışkanlıkları
 - Fiziksel inaktivite
 - Hiperhomosisteinemi
 - Hormon kullanımı
 - Fibrinojen
 - İnflamasyon
 - Hiperkoagülabilité
 - Migren
-

2.1.3.1 Değiştirilemeyen Risk Faktörleri

Değiştirilemeyen risk faktörleri arasında yaş inmeyle ilişkili en güçlü belirleyici unsurdur. İnmelerin %72'si 65 yaş ve üzerindeki kişilerde görülmektedir ¹⁹. Cinsiyet ve ırk da yaş gibi inmeye yatkınlığı göstermesi açısından önemli değiştirilemeyen faktörlerdir. Kadınlarda 55-64 yaşları arasında inme insidansı erkeklerden 2-3 kat daha azdır ²⁰. Ateroskleroz risk komitesi çalışması (ARIC)'da zencilerdeki inme insidansı beyazlara göre %38 daha fazla saptanmıştır. Zencilerde inme riskinin yüksek olmasının nedeni diabetes mellitus, hipertansiyon ve obezite prevalansının zenci popülasyonunda daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca Afrika ve bazı İspanyol kökenli Amerikalılar'da da Avrupa kökenli Amerikalılar'a göre daha yüksek oranda inme görülmektedir ²¹. Aile öyküsünün risk faktörü oluşunda çeşitli etmenler rol oynamaktadır. Bunlar, benzer yaşam tarzları, beslenme alışkanlıkları ve bazı herediter özellikler olabilir ¹⁷.

2.1.3.2 Değiştirilebilir Risk Faktörleri

Hipertansiyon inme ile ilişkili en önemli risk faktörüdür. Kan basıncı ne kadar yüksekse inme riski o kadar artmakta, 160/95mm Hg'nın üzerindeki değerlerde bu ilişki daha da kuvvetlenmektedir. Hipertansiyon tüm inme tipleri için önemli bir risk faktörüdür. Hipertansiyonun uzun vadede başarılı tedavisi bu riski büyük oranda azaltmaktadır ¹³. Altmış yaş üzeri kişilerde 5 yıl süresince yapılan bir araştırmada antihipertansif tedavinin sistolik kan basıncında ortalama 17 mm Hg düşme sağladığı ve inme riskini %36 azalttığı bulunmuştur ¹⁶.

Hipertansiyonun erken tanı ve etkin tedavisi inme riskini büyük oranda azaltmaktadır.

Hipertansiyon ve ateroskleroz ile ilişkili kalp hastalıkları inme için önemli risk faktörleridir. Koroner arter hastalığı olan kişilerde inme riski iki kat artmıştır. Atriyal fibrilasyon ve kalp kapak hastalıkları emboliye sebep olarak inme riskini artırır ¹⁶.

Diabetes mellitus bağımsız bir risk faktörüdür ve diyabetli hastalarda inme riski 1.5-3 kat artmaktadır ²².

Yapılan randomize kontrollü çalışmalarda yüksek kolesterol düzeyinin iskemik inme ile nedensel ilişkisinin olduğu ve bunların tedavi edilmesi ile inme insidansında azalma olduğu kesin olarak gösterilmiştir ¹⁸.

Sigara içmenin inme riskini 1.5 kat, serebral infarkt riskini ise 1.9 kat arttırdığı gösterilmiştir ¹³.

İnmenin 5 yıl içerisinde tekrarlama riski %30'un üzerindedir ¹⁸. Tekrarlayan inmelerin önlenmesi önemli bir halk sağlığı sorunudur ve risk faktörlerinin değerlendirilmesinde dikkat çekilmesi gereken bir konudur. Amerika Birleşik Devletleri'nde tekrarlayan inmeler tüm inmelerin %23'ünü oluşturmaktadır.

Geçici iskemik ataklar da inme riski açısından önemli uyarı sinyalleridir. Tüm inmelerin %15'inin geçici iskemik atak sonrasında ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. Pek çok çalışmada geçici iskemik atak sonrasında inme riskinin arttığı gösterilmiştir. Geçici iskemik atak sonrası inme riski 90 günde %10.5, 10 günde %10 ve 30 günde %15 gibi yüksek değerlerde bulunmuştur. Geçici iskemik

atak sonrası inme riskinin yaklaşık %50'sinin ilk 48 saat içinde olması dikkat çekicidir ²³⁻²⁷. İnmelerin önlenmesi açısından geçici iskemik atakların hızlı tanı ve tedavisi önem kazanmaktadır. Bir veya daha fazla sayıda geçici iskemik atak geçiren ve ipsilateral internal karotid arterde %70 veya daha fazla oranda stenoz saptanan kişilerde karotid endarterektomi diğer bir seçenek olabilir ^{13, 16}.

2.1.4 Klinik Tablolar

İnme her biri farklı tedavi yaklaşımını gerektiren heterojen bir grup vasküler etyolojiyi kapsar. İnmenin patolojisine dayanarak yapılan sınıflandırmada tüm inmeler iskemik ve hemorajik olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Buna göre inmelerin %85'i iskemik , %15'i hemorajiktir. İskemik inmelerin % 40'ı büyük, %20'sini küçük damar trombozlarına, %20'si serebral embolizm ve serebral vaskülitte, %5'i de serebral hipoperfüzyona bağlıdır ¹⁷.

2.1.4.1 Geçici İskemik Atak (GİA)

Geçici iskemik atak kısa süreli, ani başlangıçlı, serebral infarkt oluşturmayan, birkaç saniye veya dakika süren ve genellikle 24 saat içinde tüm belirtileri herhangi bir nörolojik sekel bırakmadan geçen fokal retinal ve serebral iskemi tablosudur. Geçici iskemik atak bir kez olup tekrarlamayabileceği gibi, bazen bir gün içinde defalarca tekrarlayabilmektedir. Geçici iskemik atak esnasında ortaya çıkan semptomlar genellikle lezyonun sağ veya sol karotid arter ya da vertebrobaziller sisteme lokalize edilmesine yardımcı olabilmektedir.

Tekrarlayan GİA'lar kendiliğinden geçebilmektedir. Ancak hastaların %30 kadarında 5 yıl içinde önemli bir inme tablosu ortaya çıkmaktadır ^{13, 17}.

Genellikle GİA'lar myokardiyum, kalp kapakları veya ekstrakranial büyük arterlerde bulunan ülsere aterosklerotik plakların üzerindeki küçük trombosit agregatlarının mikroembolisi ile ortaya çıkar. Geçici iskemik atağın hemodinamik bir temeli de olabilir. Kardiyak atım hacmi ve sistemik arteryel basınçtaki dalgalanmalar, ana ekstrakraniyal damarlardaki aterosklerotik stenozların distalinde hipoperfüzyona neden olabilir. Bu şartlarda oluşan serebral hipoperfüzyon, kısa süren ve kendiliğinden iyileşen nörolojik semptom ve bulgular oluşturacaktır ¹³.

2.1.4.2 Serebral Tromboz

Tüm inme olgularının %30-40'ından sorumlu olan serebral tromboz, aterosklerotik serebrovasküler hastalık ve kollateral dolaşımın yetersizliği ile yakından ilişkilidir ^{13, 15}. Arteryel trombozu takiben gelişen infarktın büyüklüğü, damarın tıkanma hızına ve kollateral dolaşımın yeterliliğine bağlıdır. İnternal karotid arter gibi büyük damarlar uzun bir süre içinde stenotik hale gelir ve bu durum tıkanıklık oluşmadan önce yeterli kan dolaşımı sağlayacak kollateral damar oluşumu stimüle edebilirse klinik bulguların veya infarktın ortaya çıkmasını engelleyebilir. Trombotik oklüzyon en sık geceleri uyku sırasında veya istirahat halinde gelişir. Klinik bulgular genellikle saatler veya günler içinde kötüleşir, daha sonra stabil hale gelir. Bu durum özellikle lezyon çevresindeki dokuda oluşan serebral ödem, perfüzyonda bozulma ve metabolizmadaki değişimler

olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. İyileşme ise genellikle 7 gün sonra başlar

¹³.

2.1.4.3 Serebral Emboli

İnme olgularının %30'undan emboli sorumludur. Emboli kalp, kalp kapakçıkları veya büyük ekstrakraniyal arterlerde gelişen bir trombüsten kaynaklanabilir. Serebral emboliden kaynaklanan nörolojik bulgular, beynin bir bölgesinde arteriyel perfüzyonun aniden kesilmesi nedeni ile hızlı bir başlangıç gösterir. Embolinin yerleşimi rastgele değildir, orta serebral arter alanında çok daha sıktır. Emboli parçalanabilir ve çoğunlukla lizise uğrar. Lizise uğramış parçalar ana damarın distal dallarında tıkanıklığa neden olur. Bu küçük kortikal damarların oklüzyonu, beyin görüntüleme yöntemlerinde karakteristik olarak kamaya benzer yüzeyel kortikal infarktlar şeklinde ortaya çıkar. Embolinin lizis ve parçalanması sonucu nörolojik bulgular hızla düzelebilir. Ancak infarkt gelişen bölgenin reperfüzyonu, lezyon içinde kanamaya neden olabilir. Geniş embolik infarktlarda ilk 48 saat içinde hemoraji gelişme riski olduğundan antikoagülan tedaviye 2-3 gün geçtikten sonra başlanır. Emboliler çoğunlukla yaşlıları etkilemekle birlikte, genç yaşlarda görülen inmeler için de önemli bir sebeptirler. Serebral infarktın emboli nedeniyle olup olmadığının klinisyen tarafından tespiti, rekürrens riski uzun süreli antikoagülan tedavi ile büyük oranda azaltılabildiğinden önemlidir ¹³.

2.1.4.4 Laküner İnme

Laküner infarkt, bazal ganglion, internal kapsül, pons ve serebellumun subkortikal bölgelerinde yerleşen ve 1.5 cm'den küçük, sınırları belirgin lezyonlarla karakterizedir. Büyük damarların penetran dallarının oklüzyonu sonucunda oluşur. Tüm inme olgularının %20'sini oluşturur. Laküner infarkt hipertansiyon ve diabetes mellitus ile yakından ilişkilidir. Serebral tromboza benzer şekilde kademeli başlangıç ve öncesinde GİA öyküsü vardır. Laküner lezyonların dikkati çeken özelliği daha erken, daha hızlı ve daha belirgin nörolojik düzelme göstermeleridir. Küçük damarları etkileyen patolojik süreç mikroateroma olabilir, ancak sıklıkla neden özellikle hipertansiyonlu ve diabetes mellituslu hastalarda görülen ilerleyici duvar kalınlaşması ve fibrinoid nekrozdur. Laküner lezyonların birden fazla olabilmesi nedeniyle ortaya çıkan klinik bulgular sıklıkla karmaşıktır ve ayırımı zordur ^{13, 16}.

2.1.4.5 İntraserebral Hemoraji

Tüm inme olgularının %11'ini oluşturur. Spontan intraserebral kanamanın çoğunlukla derin, küçük, penetran arterlerdeki mikroanevrizmaların rüptürü sonucu geliştiği düşünülmektedir. Lezyonların çoğu putamen veya talamusta olurken, %10 hastada spontan kanama serebellumda olur. Kan basıncında ani yükselmeler ve kronik hipertansiyon ile ilişkilidir. Klinik tablo ani ve şiddetli bir baş ağrısını takiben oluşan major nörolojik kayıplarla karakterizedir. İlerleyici bilinç kaybı ve koma siktir. Hemotoma ve serebral ödeme bağlı olarak ilk 2-3 gün içinde transtentoriyal herniasyon ve ölüm gerçekleşebilir. Fonksiyonel iyileşme

şaşırtıcı derecede iyi olabilmektedir. Spontan intraserebral kanama antikoagulan tedavinin iyi bilinen bir komplikasyonudur. İntraserebral kanamanın diğer nedenleri arasında travma, vaskülit ve tümör içine kanama sayılabilir. Geniş posterior fossa lezyonlarında hematom ve ödem serebrospinal sıvı akışını engelleyerek akut hidrocefaliye neden olabilir ^{15, 16}.

2.1.4.6 Subaraknoid Kanama

Subaraknoid kanama genellikle beyin kaidesindeki arteriyel anevrizmaların rüptüre olması ve subaraknoid aralığa kanaması ile ortaya çıkar. Tüm inme olgularının %7'sini oluşturur. Anevrizma rüptürüne bağlı subaraknoid kanamanın kliniği dramatik şekilde ani başlangıçlıdır. Şiddetli baş ağrısı, kusma ve meningeal irritasyon bulguları görülür. Hastalarda sıklıkla koma ve üçte birinde ani ölümler gerçekleşir. İlk kanamayı takip eden 2-3 haftalık süreçte tekrarlayan kanamalar sık görülür. Altı ay içerisinde hastaların %50'sinde kanama tekrarlamaktadır. Subaraknoid aralıktaki kan arteriyel vazospazma neden olarak lokalize serebral infarkt alanlarına ve buna bağlı nörolojik defisitlere yol açabilmektedir. Kanamadan haftalar sonra araknoidite bağlı hidrocefali gelişebilir. Subaraknoid kanama arteriyovenöz malformasyonun kanaması ile de ortaya çıkabilmektedir. Bu lezyonlar konjenitaldir, çocukluk veya genç erişkinlik döneminde kanamaya eğilim gösterirler. Olguların yaklaşık yarısında, lezyonun ilk klinik belirtisi kanamadır. Hastaların yaklaşık üçte birinde arteriyovenöz malformasyon kendini nöbetler veya kronik baş ağrısı ile gösterir. Genellikle

tercih edilen tedavi yöntemi arteriyovenöz malformasyonun cerrahi eksizyonu veya embolizasyon yoluyla nörovasküler ablasyonudur ¹³.

2.1.5 İnme İle İlişkili Nörolojik Bozukluklar

İnmeye eşlik eden fokal nörolojik lezyonlar rehabilitasyon tıbbında bozukluk olarak adlandırılan bir dizi nörolojik kaybın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Hastanın rehabilitasyon programı planlanırken ilk ve en önemli adım bu bozuklukların doğru bir şekilde değerlendirilmesidir. Böylelikle bu bozuklukları hedef alan, kişiye özel rehabilitasyon programlarının oluşturulması mümkün olmaktadır. Ayrıca rehabilitasyon süresince nörolojik bozuklukların belli aralıklarla tekrar değerlendirilmesi hastanın takibi, tedavi programının düzenlenmesi ve prognoz tahmini açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu bozukluklar arasında; hafızadaki kayıplar, ihmal, apraksi gibi mental durum fonksiyonlarının bozukluğu, afazi, disfoni ve dizartri gibi lisan ve konuşma bozuklukları, hemianopsi, disfaji gibi kranial sinirlerin fonksiyonlarının bozuklukları, paralizi, spastisite gibi motor bozukluklar, kortikal duyular, ağrı, ısı, dokunma, eklem pozisyonu, vibrasyon hissi kayıpları gibi duyu bozuklukları ve denge, koordinasyon, postür ile ilişkili bozukluklar sayılabilir.

Denge, koordinasyon ve postür bozuklukları motor ve duyu fonksiyon kayıpları, serebellar lezyonlar ve vestibüler disfonksiyon sonucu ortaya çıkabilir. Serebellar testlerin, oturma dengesinin, ayağa kalkma ve yürümenin incelenmesi problemin ortaya konmasına yardımcı olur ^{13, 16}.

2.2 Denge

Denge vücudu etkileyen karşıt kuvvetler arasında bir düzen oluştuğundaki durumdur. Postür ise vücut kısımlarının pozisyonu ya da dizilimi, farklı vücut kısımlarının göreceli düzenidir. Doğru postür her bir vücut kısmının diğer vücut kısımlarıyla dengede olması sonucu oluşmaktadır. Postür ve denge birbirinden farklı iki kavram olsa da ayrı ayrı düşünülmemelidir ²⁸.

Denge ve postüral kontrol ile ilgili sorunlar yaralanma ve düşmeye neden olabileceğinden motor beceriler içinde kritik öneme sahiptir. Vücudun ağırlık merkezini destek yüzeyi içinde tutulabilme becerisi olarak da tanımlanabilen denge; statik ve dinamik denge olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Statik denge vücudun, statik durumdayken denge halini koruyabilmesi veya ağırlık merkezini destek yüzeyi içinde tutulabilme becerisidir. Dinamik denge ise dinamik durumdan statik duruma geçerken veya dinamik hareketler esnasında dengenin korunması olarak tanımlanır ²⁹.

İnsan vücudunda postürü bozan herhangi bir durumdan vücudu haberdar ederek, bir seri denge mekanizmasının ortaya çıkmasını sağlayan fizyolojik bir yapılanma mevcuttur. Vizüel, vestibüler ve somatosensoriyel sistemler hızlı ve doğru bilgiyi sağlayarak postural stabiliteyi sürdürmede rol oynarlar. Bu sistemlerden gelen bilgiler serebellumdan gelen verilerle kortikal seviyede birleşirler. Bu gelişmiş oryantasyon sayesinde kişiler günlük işlerden karmaşık görevlere kadar tüm görevleri kolaylıkla yapabilirler ²⁸.

Vücudun hareket halinde veya hareketsizken dengede kalışı ağırlık merkezi, yerçekimi hattı ve destek yüzeyinin ilişkisiyle sağlanır. Ağırlık merkezi

bir cismi meydana getiren tüm parçaların konsantre olduğu varsayılan noktadır. Dik pozisyonda bir insanda ağırlık merkezinin sakral ikinci vertebranın ön yüzünde olduğu belirlenmiştir ²⁸. Ağırlık merkezi kişinin pozisyonuna göre ve hareketle yer değiştirir. Yer çekimi hattı ise ağırlık merkezinden geçen ve doğrultusu yer kürenin merkezine doğru olan çizgidir. Bu çizgi ayakta dik sabit duran kişide verteksten başlar, mastoid çıkıntı üzerinden, omuz ekleminin hemen önünden, kalça ekleminin içinden, diz eklemi merkezinin hemen önünden ve ayak bileğini önünden geçer. Destek yüzeyi bir cismin yere temas eden tüm noktaları ve bu noktalar arasında kalan bölgedir. Ayakta duran bir kişide her iki ayağın dış yüzü ile topuklar ve başparmaklar arasında kalan alandır. Dengeli duruşta yerçekimi hattının zeminle kesiştiği nokta destek yüzeyinin içine düşer ²⁸. Postüral kontrolü değerlendirmek için en sık kullanılan yöntem hasta dik ayakta durma pozisyonundayken vücut hareketlerinin özellikle de salınımının incelenmesidir. Vücudun salınımını ölçmek için postürografi tekniği kullanılmaktadır. Postürografi hasta sabit şekilde dik ayakta durduğunda statik, kişiye bir dış uyaran verilerek incelendiğinde dinamik olarak değerlendirilir. Postüral kontrol değerlendirilirken en sık kullanılan postürografik ölçü basınç merkezidir. Basınç merkezi, destek yüzeyinde vertikal kuvvetlerin uygulandığı noktadır. Basınç merkezini değerlendirmek için çoğunlukla kuvvet platformları kullanılmaktadır. Ağırlık merkezinin pozisyonu vücudun veya segmentlerinin hızı ya da akselerasyonundan tamamen bağımsızdır. Basınç merkezi ağırlık merkezine bağımlı bir ölçüdür, ancak basınç merkezi kuvvet platformunda yer tepkime kuvveti sonucu ortaya çıkan vektörün yerini ifade etmektedir. Bu vektör kuvvet

platformuna etki eden bütün kuvvetlerin (ağırlık kuvveti ve kas ve eklemlerde gelen içi kuvvetler gibi) ağırlıklı ortalamasına eşit ve zıt yöndedir. Bu bağlamda ağırlık merkezi yer değişimi tüm vücudun salınımını gösteren değişkenken, basınç merkezi ağırlık merkezi yer değişimine verilen nöromüsküler cevap ve ağırlık merkezi pozisyonunun kendisinin bir kombinasyonudur ³⁰.

Stabilite denge durumunu devam ettirebilme yeteneğidir. İnsan vücudu oldukça instabil bir yapıdır. Çünkü baş, göğüs kafesi ve pelvis gibi vücut ağırlığının büyük bir kısmını oluşturan üç yapı yerden oldukça yüksekte yerleşmiştir. Ayrıca ağırlık merkezi de yerden oldukça yüksekte bulunur ve destek yüzeyi böyle bir yapı için oldukça dardır ²⁸. Mekanik açıdan denge vücuda uygulanan kuvvetler ve döndürme momentlerine de bağlıdır. Vücuda uygulanan kuvvetler ve döndürme momentlerinin toplamı sıfır olduğunda tam bir denge durumundan söz edilir. Vücuda uygulanan kuvvetler iç ve dış kuvvetler olarak sınıflanabilir. Vücuda en sık uygulanan dış kuvvetler tüm vücuda etki eden yer çekimi kuvveti ve dik pozisyondayken daha çok ayağa etki eden yer tepkime kuvvetidir. İç kuvvetler arasında kalp atımı, soluk alıp verme gibi fizyolojik değişiklikler veya hareket etmek ve postürü korumak üzere kasların kasılmasıyla ortaya çıkan dalgalanmalar sayılabilir. Vücuda uygulanan tüm bu kuvvetler nedeniyle ağırlık merkezi izdüşümü belli bir alan içinde sürekli olarak yer değiştirmektedir. Bu nedenle insan vücudu hiçbir zaman mükemmel bir denge durumunda bulunmaz, kesintisiz bir denge arayışı içindedir ³⁰.

2.2.1 Dengenin Değerlendirilmesi

Denge birçok faktörden etkilendiği için dengeyi tüm yönleriyle değerlendirebilecek tek bir ölçüm yöntemi bulunmamaktadır ³¹. Dengeyi değerlendirmek için klinik ölçümler kullanılabileceği gibi laboratuvar ortamında daha çok araştırma amaçlı kullanılan bilgisayarlı sistemlerden de faydalanılabilmektedir. Klinik testlerin avantajı, bozuklukların ciddiyetine bakılmaksızın tüm inme hastalarının değerlendirilmesinde kullanılabilmesi, basit ve maliyeti az yöntemler olmalarıdır. Bilgisayarlı sistemler ise her hastada kullanmaya uygun olmamakla birlikte bazı durumlarda hastalığı anlamaya büyük katkı sağlamaktadır ³².

Denge ve postürün değerlendirilmesinde kullanılan bilgisayarlı sistemlere, kuvvet pertürbasyon platformları ve Kinestetik beceri eğitim sistemi 3000 (KBE 3000, Med-Fit Systems Inc., Fallbrook, CA, USA) örnek verilebilir. Emed-SX sistemi (Novel GmbH, Munich, Germany) gibi ayak basıncını ölçen pedobarografi cihazlarını kullanarak dengeyi dolaylı olarak yansıtabilen basınç merkezi salınımını değerlendirmek mümkündür ^{30,33}.

Dengeyi değerlendirmek için kullanılan çok sayıda klinik test arasında, Berg denge ölçeği, Tinetti testi, dört kare adım testi, tek bacak üzerinde durma testi, inme için postural değerlendirme skalası, fonksiyonel uzanma testi ve zamanlı ayağa kalkma-yürüme testi sayılabilir ^{32,34-40}.

2.2.1.1 Berg Denge Ölçeği

Berg denge ölçeği (BDÖ), kişinin fonksiyonel işler yaparken dengesini koruyabilme yeteneğini ölçmeyi hedefleyen basit, güvenli ve kısa bir denge testidir. On dört maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerde destek alanın giderek azaldığı, pozisyonun korunmasının zorlaştığı hareketler incelenir ve her madde kendi içinde 0 ile 4 arasında puanlanır. Otururken ayağa kalkma, desteksiz ayakta durma, desteksiz oturma, ayaktayken oturma, transferler, gözler kapalı ayakta durma, bacaklar birleşikken ayakta durma, ayaktayken öne uzanma, yerden cisim alma, arkaya dönerek bakma, 360 derece dönme, sağlam taraf tabure üzerinde durma, bir ayak önde durma ve tek ayak üstünde durma fonksiyonları değerlendirilir. Toplam puanın iyi olması denge fonksiyonunun iyi olduğuna işaret eder. Maksimum toplam puan 56'dır. Kırk beş ve üstündeki değerler denge yeteneğinin iyi olduğunu ve düşme olasılığının az olduğunu göstermektedir ³⁴.

2.2.1.2 İnme Postüral Değerlendirme Skalası (Postural Assessment Scale for Stroke Patients-PASS)

İnme postüral değerlendirme skalası (İPDS) 12 maddeden oluşmaktadır. Her madde kendi içinde 0 ile 3 arasında puanlanır. Postürü devam ettirebilme (5 madde) ve değiştirebilme (7 madde) yeteneğini ölçen iki bölümü olan bir skaladır. Postürü devam ettirme; desteksiz oturma, destekle ve desteksiz ayakta durma, sağlam tarafta tek ayak üzerinde durma ve inmeli taraf üzerinde durma faaliyetlerini kapsar. Postürü değiştirebilme; sırt üstü pozisyondan inmeli tarafa ve sağlam tarafa dönme, sırt üstü yataken yatak kenarında oturur pozisyona gelme,

yatak kenarında otururken sırt üstü yatma pozisyonuna gelme, otururken ayağa kalkma, ayaktayken oturma, ayağa kalkma ve yerden cisim alma faaliyetlerini kapsamaktadır. Skorlama 0: aktiviteyi yerine getiremiyor, 1: çok yardım gerekiyor, 2: az yardım gerekiyor, 3: yardımsız yapabiliyor şeklinde yapılmaktadır. Toplam skor 0-36 arasında değişmektedir . Yüksek skorlar daha iyi postüral kontrole işaret etmektedir ³².

2.2.1.3 Fonksiyonel Uzanma Testi

Dengenin değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer test olan fonksiyonel uzanma testinde (FUT) kişinin ayakları sabitken maksimum öne uzanma mesafesi ölçülür. Hastadan kolunu omuz ekleminde 90 derece fleksiyona gelecek şekilde kaldırıp dengesini kaybetmeden, duvara temas etmeden ve adım atmadan uzanabileceği en uzak mesafeye uzanması istenir. Bu ölçüm 3 kez tekrarlanıp ortalaması alınır. On beş cm ve altındaki değerler düşme riskinin önemli ölçüde arttığını, 15-25 cm arası değerler orta derecede düşme riski olduğunu göstermektedir ^{35,36}.

2.2.1.4 Zamanlı Kalkma Yürüme Testi

Zamanlı kalkma yürüme testi (ZKYT), fonksiyonel mobilitayı değerlendirmeye yönelik geliştirilmiş sık kullanılan bir denge testidir. Kişiden oturduğu sandalyeden kalkması, 3 metre ileri doğru yürümesi, olduğu yerde 180 derece dönmesi ve sandalyeye doğru geri yürüyüp oturması istenir. Kişi bu görevi gerçekleştirirken kronometre ile zaman tutulur. Testi tamamlarken geçen süre ile

fonksiyonel mobilite düzeyi arasında anlamlı korelasyon vardır. Testi 20 saniyeden kısa sürede tamamlayan kişilerin; transferlerde bağımsız oldukları, Berg Denge Ölçeğinden yüksek puan aldıkları ve toplum içinde hareket için gerekli yürüme hızında (0.5 m/sn) yürüdükleri gösterilmiştir. Testi 30 saniye ve üzerinde tamamlayan kişilerin ise günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımlı, ambulasyon için yardımcı cihazlara gerek duyan ve Berg Denge Ölçeğinden düşük puan alan kişiler olduğu gösterilmiştir ^{37, 38}.

2.2.1.5 Kinestetik Beceri Eğitim Sistemi 3000

Denge tedavisi ve değerlendirilmesinde kullanılmak üzere geliştirilmiş, uygulaması kolay ve kuvvet pertürbasyon platformlarına göre maliyeti daha düşük olan bir yöntemdir. Kinestetik beceri eğitim sistemi 3000 ile denge hem statik, hem de dinamik açıdan değerlendirilebilmektedir.

Kinestetik beceri eğitim sistemi 3000, merkez noktasından bir pivotla desteklenmiş hareketli bir platform ile platformun önünde bulunan ve platformun referans noktasına göre eğimini bilgisayara ileten bir algılayıcı ve monitörden oluşmaktadır. Platformun kararlılığı, platform ile ünitenin tabanı arasında bulunan pnömotik yastık içindeki basıncın değiştirilmesi ile ayarlanmaktadır. Platformda sabit duran bireyler kendi vücut ağırlık merkezlerinin hareketi ile platformu testte istenilen şekilde hareket ettirmeye çalışırlar. İstenilen bu görevi yaparken göz hizalarında bulunan bilgisayar monitöründen hareketlerini takip edebilmektedirler. Platformun önünde bilgisayar ile bağlantılı eğim algılayıcısı test süresi boyunca platformun referans pozisyonundan deviasyonunu saniyede

18,2 kez kayıtlar. Platformun merkezinden referans pozisyonuna olan uzaklık her kayıta ölçülür. Bu uzaklıkların toplamından bir denge indeksi hesaplanır. Statik ve dinamik incelemelerde referans noktası değişmektedir. Statik incelemede hastanın monitördeki X işaretini (vücut ağırlık merkezi) ekranın tam ortasında tutması istenir. Dinamik testte ise kişinin ekranda daire çizen hareketli bir top ile birlikte hareket etmesi istenir. Bunun için kişi, vücut ağırlık merkezini kontrollü olarak öne, arkaya, sağ ve sola kaydırarak tam bir daire çizebilmelidir.

Denge indeksinin düşük olması kişinin denge işlevini yerine getirme yeteneğinin iyi olduğunu gösterir ³³.

2.2.1.6 Emed-SX Sistemi

Emed-SX sistemi bir pedografi ölçüm platformudur. Santimetre karesinde kullanıcının tercihiine göre sayısı ayarlanabilen 1-4 basınç ölçen sensör bulunmaktadır. Statik veya dinamik olarak ayak tabanındaki basınç dağılımını ölçebilmektedir.

Kişi ayakta sabit duruken, basınç merkezinin salınımının anteroposterior ve mediolateral düzlemde yer değiştirme miktarı milimetre cinsinden ölçülebilmektedir. Bu ölçümler dengenin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Kişinin dengesi ne kadar iyiye basınç merkezinin salınımının yer değiştirme miktarı o kadar az olmaktadır.

Bu ve benzeri sistemler sayesinde, basınç merkezinin kişinin ağırlık aktarması ile yer değiştirmesini ve bu yer değiştirmenin miktarını ölçmek mümkündür ^{30, 39}.

2.2.2 İnmede Denge

Serebrovasküler olaylara bağı hemiparezide postür ve denge değişiklikleri sık görölür. Etkilenen alt ekstremiteye az yük verilmesi nedeniyle oluşan postural asimetri sonucunda frontal planda vücut salınımı artar ⁴¹ ve basma fazında stabilite azalır ⁴². Etkilenen tarafa yük verememekle ilgili bu postural asimetri ve ayaktayken yükün eşit dağıtılmasındaki güçlükler hemiparetik yürüyüş bozukluklarının temelini oluşurmaktadır ⁴³. İnmeli hastalarda ayakta durma postürü etkilenmeyen alt ekstremiteye daha fazla ağırlık verildiği asimetrik bir yük dağılımı ile karakterizedir ⁴¹. Bu asimetrik postür, hastanın tercih ettiği postürdür. Bu nedenle hemiparetik erişkinde postür, denge ve yürüme fonksiyonunun tedavisi sırasında yük verme ve yükün etkilenen alt ekstremiteye aktarılması ile ilgili yöntemler uygulanır ⁴¹. İnmeden sonraki dönemde hem oturma ve hem de ayakta durma dengesinde bozukluk sıktır. Oturma dengesinin inmeli hastalarda fonksiyonelliği belirlemede çok erken bir belirteç olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir ⁴²⁻⁴⁴. İnmede postural kontrol günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığın en iyi göstergesi olarak bildirilmiştir ⁴⁴. Motor kuvvet kaybı, asimetrik kas tonusu, somatosensorial bozukluklar ve uzaysal algıdaki değişiklikler postural instabiliteye zemin hazırlamaktadır ⁴⁵.

2.2.3 İnmede Denge Rehabilitasyonu

İnme yetişkin yaşlardaki özörlölük nedenleri arasında en sık rastlananlardandır. İlk kez inme gelişen kişilerin %70-85'inde hemipleji tablosu gelişmektedir ⁴⁶. İnme sonrası hastaların %40'ında orta , %15-30'unda ciddi

derecede özürlülük kalmaktadır ⁴⁷. İnmeden hemen sonra başlayan etkin rehabilitasyon uygulamaları, iyileşme sürecine katkı sağlamanın yanında fonksiyonel kayıpları en aza indirmektedir ⁴⁸. Bu derece özürlülüğe yol açan ve uygun tedavi ile düzelme sağlandığı gösterilen inmeli hasta grubunda, rehabilitasyonun ne derece önemli olduğu açıktır ⁴⁹.

İnme hastalarında denge ile ilgili sorunlara sık rastlanmaktadır. Denge sorunları nedeniyle günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık ve mobilizasyon olumsuz etkilenmekte, düşme riski artmaktadır ⁵⁰. Denge çeşitli sistemlerin kompleks etkileşimi ile sağlanır. İnme sonrasında gelişen kas kuvvetsizliği, anormal kas tonusu, azalmış eklem hareket açıklığı, derin duyu veya görme kayıpları, bilişsel fonksiyonlarda ve vestibüler mekanizmalarda oluşan bozukluklar nedeniyle denge etkilenebilmektedir ^{2, 51, 52}.

İnme sonrasında tekrar öğrenilmesi gereken yürüme, ayağa kalkma, oturma, ileri uzanma, postürü düzeltme ve korumaya yönelik egzersizler esnasında esasen postüral kontrol ve denge ile ilgili beceriler de kazanılmaktadır. Hastalar içinde bulundukları duruma göre ve her harekette farklı postüral ayarlamalar yapmak durumundadır. Bir hareketin çalışılmış olmasının diğerlerinin performansını otomatik olarak arttıracakı düşülmemelidir. Denge çalışmaları otururken ve ayakta farklı istemli hareketleri içeren görevleri gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. İnmenin erken döneminde askı kullanma imkanı varsa denge çalışmalarının ayakta yapılabilmesi de mümkün olabilir ⁵³. Ama esasen denge rehabilitasyonunda hedefler progresif olarak karmaşılaştırılmalı ve zorlaştırılmalıdır. Egzersizler hastanın vücut kitlesinin hareketlerini kontrol

etmeyi ve dengesini sağlamayı yeniden öğrenmesini sağlamak için hazırlanmalıdır. Denge eğitiminde amaç oturma, ayakta durma veya transferler sırasında dengenin korunması ve bozulması halinde hızla tekrar sağlanmasının öğretilmesidir. Bacak kaslarındaki kısılıklar ve kuvvetsizlikler dengeyi bozarak düşme riskini arttırmaktadır. Bu nedenle denge rehabilitasyon programı içinde yumuşak dokuların esnekliğini korumaya, kontraktür ve kısılıkların oluşumunu önlemeye yönelik germe egzersizlerine ve vücut ağırlığını taşıyan alt ekstremitte ekstansör kasları kuvvetlendirmeye egzersizlere de mutlaka yer verilmelidir ⁵³.

2.3 İnme Rehabilitasyonunda Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Yeri

İnme rehabilitasyonunda konvansiyonel ve nörofizyolojik tedavi yöntemlerinin yanı sıra fonksiyonel elektrik stimülasyonu, biofeedback teknikleri ve ortezlerin kullanımı yer almaktadır ¹⁶. Yeni uygulanmaya başlanan deneme aşamasındaki tedaviler arasında kök hücre tedavileri, repetitif transkranial manyetik stimülasyon, transkranial direk akım stimülasyon, motor imgeleme, robotik tedaviler, dopamin agonistleri, amfetaminler, antidepresanlar gibi ilaçlarla egzersiz tedavisinin etkinliğini arttırmayı hedefleyen yaklaşımlar, sanal gerçeklik uygulamaları sayılabilir ⁵⁴⁻⁵⁹.

Konvansiyonel inme rehabilitasyonu işgücü ve kaynaklara bağımlı, zaman alıcı ve çoğu zaman hastaların motor disfonksiyonlarındaki iyileşme sınırlı olduğundan başlangıçta hastalar tarafından takdir görmeyebilen bir tedavidir. Konvansiyonel rehabilitasyondaki bu kısıtlılıklar sürekli kullanıma bağlı nöroplastisiteyi kolaylaştıracak motor becerileri geliştiren sanal gerçeklik

uygulamaları ve benzeri yeni stratejilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sanal gerçeklik, kullanıcılarının multisensorial simülasyon ortamında performanslarına gerçek zamanlı geri bildirim alabildikleri bilgisayar temelli bir teknolojidir ⁶⁰.

Beyin hasarı sonrasında yetişkinlerde spontan olarak veya rehabilitasyon programları sonrası izlenen fonksiyonel iyileşmeler plastisite ve beynin yeniden yapılanmasına bağlıdır ⁶¹⁻⁶³. Kişi hem başkalarının hareketlerini izlediğinde hem de kendisi aynı hareketleri yaptığıda beyindeki belli nöronlar ateşleme hızını arttırmaktadır. Frontal, parietal ve temporal loblardaki alanları içeren bu ayna nöron sisteminin aktivasyonu kortikal reorganizasyonu tetiklemekte ve muhtemelen fonksiyonel iyileşmeye katkı sağlamaktadır ⁶⁴⁻⁶⁶. Sanal gerçeklik sistemleri, bilgisayar tarafından oluşturulmuş sanal dünyada kişinin 3 boyutlu hareketlerine izin veren ayna nöron sistemini aktive eden yeni ve kullanışlı bir teknolojidir.

Sanal gerçeklik uygulamaları dikkat çekici ve eğlenceli ortamlar yaratarak kişinin ilgisini ve motivasyonunu ayakta tutmakta ve bir takım beceriler ve görev temelli tekniklerin geliştirilebilmesine olanak vermektedir. Böylelikle konvansiyonel yöntemlere nazaran hastanın katılımı ile ilgili sorunlar daha az görülmektedir ⁹. Sanal gerçeklik uygulamalarının inme rehabilitasyonunda konvansiyonel yöntemlere ek olarak kullanılması tedavinin yoğunluğunu ve göreve yönelik egzersizlere uyumu arttırabilmektedir. Yapılmış bazı çalışmalarda sanal gerçeklik temelli tedavilerin etkin olduğu yönünde sonuçlar elde edilmiştir ⁹,

^{67, 68}.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Ekim 2009 ile Ağustos 2011 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğinde yatarak rehabilitasyon programına alınan 70 hasta değerlendirildi. Değerlendirilen hastalardan 23'ü çalışmaya dahil edildi. Çalışma öncesi, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurul onayı alındı. Hasta ve hasta yakınlarına çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında ön bilgi verildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul eden 23 innmeli hastaya “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” esas alınarak çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgiler verildi ve imzaları alındı. Araştırma süresince Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi ve İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu kurallarına uyuldu.

3.1 Olgular

Manyetik rezonans görüntüleme veya bilgisayarlı tomografi ile gösterilmiş iskemik beyin hasarı veya intraserebral hemorajisi bulunan 70 hasta değerlendirildi. Çalışmaya hastalık süresi bir yılı geçmemiş, ilk kez atak geçiren ve daha önce herhangi bir rehabilitasyon programı almamış toplam 23 innmeli hasta dahil edildi. Hastaların çalışmaya alınma kriterleri Tablo-3'te , çalışmadan dışlanma kriterleri ise Tablo-4 'te gösterilmiştir.

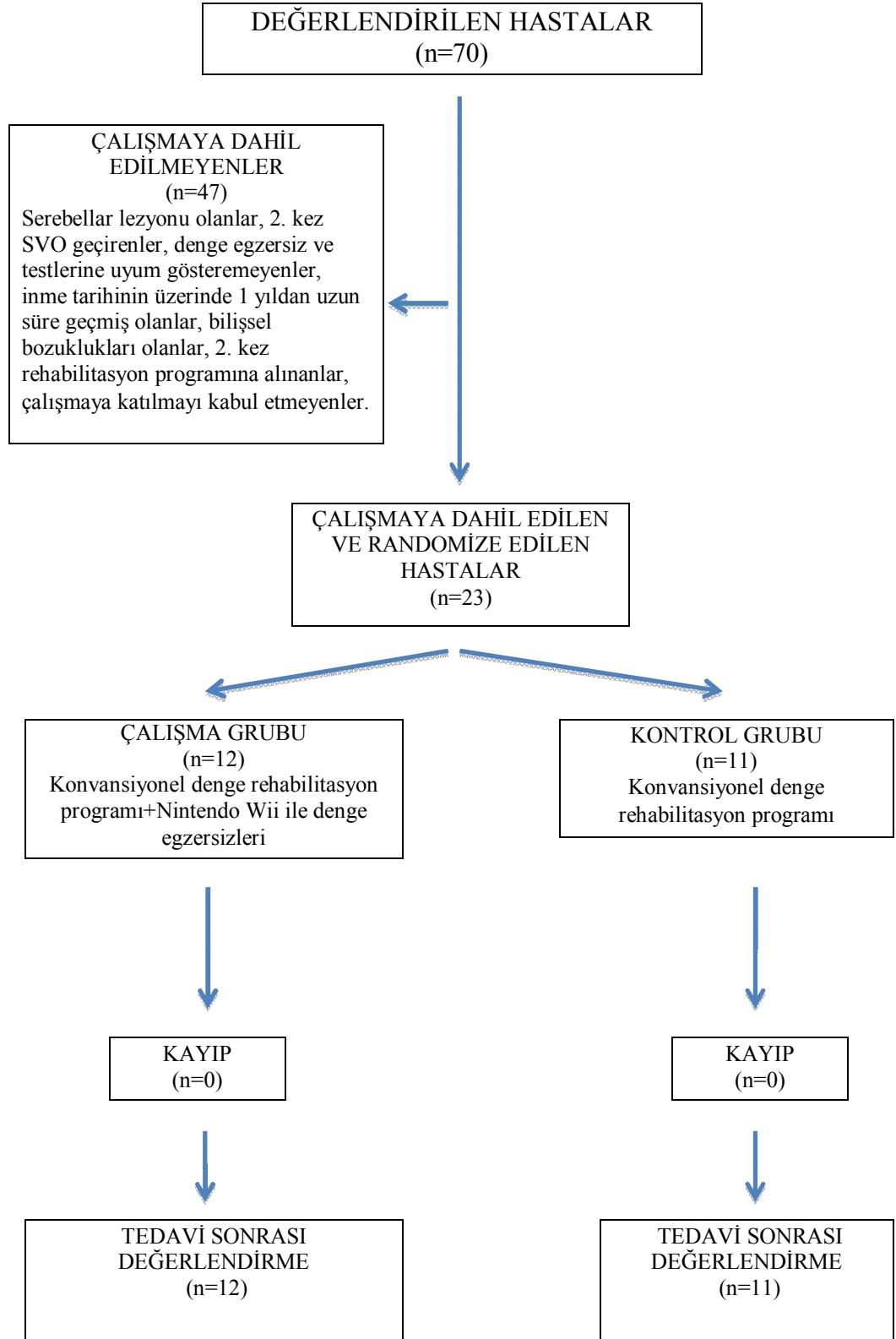
Tablo-3. Araştırmaya Dahil Olma Kriterleri

-
1. Dünya Sağlık Örgütü kriterlerine göre inme tanısı almış gönüllü hasta olması
 2. Tek hemisferi ilgilendiren serebrovasküler atak olması
 3. İlk kez inme geçiriyor olması
 4. Basit sözel emirleri anlayıp takip edebilmesi
 5. İlk kez rehabilitasyon programına dahil olması
-

Tablo-4. Araştırmadan Dışlanma Kriterleri

-
1. İnme tarihinin üzerinde bir yıldan uzun süre geçmiş olması
 2. Bilişsel bozuklukların olması
 3. Duyusal veya global afazi olması
 4. Periferik nöropati veya nöropatiye yol açan sistemik hastalık veya ilaç kullanım öyküsü olması
 5. Alt ekstremit motor iyileşme düzeyinin Brunnstrom evre 1 olması
 6. Serebellar lezyon olması veya serebellar testlerin bozuk olması
 7. Derin duyunun bozuk olması
 8. Görme bozukluğu olması
 9. Vestibüler bozuk olması
 10. Denge egzersizleri ve testlerine koopere olamaması
 11. Denge testlerinin yapılmasını engelleyecek ortopedik bozuk olması
-

Araştırmaya dahil olma kriterlerini karşılayan toplam 23 hasta blok randomizasyon yöntemi kullanılarak iki gruba ayrıldı (Şekil-1).



Şekil-1. Çalışma akış şeması

3.2 Tedavi Protokolü

Araştırmaya dahil olma kriterlerini karşılayan 23 hasta blok randomizasyon yöntemiyle çalışma ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı. Hem çalışma, hem de kontrol grubu konvansiyonel denge rehabilitasyon programına alındı. Konvansiyonel denge rehabilitasyon programı haftada 5 gün, günde 2-3 saat süreyle uygulanan konvansiyonel rehabilitasyon programının bir parçasıydı. Konvansiyonel rehabilitasyon programı denge rehabilitasyonunun yanı sıra, hastanın ihtiyaçlarına göre oluşturulmuş, nörogelişimsel fasilitasyon teknikleri, fizyoterapi, mesleki terapi ve gerektiği hallerde konuşma terapisini içeriyordu. Konvansiyonel denge rehabilitasyon programı postural kontrol egzersizleri, ayakta durmanın sürdürülmesi, mobilizasyon, etkilenen ve sağlam tarafa ağırlık aktarımından oluşmaktaydı.

Çalışma grubundaki hastalara konvansiyonel denge rehabilitasyon programının yanı sıra 4 hafta boyunca haftada 5 gün, günde 20 dakika süreyle Nintendo Wii oyun konsolu ve Nintendo Wii Denge Tahtası ile denge egzersizleri yaptırıldı. Egzersiz sırasında Wii Fit paketinde bulunan denge oyunları kullanıldı. Bu oyunlar sağlıklı kişilere yönelik geliştirildiğinden inme hastaları için oynanması zor olan bazı oyunlar programa dahil edilmedi. Wii Fit paketinde bulunan denge oyunları (Balance Games) arasından çalışmaya dahil edilen inme hastalarının oynayabileceği yedi oyun seçildi. Bu oyunlar; topa kafayla vurma (Heading), kayak slalom (Ski Slalom), masaya eğim verme (Table Tilt), gergin halat (Tightrope Tension), denge balonu (Balance Bubble) ve penguen kaydırma (Penguin Slide) idi (Şekil-2).



Şekil-2. Nintendo Wii ile denge egzersizi

Wii Denge Tahtası her köşesinde bir adet olmak üzere toplam 4 kuvvet sensörü içeren, bu sensörler sayesinde kullanıcının ağırlığını ve basınç merkezi ölçebilen, küçük (51.1 cm genişliğinde, 31.6 cm uzunluğunda, 5.3 cm kalınlığında), hafif (piller olmadan 3.5 kg) ve diğer kuvvet platformlarıyla kıyaslandığında ucuz bir sistemdir. Wii Denge Tahtasının değişik yönlerde ağırlık aktarımını algılayıp, bunu televizyon ekranındaki simülasyon karaktere birebir yansıtması, kişiye yaptığı hareketi izleyebilme imkanı vermekte ve pozitif geribildirim sağlamaktadır.

Hastaların güvenlikleri açısından, egzersizler sırasında denge kaybı olması durumunda tutunmaları için Wii Denge Tahtasının önünde bir yürüteç ve gerektiği durumlarda hastaları tutmak üzere hastaların arkasında bir kişi bulunduruldu.

3.3 Değerlendirme

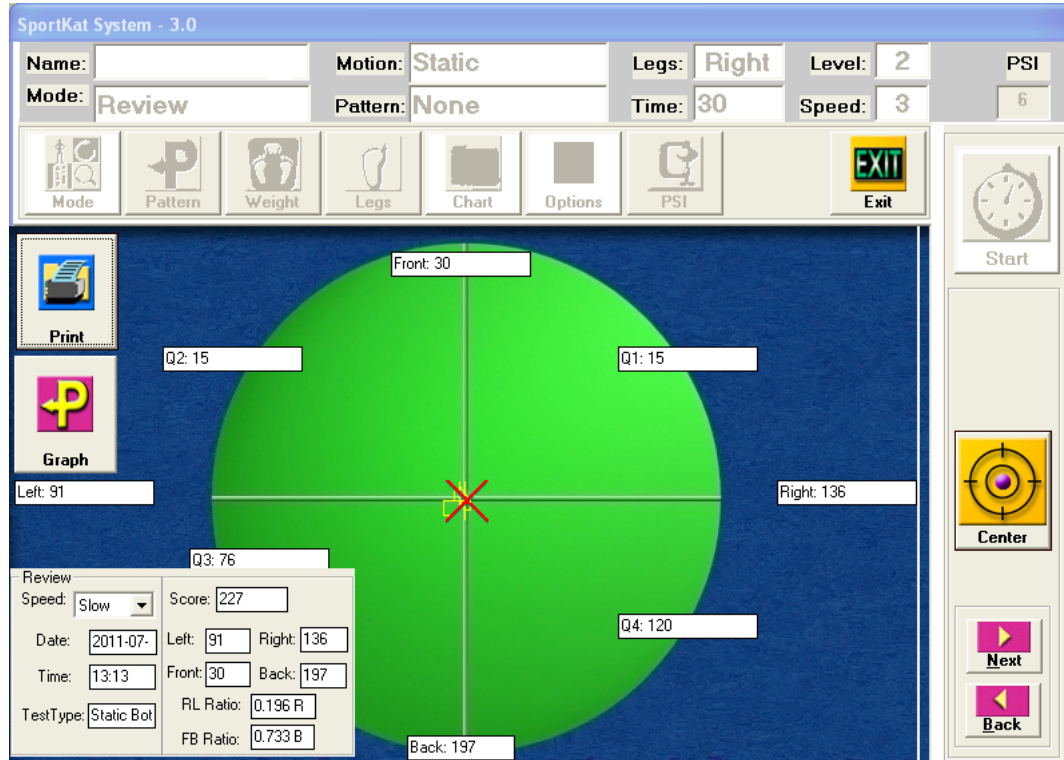
İnmeli hasta değerlendirme ve takip formu ile hastaların; demografik bilgileri, yataklı servise yatış ve çıkış tarihleri, SVO geçirdiği tarih, radyolojik bulguları (MRG veya BT), hastalık etyolojisi, etkilenen vücut yarısı, dominant el, ilk rehabilitasyon uygulamasına kadar geçen süre sorgulandı.

Hastalarda denge bozukluğunu ve tedavinin denge üzerine olan etkisini değerlendirmek amacıyla tedavi öncesinde, 4. ve 8. haftada değerlendirmeler yapıldı.

Dengenin klinik değerlendirilmesinde; Berg denge ölçeği, inme için postural değerlendirme skalası, fonksiyonel uzanma testi ve zamanlı ayağa kalkma-yürüme testi kullanıldı ^{32, 34-38}. Dengenin bilgisayarlı sistemler kullanılarak yapılan ölçümünde; KBE 3000 ve Emed-SX sistemleri kullanıldı. İnme hastalarında KBE-3000 ile statik denge indeksi (SDİ), sağ tarafa gidiş skoru, sol tarafa gidiş skoru, öne ve arkaya gidiş skoru, sağ/sol skor oranı, ön/arka skor oranının güvenilirliğini araştıran bir çalışmada SDİ dışında kalan parametrelerin güvenilirliği düşük bulunmuştur ⁶⁹. Bu nedenle çalışmamızda KBE-3000 ile yapılan değerlendirmelerde inme hastalarında güvenilirliği gösterilmiş olan SDİ kullanıldı. Hastaların KBE 3000 platformunun üzerinde, her iki ayağın ikinci parmağı platformun orta noktasından 10,5 cm uzakta bulunan y eksenine paralel çizgilerin üzerine gelecek ve ayak arkının en yüksek noktası x eksenini kesecek şekilde durmaları sağlandı (Şekil-3). Kinestetik Beceri Eğitim cihazı 3000 ile otuz saniye boyunca SDİ ölçümü yapıldı (Şekil-4).

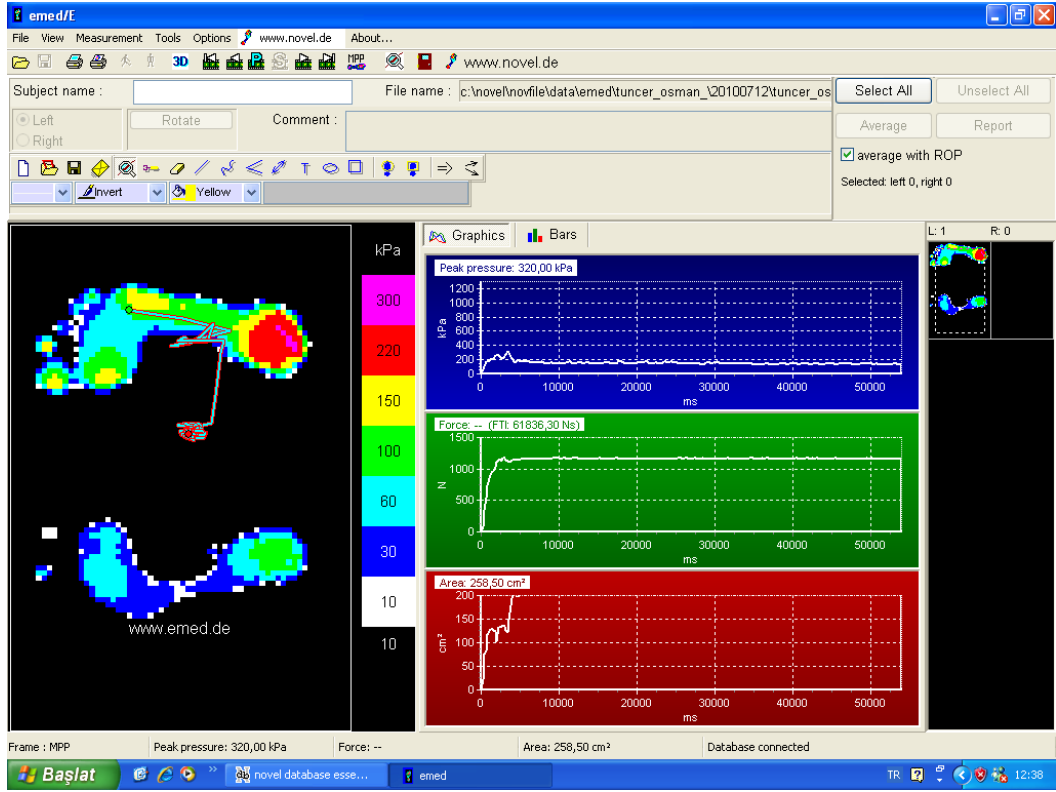


Şekil-3. KBE 3000 cihazı ile statik denge testi uygulaması

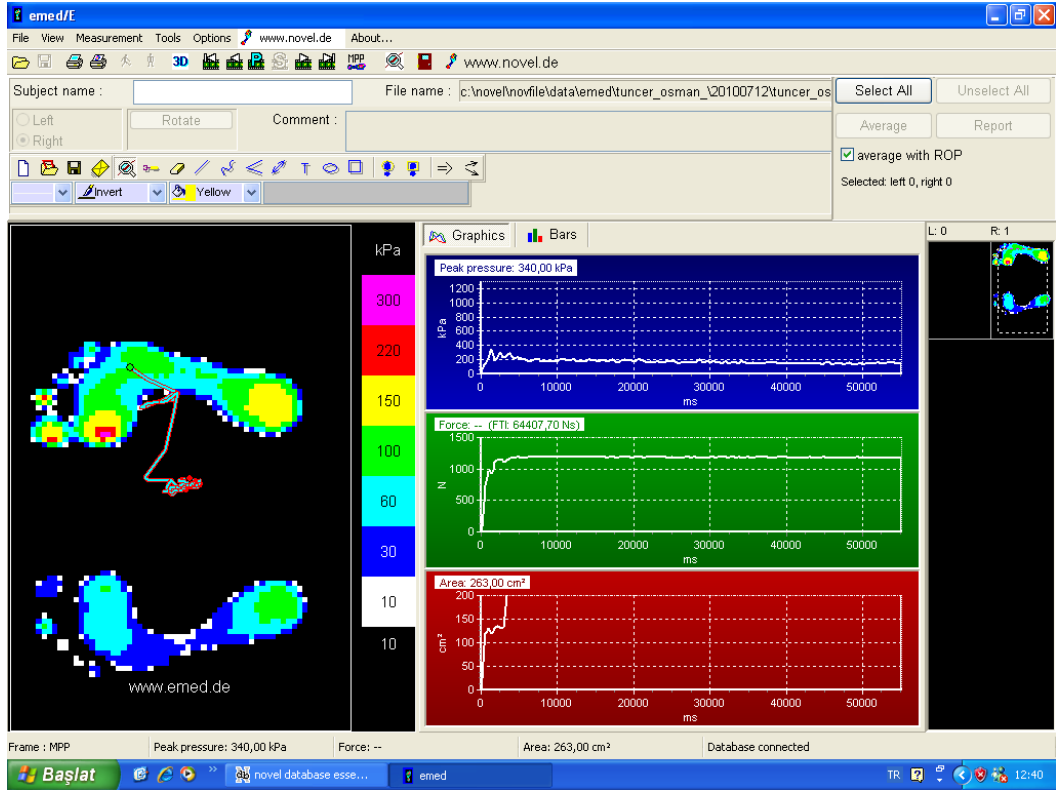


Şekil-4. KBE 3000 cihazının test esnasındaki monitör görüntüsü

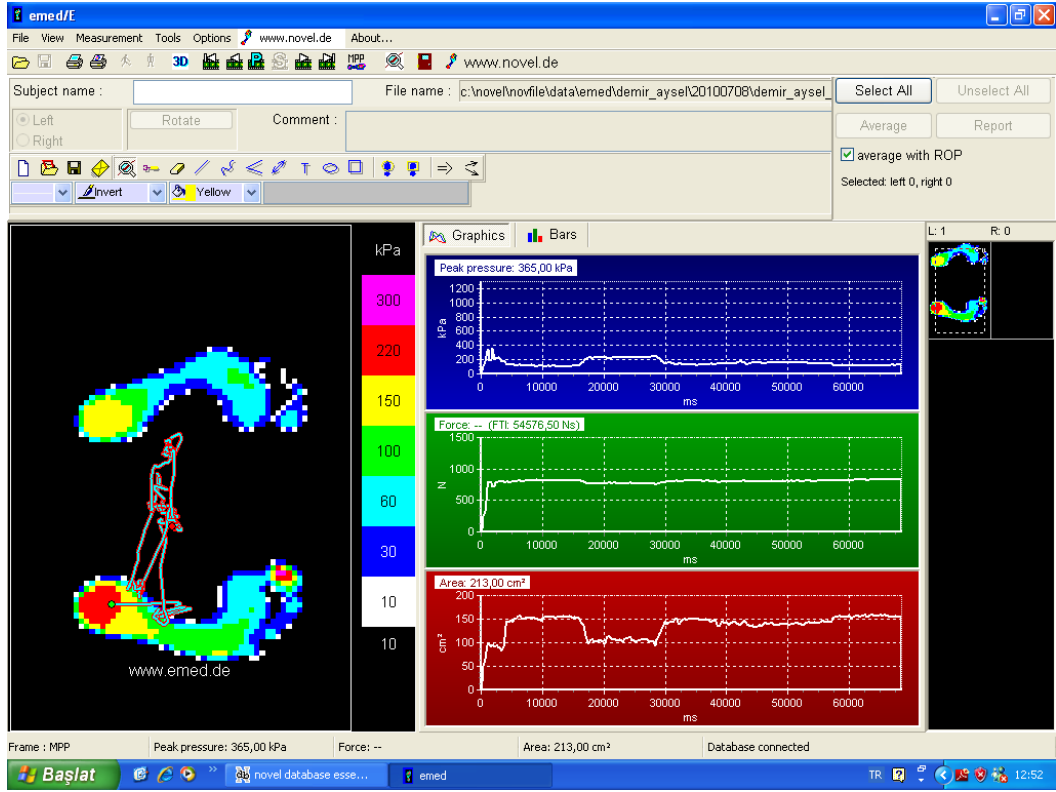
Emed-SX sistemi ile yapılan ölçümler esnasında hastaların her iki ayağının birbirinden uzaklığını standardize edebilmek amacıyla, hastaların KBE 3000 platformundaki ayak pozisyonları bir asetata çizilerek Emed-SX sistemi platformunun üzerine yerleştirildi ve tüm ölçümler bu pozisyona göre yapıldı. Emed-SX sistemi ile 30 saniye boyunca gözler açıkken basınç merkezi salınımının ön-arka (GAÖA) ve medial-lateral (GAML) düzlemde yer değiştirme miktarı milimetre cinsinden ölçüldü (Şekil-5). Emed-SX sistemi ile 30 saniye boyunca gözler kapalıyken basınç merkezi salınımının ön-arka (GKÖA) ve medial-lateral (GKML) düzlemde yer değiştirme miktarı da kaydedildi (Şekil-6). Bunlara ek olarak Emed-SX sistemi platformunda hastalardan hareket etmeksizin dik ayakta durmaları istendi. Hastalar denge halinde Emed-SX platformunda ayakta dururken önce etkilenmiş, sonra etkilenmemiş alt ekstremitelerine on saniye süreyle ağırlık aktarmaları söylendi. Basınç merkezinin etkilenmiş tarafa ağırlık aktarımı ile her iki ayağın orta noktasından etkilenmiş tarafa doğru ne kadar yer değiştirdiği (ETAA) ve basınç merkezinin sağlam tarafa ağırlık aktarımı ile her iki ayağın orta noktasından sağlam tarafa doğru ne kadar yer değiştirdiği (STAA) ayrı ayrı hesaplandı. Hastanın her iki alt ekstremitesine ağırlık aktarımı ile mediolateral düzlemde oluşan basınç merkezinin toplam yer değiştirme miktarı (TAA) da milimetre cinsinden kaydedildi (Şekil-7).



Şekil-5. Sol hemiplejisi olan bir hastada basınç merkezinin gözler açıkken ön-arka (GAÖA) ve medial-lateral (GAML) düzlemde yer değişiminin Emed-SX sistemi ile değerlendirilmesi



Şekil-6. Sol hemiplejisi olan bir hastada basınç merkezinin gözler kapalıyken ön-arka (GAÖA) ve medial-lateral (GAML) düzlemde yer değişiminin Emed-SX sistemi ile değerlendirilmesi



Şekil-7. Sol hemiplejisi olan bir hastada bilateral ağırlık aktarımı sırasında basınç merkezinin yer değişimi

Hastaların transferler ve hareketlilik konusundaki bağımsızlığını değerlendirmek üzere işlevsel bağımsızlık ölçeği (İBÖ) transfer ve hareket alt başlıklarının skorları hesaplandı. İşlevsel bağımsızlık ölçeği kişinin günlük temel fiziksel ve bilişsel aktivitelerinde bağımsızlık düzeyini gösterir. On üç fiziksel, 5 sosyal-bilişsel durum içeren, puan aralığı 18-126 arasında değişen bir ölçektir. Kendine bakım, sfinkter kontrolü, transfer, hareket, iletişim, sosyal ilişki ve bilişsel durumu değerlendiren 7 aşamalı skaladan meydana gelmektedir. Skorlamada hastanın kapasitesi değil, gerçek performansı değerlendirilir. Toplumumuza adaptasyon çalışması yapılmış, inmeli hastalarda geçerli ve güvenilir olduğu gösterilmiştir ^{70, 71}.

3.4 İstatistiksel Analiz

İstatistik analizleri için Statistical Package for the Social Sciences version 17 (SPSS Inc, Chicago) veri analiz programı kullanıldı. Demografik özelliklerin karşılaştırılmasında Ki-Kare testi kullanıldı. İki grup arasında bağımsız değişkenleri karşılaştırmak için Mann Whitney U testi kullanıldı. Grup ve zaman faktörlerinin etki ve etkileşimlerini değerlendirmek için Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi kullanıldı. Devamlı değişkenler ortalama $\pm$ SD olarak tanımlandı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak $p<0.05$ kabul edildi.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma Kasım 2009 ile Ağustos 2011 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür. Çalışma için 70 hasta değerlendirildi. Serebellar lezyonu olan, ikinci kez SVO geçiren, denge testlerine uyum gösteremeyen, inme tarihi 1 yıldan eski olan, bilişsel bozuklukları bulunan, 2. kez rehabilitasyon programına alınan ve çalışmaya katılmayı kabul etmeyen hastalar dışlandıktan sonra inme tanısı almış toplam 23 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların 12'si çalışma grubu olarak belirlenmiş, 11'i ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik ve bazı klinik özellikleri Tablo-5'de özetlenmiştir. Bu özellikler açısından iki grup birbirine benzerdir.

Tablo-5. Çalışma ve kontrol grubundaki hastaların özellikleri (ortalama yaş, cinsiyet, etyoloji, etkilenen vücut yarısı, lezyon sınıfı, rehabilitasyona başlayana kadar geçen süre)

	Çalışma (n=12)	Kontrol (n=11)	p	λ
Yaş (yıl) (ortalama $\pm$ SD)	62.3 $\pm$ 11.79	64.1 $\pm$ 12.2	0.369	
Cinsiyet (E / K)	5 / 7	5 / 6	0.855	0.034
Etyoloji				
Tromboemboli	8	10	0.159	1.982
İntraserebral kanama	4	1		
Etkilenen vücut yarısı				
Sağ	8	4	0.146	2.112
Sol	4	7		
Lezyon sınıfı				
Kortikal	2	6	0.153	3.749
Subkortikal	5	2		
Kortikal+Subkortikal	5	3		
Rehabilitasyona kadar geçen süre (gün) (ortanca, min-maks)	29 (14-348)	31 (13-324)	0.758	

E: Erkek; K: Kadın

Tablo-6 ve Tablo-7’de çalışma ve kontrol grubundaki hastalarda dengeyi değerlendirmeye yönelik olarak kullanılan testlerin tedavi öncesi sonuçları özetlenmiştir. Çalışma ve kontrol gruplarının tedavi öncesi değerlendirmeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo-6. Çalışma ve kontrol gruplarının tedavi öncesi Berg Denge Ölçeği, Fonksiyonel Uzanma Testi, İnme Postural Değerlendirme Skalası ve Statik Denge İndeksi skor ortalamaları

	Çalışma Ortalama $\pm$ SD n=12	Kontrol Ortalama $\pm$ SD n=11	p
BDÖ	38.8 $\pm$ 6.9	39.1 $\pm$ 6.9	0.951
FUT (cm)	16.4 $\pm$ 5.5	18.8 $\pm$ 3.3	0.194
ZKYT (sn)	32.5 $\pm$ 21.2	27.4 $\pm$ 15.0	0.405
İPDS	28.8 $\pm$ 4.3	27.9 $\pm$ 5.2	0.666
SDİ	426.2 $\pm$ 285.3	412.4 $\pm$ 196.8	0.829

BDÖ: Berg Denge Ölçeği; FUT: Fonksiyonel Uzanma testi skoru; ZKYT: Zamanlı Kalkma Yürüme Testi Skoru; İPDS: İnme Postural Değerlendirme Skalası skoru; SDİ: Statik Denge İndeksi skoru

Tablo-7. Çalışma ve kontrol gruplarının tedavi öncesi basınç merkezi yer değişimi ortalamaları

	Çalışma Ortalama $\pm$ SD n=12	Kontrol Ortalama $\pm$ SD n=11	p
GAÖA (cm)	3.0 $\pm$ 0.9	2.5 $\pm$ 0.8	0.102
GAML (cm)	3.0 $\pm$ 1.3	2.7 $\pm$ 0.9	0.712
GKÖA (cm)	3.4 $\pm$ 0.9	3.1 $\pm$ 0.7	0.478
GKML (cm)	3.5 $\pm$ 1.4	3.1 $\pm$ 1.1	0.405
ETAA (cm)	2.7 $\pm$ 2.0	3.8 $\pm$ 2.3	0.218
STAA (cm)	6.5 $\pm$ 2.7	7.9 $\pm$ 2.7	0.242
TAA (cm)	9.2 $\pm$ 4.3	11.7 $\pm$ 4.1	0.176

GAÖA: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GAML: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; GKÖA: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GKML: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; ETAA: Etkilenmiş tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; STAA: Sağlam tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; TAA: Ağırlık aktarımı ile basınç merkezinin toplam yer değiştirme miktarı.

Çalışma grubunda dengeyi değerlendiren testlerin 4. hafta ve 8. hafta sonuçları Tablo-8 ve Tablo-9’de özetlenmiştir.

Tablo-8. Çalışma grubunda Berg Denge Ölçeği, Fonksiyonel Uzanma Testi, İnme Postural Değerlendirme Skalası ve Statik Denge İndeksi skorunun 4. hafta ve 8. hafta sonuçları

	4. Hafta	8. Hafta
BDÖ	48.9±6.4	48.7±4.7
FUT (cm)	25.2±5.5	23.6±5.4
ZKYT (sn)	19.5±9.8	20.5±8.3
İPDS	32.5±2.5	32±2.4
SDİ	369.3±301.5	337±282.8

BDÖ: Berg Denge Ölçeği skoru; FUT: Fonksiyonel Uzanma testi skoru; ZKYT: Zamanlı Kalkma Yürüme Testi Skoru; İPDS: İnme Postural Değerlendirme Skalası skoru; SDİ: Statik Denge İndeksi skoru

Tablo-9. Çalışma grubunda basınç merkezi yer değişimi ortalamalarının 4. hafta ve 8. hafta sonuçları

	4. Hafta	8. Hafta
GAÖA (cm)	2.4±0.8	2.05±0.7
GAML (cm)	1.8±0.5	1.7±0.5
GKÖA (cm)	2.8±0.8	2.4±0.6
GKML (cm)	2.4±0.7	2.2±0.7
ETAA (cm)	5.1±2.0	4.9±1.5
STAA (cm)	7.5±1.9	7.1±1.8
TAA (cm)	11.9±4.1	11.6±3.2

GAÖA: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GAML: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; GKÖA: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GKML: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; ETAA: Etkilenmiş tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; STAA: Sağlam tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; TAA: ağırlık aktarımı ile basınç merkezinin toplam yer değiştirme miktarı.

Kontrol grubunda dengeyi değerlendiren testlerin 4. hafta ve 8. hafta sonuçları Tablo-10 ve Tablo-11’de özetlenmiştir.

Tablo-10. Kontrol grubunda Berg Denge Ölçeği, Fonksiyonel Uzanma Testi, İnme Postural Değerlendirme Skalası ve Statik Denge İndeksi skorunun 4. hafta ve 8. hafta sonuçları

	4. Hafta	8. Hafta
BDÖ	42.2±6.4	39.4±5.7
FUT (cm)	22.2±5.1	20±3.14
ZKYT (sn)	24±13.5	29.6±10.5
İPDS	30.4±4.1	29.2±3.5
SDİ	314.2±129.8	399.7±74.7

BDÖ: Berg Denge Ölçeği skoru; FUT: Fonksiyonel Uzanma testi skoru; ZKYT: Zamanlı Kalkma Yürüme Testi Skoru; İPDS: İnme Postural Değerlendirme Skalası skoru; SDİ: Statik Denge İndeksi skoru

Tablo-11. Kontrol grubunda basınç merkezi yer değişimi ortalamalarının 4. hafta ve 8. hafta sonuçları

	4. Hafta	8. Hafta
GAÖA (cm)	2.6±1.4	2.5±0.5
GAML (cm)	2.4±0.9	2.5±0.6
GKÖA (cm)	3.2±1.4	3.3±0.6
GKML (cm)	2.9±1.3	3.1±0.6
ETAA (cm)	4.5±2.1	3.8±1.71
STAA (cm)	7.4±2.3	6.4±1.7
TAA (cm)	11.1±3.9	10.3±3.06

GAÖA: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GAML: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; GKÖA: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GKML: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; ETAA: Etkilenmiş tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; STAA: Sağlam tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; TAA: ağırlık aktarımı ile basınç merkezinin toplam yer değiştirme miktarı.

Tekrarlayan ölçümler varyans analizi ile tedavi öncesi, 4. ve 8. haftada elde edilen veriler değerlendirildiğinde mevcut parametrelerin hiçbirisinde grup etkisi istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı ($p>0.05$). Göz kapalı basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı ve sağlam tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı dışındaki tüm değerlendirmelerde zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Grup-zaman etkileşimi ise BDÖ, FUT,

GAÖA, GAML, GKÖA, ETAA, STAA ve TAA incelemelerinde istatistiksel olarak anlamlı saptandı. Denge ile ilgili ölçümlerin ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimleri Tablo-12 ve Tablo-13’de özetlenmiştir.

Tablo-12. Berg Denge Ölçeği, Fonksiyonel Uzanma Testi, İnme Postural Değerlendirme Skalası ve Statik Denge İndeksi skoru ortalamalarına grup ve zaman faktörlerinin etki ve etkileşimleri (grup etkisi, zaman etkisi, grup-zaman etkileşimi)

	Grup Etkisi	Zaman Etkisi	Grup-Zaman Etkisi
	p	p	p
BDÖ	0.059	<i><0.001</i>	<i><0.001</i>
FUT (cm)	0.429	<i><0.001</i>	<i><0.001</i>
ZKYT (sn)	0.585	<i><0.001</i>	0.078
İPDS	0.186	<i><0.001</i>	0.375
SDİ	0.982	<i>0.003</i>	0.068

BDÖ: Berg Denge Ölçeği skoru; FUT: Fonksiyonel Uzanma testi skoru; ZKYT: Zamanlı Kalkma Yürüme Testi Skoru; İPDS: İnme Postural Değerlendirme Skalası skoru; SDİ: Statik Denge İndeksi skoru

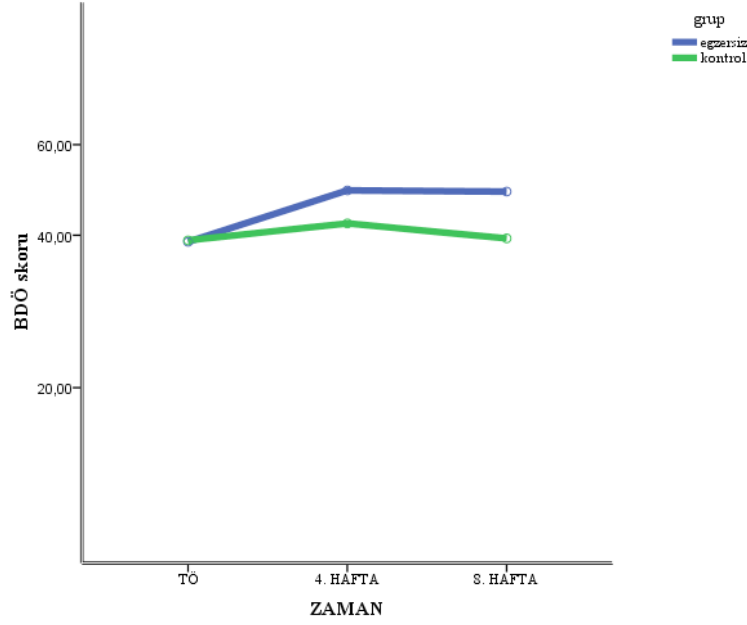
Tablo-13. Basınç merkezi yer değişimi ortalamalarına grup ve zaman faktörlerinin etki ve etkileşimleri (grup etkisi, zaman etkisi, grup-zaman etkileşimi)

	Grup Etkisi	Zaman Etkisi	Grup-Zaman Etkisi
	p	p	p
GAÖA (cm)	0.856	<i>0.02</i>	<i>0.012</i>
GAML (cm)	0.242	<i>0.003</i>	<i>0.034</i>
GKÖA (cm)	0.291	0.095	<i>0.018</i>
GKML (cm)	0.327	<i>0.041</i>	0.071
ETAA (cm)	0.793	<i><0.001</i>	<i>0.002</i>
STAA (cm)	0.783	0.154	<i>0.03</i>
TAA (cm)	0.924	0.26	<i>0.012</i>

GAÖA: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GAML: Göz Açık basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; GKÖA: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin ön-arka miktarı; GKML: Göz Kapalı basınç merkezi yer değişiminin mediolateral miktarı; ETAA: Etkilenmiş tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; STAA: Sağlam tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı; TAA: ağırlık aktarımı ile basınç merkezinin toplam yer değiştirme miktarı.

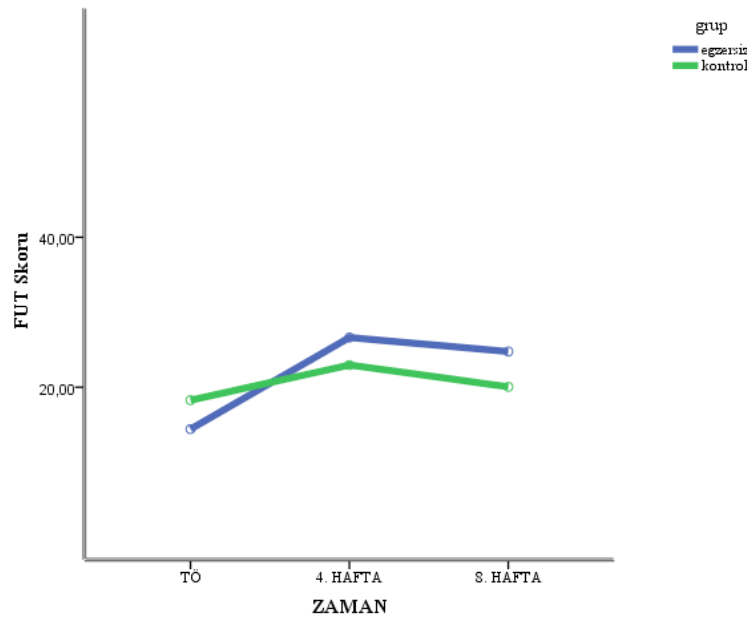
Denge ile ilgili ölçümlerin ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimleri grafik 1-12’de gösterilmiştir.

Grafik-1. Berg denge ölçeğinin zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



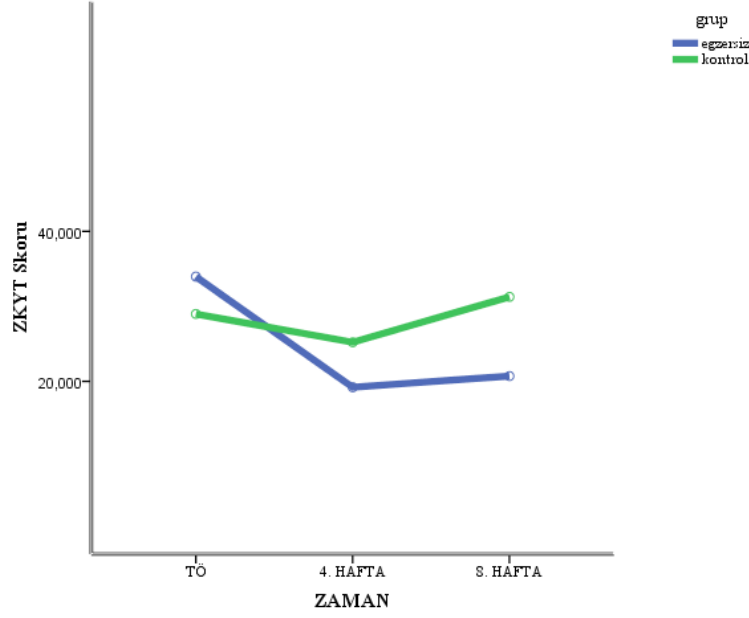
BDÖ: Berg Denge Ölçeği

Grafik-2. Fonksiyonel uzmanma testinin zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



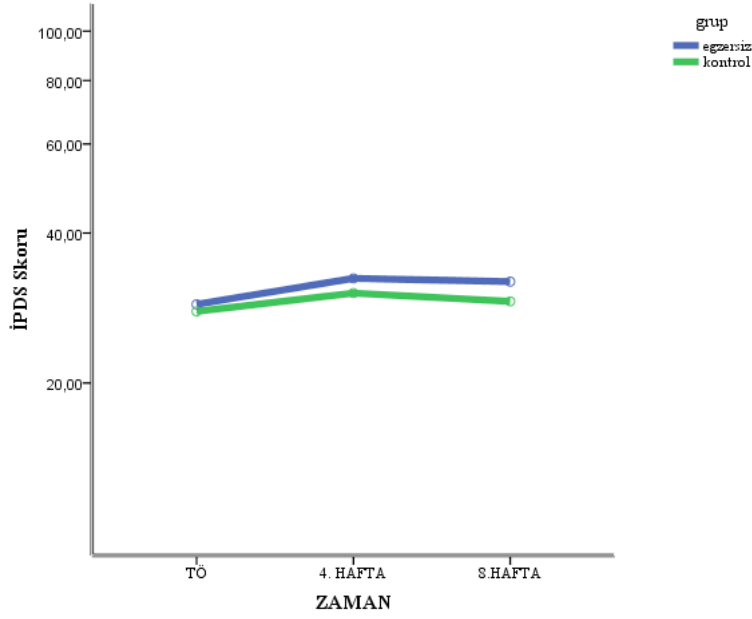
FUT: Fonksiyonel uzmanma testi

Grafik-3. Zamanlı kalkma yürüme testinin zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



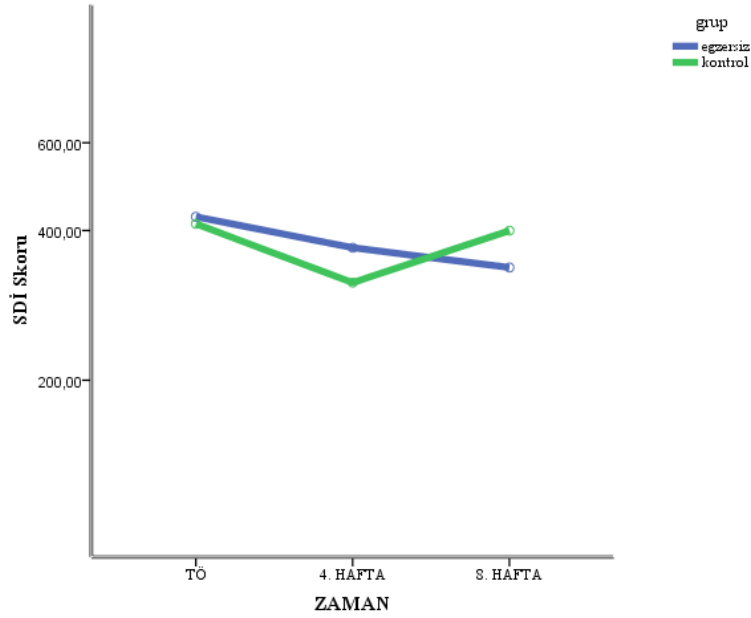
ZKYT: Zamanlı kalkma yürüme testi

Grafik-4. İnme için postural değerlendirme skalasının zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



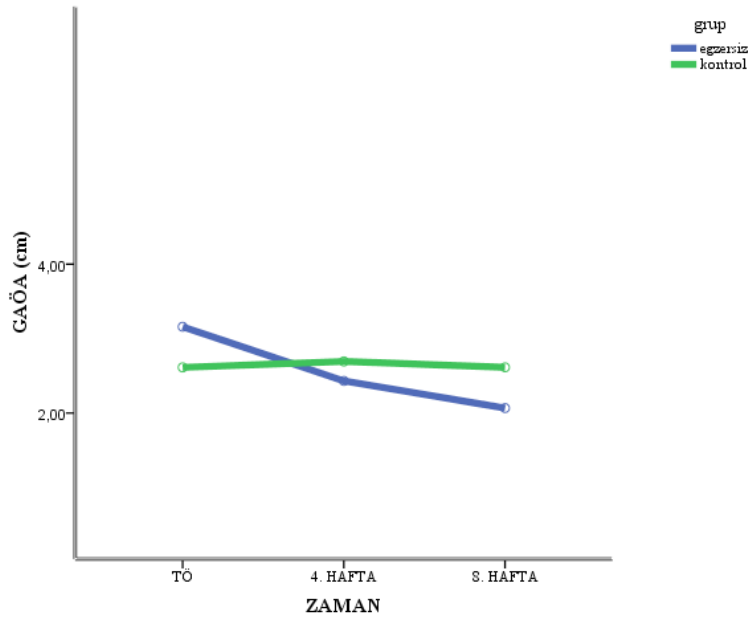
İPDS: İnme için postural değerlendirme testi

Grafik-5. Statik denge indeksinin zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



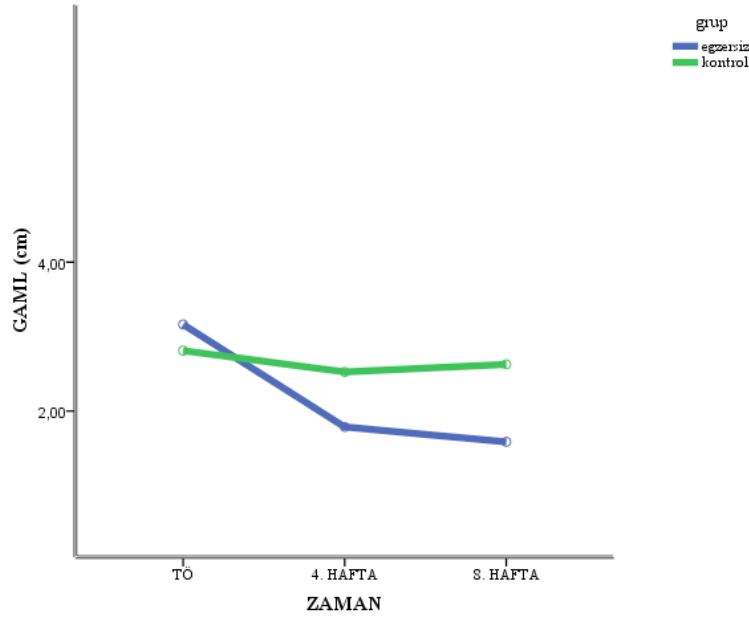
SDİ: Statik denge indeksi

Grafik-6. Göz açık basınç merkezinin ön arka yer değiştirme miktarının zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



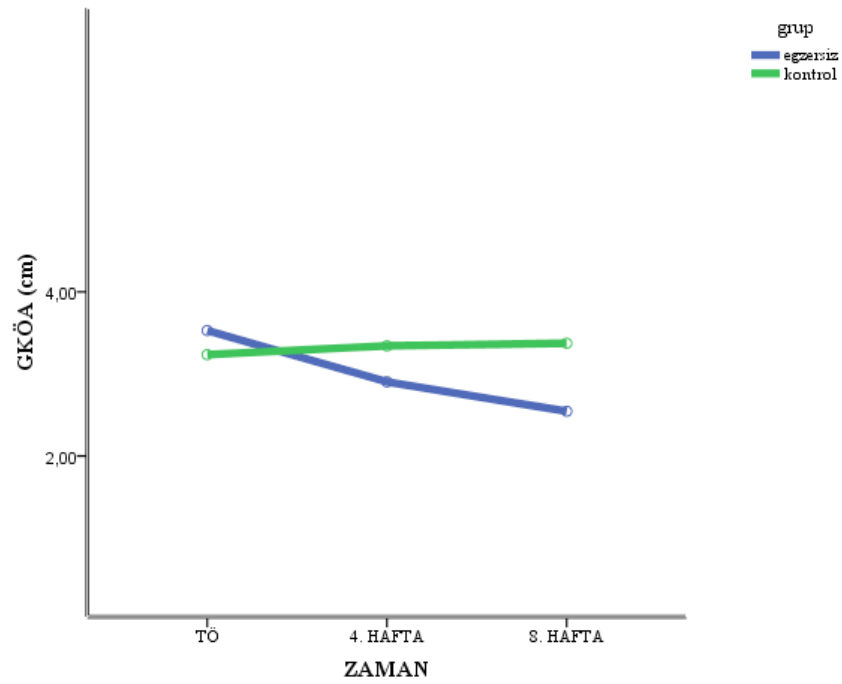
GAÖA: Göz açık basınç merkezinin ön arka yer değiştirme miktarı

Grafik-7. Göz açık basınç merkezinin mediolateral yer değıştirme miktarının zamana göre değışimi ve grup-zaman etkileşimi



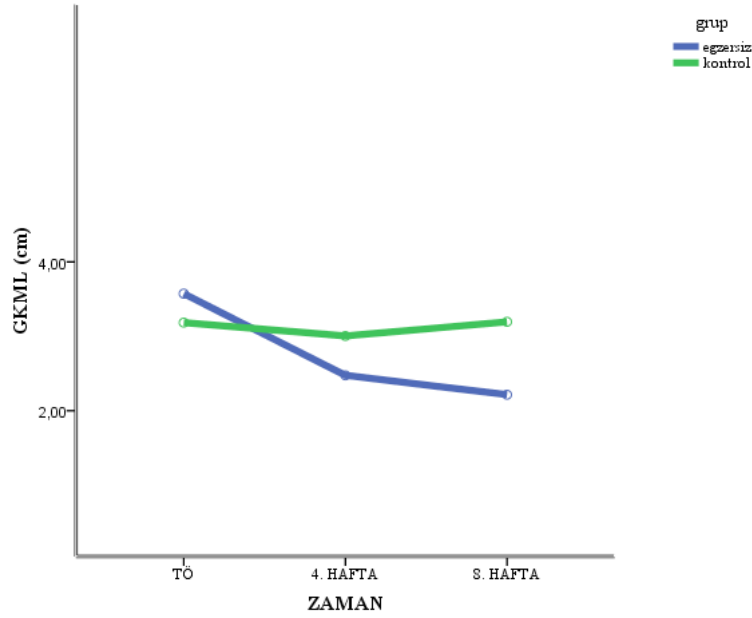
GAML: Göz açık basınç merkezinin mediolateral yer değıştirme miktarı

Grafik-8. Göz kapalı basınç merkezinin ön arka yer değıştirme miktarının zamana göre değışimi ve grup-zaman etkileşimi



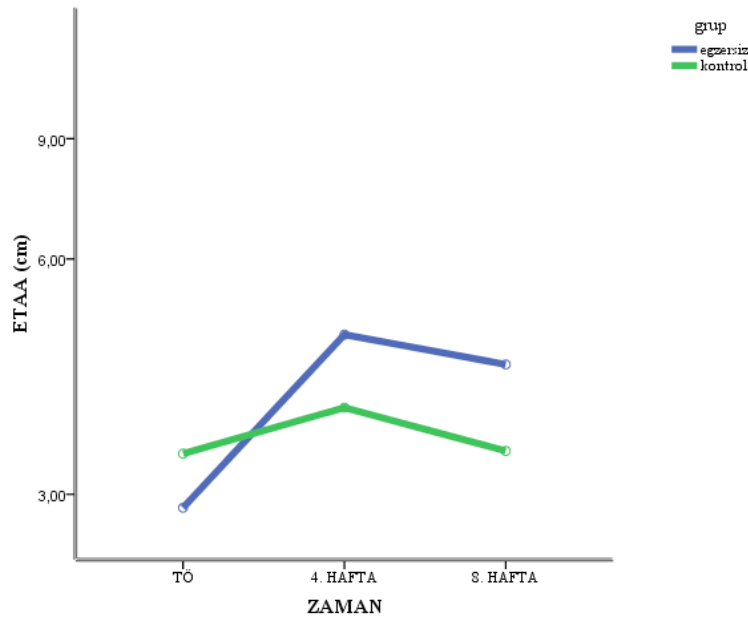
GKÖA: Göz kapalı basınç merkezinin ön arka yer değıştirme miktarı

Grafik-9. Göz kapalı basınç merkezinin mediolateral yer değiştirme miktarının zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



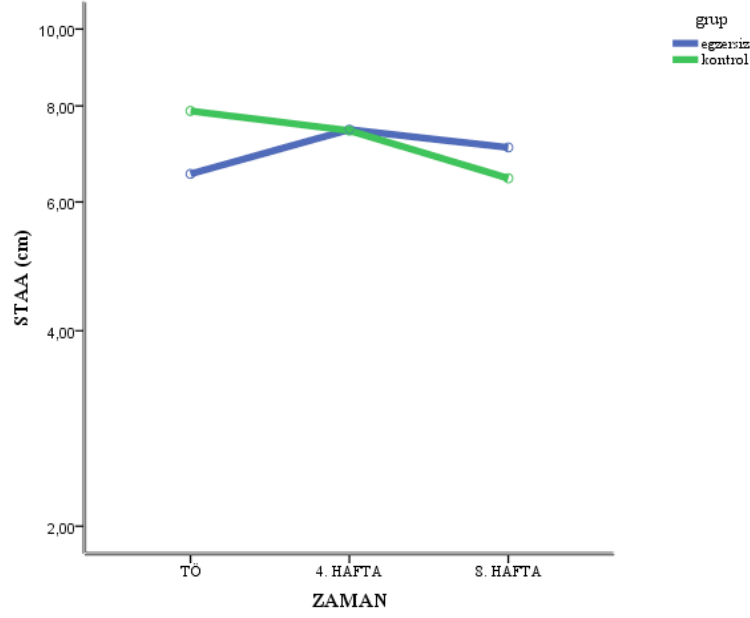
GKML: Göz kapalı basınç merkezinin mediolateral yer değiştirme miktarı

Grafik-10. Etkilenmiş tarafa ağırlık aktarma miktarının zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



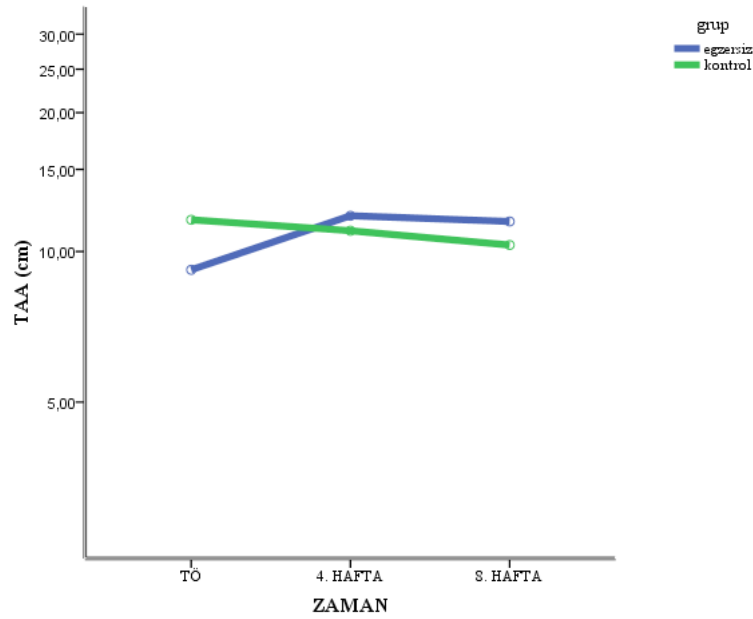
ETAA: Etkilenmiş tarafa ağırlık aktarma miktarı

Grafik-11. Sağlam tarafa ağırlık aktarma miktarının zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



STAA: Sağlam tarafa ağırlık aktarma miktarı

Grafik-12. Toplam ağırlık aktarma miktarının zamana göre değişimi ve grup-zaman etkileşimi



TAA: Toplam ağırlık aktarma miktarı

Hastaların motor fonksiyonlarındaki bağımsızlıklarını değerlendirmek için İBÖT ve İBÖA skorları değerlendirildi. Egzersiz ve kontrol gruplarının bu değerlendirmeler açısından tedavi öncesi benzer olduğu görüldü (sırasıyla $p=0.434$ ve $p=0.732$). Tekrarlı ölçümler varyans analizi ile yapılan değerlendirmede iki grup arasında İBÖT için zaman-grup etkileşimi açısından anlamlı fark izlenirken ($p=0.002$) İBÖA için fark saptanmadı ($p=0.058$). Ancak her iki test için de hem egzersiz hem de kontrol grubunda skorların zamanla değişimi istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.001$).

5.TARTIŞMA

İnme beyne giden kan akımının kesilmesi veya beyni besleyen damarların rüptüre olması nedeniyle gelişen beyin fonksiyonlarındaki ani kayıp olarak tanımlanmaktadır. İnme özürllüğün en önemli nedenlerinden biridir. İnmeden hemen sonra başlayan etkin rehabilitasyon uygulamaları, iyileşme sürecine katkı sağlamanın yanında fonksiyonel kayıpları en aza indirmektedir. Bu nedenle son yıllarda konvansiyonel inme rehabilitasyonunun yanı sıra sanal gerçeklik egzersizleri kullanılarak inme rehabilitasyonunun desteklenmesi denenmekte olan bir yoldur. Bu alandaki ilk çalışmalar başlangıçta yalnızca laboratuvar ortamında kullanılabilen pahalı ve karmaşık cihazlarla yapılabılırken son yıllarda eğlence sektöründe kullanılan oyun konsollarının sanal gerçeklik egzersizlerinde kullanılır hale gelmesiyle, bu uygulamalar çok sayıda merkezde daha ulaşılabilir, ucuz ve kolay uygulanabilir olmuştur.

İnme rehabilitasyonunda sanal gerçeklik başlangıçta sıklıkla üst ekstremité rehabilitasyonunda kullanılmıştır ⁷²⁻⁷⁹. Nintendo Wii ile sanal gerçeklik egzersizleri 2010 yılından itibaren daha sık uygulanmaya başlanmış ve bu teknolojiiden daha çok üst ekstremité rehabilitasyonunda faydalanılmıştır ^{80, 81}. Literatürde Nintendo Wii ile sanal gerçeklik uygulamalarının inme hastalarında denge üzerine etkilerinin araştırıldığı az sayıda yayın bulunmaktadır. Bizim çalışmamız da bu çalışmalardan birisidir.

Bu randomize kontrollü çalışmanın amacı, konvansiyonel denge rehabilitasyon programı ile birlikte Nintendo Wii oyun konsolu ve Nintendo Wii

Denge Tahtası ile gerçekleştirilen sanal gerçeklik uygulamalarının, inmeli hastaların denge rehabilitasyonunda kullanımının, konvansiyonel denge rehabilitasyonunun tek başına kullanımından daha etkin olup olmadığını araştırmaktır.

Bizim çalışmamızda dengenin ve motor fonksiyonlarda bağımsızlığın değerlendirildiği tüm parametreler açısından oldukça homojen iki grup oluşturulmuştur. İki gruptaki hastalara da konvansiyonel denge rehabilitasyonu programı verilirken yalnızca çalışma grubundaki hastalara 4 hafta süreyle Nintendo Wii ile denge egzersizleri yaptırılmıştır. Tedavi öncesinde, 4. ve 8. haftalarda her iki grupta dengeyi değerlendirmek üzere yapılan incelemelerin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bizim çalışmamızda grup etkisinde hiçbir parametrede anlamlı fark izlenmemiştir. Değerlerin zamanla değişimini gösteren zaman etkisi GKÖA, STAA ve TAA dışındaki tüm değerlendirmelerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum hem egzersiz, hem de kontrol grubunun tedavi ile anlamlı olarak düzeldiğini göstermektedir. Sağlam tarafa ağırlık aktarımı ile basınç merkezi yer değiştirme miktarı istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermezken ETAA'nın anlamlı değişim göstermesi, STAA'nın tedavi öncesinde de ETAA'dan daha iyi durumda olmasına bağlanabilir. İki gruptaki değerlerin zamanla değişiminin aynı olup olmadığını, yani iki gruba ait verilerden elde edilen eğrilerin birbirine paralel olup olmadığını gösteren grup-zaman etkileşimi ise BDÖ, FUT, GAÖA, GAML, GKÖA, ETAA, STAA ve TAA incelemelerinde istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır. Çalışma grubunda dinamik dengeyi

değerlendiren ağırlık aktarımı ile ilgili ölçümlerin (ETAA, STAA ve TAA) kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha fazla düzelmesi, Nintendo Wii ile gerçekleştirilen egzersizlerin çoğunlukla mediolateral düzlemde ağırlık aktarımına odaklanmasından kaynaklanmış olabilir. Klinik denge değerlendirilmesinde kullanılan testler içinde BDÖ ve FUT'ta anlamlı düzelme gözlenirken ZKYT'de izlenmemesi benzer şekilde, ZKYT'te değerlendirilen kalkma, yürüme, oturma fonksiyonlarının Nintendo Wii ile yapılan egzersizlerde kullanılmıyor olmasıyla ilişkili olabilir. Çalışmamızda İPDS'de her iki grupta anlamlı düzelme izlenmesine rağmen grup zaman etkileşiminde fark saptanmaması bu testin inmeden sonraki ilk üç aylık dönemde geçerliliği gösterilmiş olan bir değerlendirme yöntemi olması ve bizim çalışmamızın inme tarihi üzerinden bir yıldan kısa süre geçmiş tüm hastaları kapsamasına bağlı olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda statik dengeyi değerlendirmek için kullanılan GAÖA, GAML, GKÖA ölçümlerinin de egzersiz grubunda kontrol grubundan daha fazla düzeldiği görülmüştür.

Berg denge ölçeği sonuçlarının ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimini gösteren Grafik-1'de her iki grubun zaman içerisinde anlamlı değişim gösterdiği ve iki gruptaki değerlerin zamanla değişiminin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Grafik-1'e bakarak, çalışma grubunun BDÖ skorunun tedavi sonrasında daha fazla artış gösterdiği ve bu artışın daha iyi korunduğu söylenebilir.

Fonksiyonel uzanma testi skoru ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimini incelendiğinde BDÖ analiz sonuçlarına benzer olarak her

iki grubun zaman içerisinde anlamlı değişim gösterdiği ve iki gruptaki değerlerin zamanla değişiminin birbirinden farklı olduğu saptanmıştır (Grafik-2). Bu grafikte, tedavi öncesi ve 4. hafta değerlendirmeleri arasındaki değişimin çalışma grubunda daha belirgin olduğu söylenebilir.

Zamanlı kalkma yürüme testi sonuçlarının ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimi Grafik-3'te görülmektedir. Bu değerlendirme için zaman etkisi anlamlı olarak bulunmuştur. Yani iki grup zaman içinde anlamlı değişim göstermektedir. Bu durum grafikte de izlenebilmektedir. Bu değerlendirme için grup zaman etkileşimi anlamsız bulunmuştur. İki eğrinin bu durumda birbirine paralel olması beklenmektedir. Görülmesi beklenen bu durumun grafiğe yansımaması ZKYT skorlarının standart deviasyon değerlerinin oldukça yüksek olmasıyla ilişkili olabilir.

İnme için postural değerlendirme skalası sonuçlarının ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimini gösteren Grafik-4'de her iki grubun zaman içerisinde anlamlı değişim gösterdiği ve iki gruptaki değerlerin zamanla değişiminin birbirinden farklı olmadığı, yani eğrilerin birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Statik denge indeksi ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimini incelendiğinde zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıyken, grup zaman etkileşimi anlamsız bulunmuştur (Grafik-5). Bu durumda iki grubu temsil eden eğrilerin paralel olması beklenirken bunun grafikte izlenememesi bu değerlendirmeler için standart deviasyonun fazla olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Göz açık basınç merkezinin ön arka yer değiştirme miktarı ve GAML değerlerinin ortalamalarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimleri sırasıyla Grafik-6 ve Grafik-7’de izlenmektedir. Bu iki değerlendirmede zaman etkisi ve grup zaman etkileşimi anlamlı bulunmuştur. Grafiklerde, kontrol grubunda tedavi öncesi ile 8. haftanın sonundaki değerlendirmeler arasında belirgin fark izlenmezken çalışma grubunda düzelme olduğu görölmektedir.

Göz kapalı basınç merkezinin ön arka yer değiştirme miktarı değerinin zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimi Grafik-8’de izlenmektedir. İki grubun zaman içindeki değişiminin farklı olup olmadığını gösteren grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Grafikte kontrol grubu değerlerinde değişiklik izlenmezken çalışma grubunun 8. haftaya kadar düzeldiği görölmektedir.

Göz kapalı basınç merkezinin mediolateral yer değiştirme miktarı değerinin zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimi Grafik-9’da izlenmektedir. Bu değerlendirme için zaman etkisi anlamlı bulunmuştur. İki grubun zaman içindeki değişiminin farklı olup olmadığını gösteren grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakla birlikte grafikte kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrasında değişiklik göstermediği ancak çalışma grubunun değerlerinin düzeldiği izlenebilmektedir.

Etkilenmiş tarafa ağırlık aktarma miktarının zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimi Grafik-10’da izlenmektedir. Bu değerlendirme için zaman etkisi ve grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Grafiği incelediğimizde kontrol grubunun 4. haftada elde ettiği kazanımların 8. haftada

hemen hemen kaybolduğunu söyleyebiliriz. Grafikten çalışma grubunun 4. haftada daha belirgin bir düzelme göstermenin yanında 8. haftada kazanımlarını büyük oranda koruduğu sonucunu çıkartmak mümkündür.

Sağlam tarafa ağırlık aktarma miktarı ve TAA değerlerinin zamana göre değişimi ve grup zaman etkileşimleri sırasıyla Grafik-11 ve Grafik-12’de izlenmektedir. Bu değerlendirmeler için grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Grafiği incelediğimizde tedavi öncesiyle 4. hafta karşılaştırıldığında bu değerlerin kontrol grubunda düzelme göstermediği ama çalışma grubunda bir miktar düzeldiği ve bu kazanımların 8. haftada büyük oranda korunduğu söylenebilir.

Literatürde Nintendo Wii ile sanal gerçeklik uygulamalarının inme hastalarında denge üzerine etkilerinin araştırıldığı az sayıda yayından biri, Gil-Gomez ve ark.’larının 2011 yılında yayımladıkları 17 hasta içeren çalışmalarıdır⁸⁰. Bu çalışmada statik ve dinamik denge ölçekleri kullanılarak çalışma ve kontrol grubu değerlendirilmiştir. Statik denge incelendiğinde iki grup arasında anlamlı fark görülürken, dinamik denge iyileşmesinde bu fark izlenmemiştir. Bu çalışmaya kronik inmeli hastalar dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise inme tarihinin üzerinden bir yıldan uzun süre geçmemiş hastalar dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızda Gil Gomez ve ark.’larının çalışmasından farklı olarak hem statik, hem de dinamik dengeyi gösteren bazı parametrelerde düzelme olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızın kısıtlılıklarından biri egzersiz sonrası takip süresinin kısıtlıdır. Egzersizler bittikten 4 hafta sonra yapılan değerlendirme sonuçları ile

hastaların uzun vadeli denge performansı hakkında fikir yürütmek oldukça güçtür.

Çalışmada kullanılan Wii paket programları tüm inme hastalarının uygulayamayacağı, bu hastalara yönelik olarak geliştirilmemiş oyun ve egzersizler olduğu için çalışmaya bu programları daha kolay uygulayabilecek, nispeten daha iyi motor ve denge fonksiyonlarına sahip inme hastaları dahil edildi. Bu nedenle bu hastaların ilk değerlendirme skorları yüksekti. Tedavi öncesindeki skorların yüksekliğine rağmen GKÖA, STAA ve TAA dışındaki tüm değerlendirmelerde hem egzersiz, hem de kontrol grubunun tedavi ile anlamlı olarak düzeldiği görülmüştür. Grup-zaman etkileşimi BDÖ, FUT, GAÖA, GAML, GKÖA, ETAA, STAA ve TAA incelemelerinde istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır. Bu sonuçlar çalışma grubunda bu değerlendirmelerin kontrol grubundan daha fazla düzeldiğine işaret etmektedir. Bu nedenle tedavi öncesindeki yüksek değerlendirme skorlarının sonuçlarımızı etkilememiş olabileceği düşünülebilir.

Wii sanal gerçeklik uygulamalarının kullanıldığı rehabilitasyon egzersizlerinde karşılaşılan belki de en önemli problem; paket olarak sunulan oyun veya egzersizlerin hedef popülasyonunun temel olarak sağlıklı kişiler olmasıdır. Anderson ve ark.'larının 2010 yılında yayımladıkları makalelerinde de belirttikleri gibi oyunlar çoğu zaman inme hastaları için zor ve karmaşıktır⁸¹. Bu problemi aşmak için bazı gruplar, Wii teknolojisini bu hastalara özel egzersiz programlarıyla destekleyerek kullanmıştır^{80, 82}. Buna ek olarak Clark ve ark.'larının 2010 yılında yayımladıkları çalışmalarında Wii Denge Tahtasının denge ölçümünde altın standart olarak kabul edilen denge pertürbasyon

platformlarıyla karşılaştırılmasında, Wii Denge Tahtasının denge rehabilitasyonunda geçerli ve klinik olarak kullanışlı olduğu gösterilmiştir⁸³. Wii Denge Tahtası diğer sistemlere göre daha ucuz, hafif ve taşınabilir olması nedeniyle avantajlıdır.

Literatürde sanal gerçeklik uygulamalarının avantajları arasında, bu yöntemlerin hastalar tarafından kolay kabul edilebilir ve eğlenceli bulunması sayılabilir⁸⁴. Bizim çalışmamızda da çalışma grubundaki hastalar bu tedaviye kolaylıkla uyum göstermiş ve hastaların tümü egzersiz programını istekle sürdürmüştür. Ayrıca egzersiz seansları boyunca hiçbir hastanın güvenliğini tehdit edecek düşme ve yaralanma yaşanmamıştır.

Bu egzersizlerin konvansiyonel denge rehabilitasyonuna ek olarak ne sıklıkta ve ne sürede uygulanacağı net değildir. Bizim çalışmamızda egzersiz grubunda yer alan hastalara 4 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 20 dakika Wii ile sanal gerçeklik egzersizleri yaptırılmıştır. Gil-Gomez ve ark.'larının çalışmasında ise bu süre günde 1 saat olarak uygulanmıştır. Bizim çalışmamızda tedavi süresi daha kısa olsa da olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Nintendo Wii ile yapılan denge egzersizlerinin daha yoğun ve daha uzun süreli uygulanması inme hastalarında bu tedavinin etkinliğini değiştirebilir. Bu amaca yönelik olarak tedavi süresi ve yoğunluğunun etkilerini araştıran yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışma inme rehabilitasyonunda Nintendo Wii ile yapılan sanal gerçeklik uygulamalarının denge üzerine etkilerini araştıran az sayıda çalışmadan biridir. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak denge ve motor fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılan pek çok klinik test ve bilgisayar

temelli denge platform sonuçları bir arada kullanılmıştır. Bu da çalışmamızın özgünlüğünü arttıran özelliklerindendir.

6.SONUÇLAR

Nintendo Wii ile sanal gerçeklik uygulamalarının inme hastalarında denge üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada denge ve motor fonksiyonlarda bağımsızlığı gösteren parametrelerin çoğunda anlamlı düzelme görülmüştür. Nintendo Wii karmaşık, pahalı ve uzmanlaşmış personelin bulunduğu belli merkezlerde uygulanabilen diğer sanal gerçeklik egzersiz sistemlerine göre ucuz ve kolay uygulanabilir bir sistemdir ⁹. Literatürde Nintendo Wii ile yapılan egzersizlerin avantajları arasında, bu yöntemlerin hastalar tarafından kolay kabul edilebilir ve eğlenceli bulunması gösterilmektedir ⁸⁴. Bizim çalışmamızda da hastalar tedaviye kolaylıkla uyum göstermiş ve egzersiz programını istekle sürdürmüştür.

İnme hastalarının konvansiyonel denge rehabilitasyon programlarına, Nintendo Wii ile yapılan denge egzersizlerinin eklenmesinin tedaviyi olumlu yönde etkileyeceğini düşünmekteyiz. Ancak şu anki bilgilerimizle hastalara uygulanacak tedavinin süresi ve yoğunluğu hakkında fikir yürütmek mümkün değildir. Bu nedenle inme hastalarında Nintendo Wii ile denge egzersizi uygulamalarının süresi ve yoğunluğunun etkilerini araştırarak yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Barclay-Goddard R, Stevenson T, Poluha W, Moffatt MEK, Taback SP. Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004 Oct 18;(4):CD004129.
2. Kurt EE, Delialioğlu SÜ, Özel S. İnmeli Hastalarda Dengenin Değerlendirilmesi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2010;56:56-61.
3. Burdea GC. Virtual rehabilitation-benefits and challenges. *Methods Inf Med* 2003; 42(5): 519-23.
4. Teasell R, Meyer MJ, McClure A, Pan C, Murie-Fernandez M, Foley N et al. Stroke rehabilitation: an international perspective. *Top Stroke Rehabil* 2009; 16(1): 44-56.
5. Sveistrup H. Motor rehabilitation using virtual reality. *J Neuroeng Rehabil* 2004; 1: 10.
6. Holden M: Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav* 2005; 8(3): 187-211; discussion 212-9.
7. Cameirao MS, Bermúdez S, Verschure PFMJ. Virtual reality based upper extremity rehabilitation following stroke: a review. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation* 2008; 1(1):63-74.
8. Crosbie JH, Lennon S, Basford JR, McDonough SM: Virtual reality in stroke rehabilitation: still more virtual than real. *Disabil Rehabil* 2007, 29:1139-46; discussion 1147-52.

9. Mouawad MR, Doust CG, Max MD, McNulty PA. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: A pilot study. *J Rehabil Med.* 2011; 43(6):527-33.
10. Stroke--1989. Recommendations on stroke prevention, diagnosis, and therapy. Report of the WHO Task Force on Stroke and other Cerebrovascular Disorders. *Stroke* 1989;20(10):1407-31.
11. Sudlow CL, Warlow CP. Comparing stroke incidence worldwide: what makes studies comparable? *Stroke* 1996;27(3):550-8.
12. Aho K, Harmsen P, Hatano S, Marquardsen J, Smirnov VE, Strasser T. Cerebrovascular disease in the community: results of a WHO collaborative study. *Bull World Health Organ* 1980;58(1):113-30.
13. Brandstater ME. Stroke Rehabilitation. In: Delisa JA, Gans BM, eds. *Rehabilitation Medicine*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998; 1165-1189.
14. Roth EJ, Harvey RL. Rehabilitation of stroke syndromes. In: Braddom RL, ed. *Physical Medicine and Rehabilitation*. 1st ed. Philadelphia: W.B Saunders Co; 1996; 1053-1087.
15. Karataş GK. İnme. Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. İkinci baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri; 2011. s. 2761-2788.
16. Dalyan AM, Çakıcı A. İnme rehabilitasyonu. Oğuz H, Dursun E, Dursun N (editörler). *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2004.s.589-617.
17. Utku U. İnme Tanımı, Etiyolojisi, Sınıflandırma ve Risk Faktörleri. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2007; 53 Özel Sayı 1: 1-3.

18. Hankey GJ. Potential new risk factors for ischemic stroke: what is their potential? *Stroke* 2006;37(8):2181-8.
19. Sacco RL. Pathogenesis, Classification, and Epidemiology of Cerebrovascular Disease In: Rowland LP, Ed. *Merritt's Neurology*. Lippincott; Williams and Wilkins, 2005:275-290.
20. Kumral E, Balkır K. İnme epidemiyolojisi. Balkan S, (editör). *Serebrovasküler Hastalıklar*. Ankara; Güneş Kitabevi; 2002:38-47.
21. Goldstein LB, Adams R, Alberts MJ, Apel LJ, Brass LM, Bushnell CD, et al. Primary Prevention of Ischemic Stroke. A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association Stroke Council. *Stroke* 2006;37:1583-633.
22. Idris I, Thomson GA, Sharma JC. Diabetes mellitus and stroke. *Int J Clin Pract* 2006;60:48-56.
23. Johnston SC, Gress DR, Browner WS, Sidney S. Short-term prognosis after emergency department diagnosis of TIA. *JAMA* 2000; 284:2901-6.
24. Rothwell PM, Giles MF, Flossmann E, Lovelock CE, Redgrave JN, Warlow JP, et al. A simple score (ABCD) to identify individuals at high early risk of stroke after transient ischemic attack. *Lancet* 2005;366:29-36.
25. Johnston SC, Rothwell PM, Nguyen-Huynh MN, Giles MF, Elkins JS, Bernstein AL, et al. Validation and refinement of scores to predict very early stroke risk after transient ischemic attack. *Lancet* 2007;369:283-92.
26. Giles MF, Rothwell PM. Risk of stroke early after transient ischemic attack: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol* 2007;6:1063-72.

27. Rothwell PM. Does transient ischemic attack deserve emergency care? *Nat Clin Pract Neurol* 2006;2(4):174-5.
28. Öken Ö. Postür. Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. İkinci baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri; 2011. s. 243-258.
29. DiStefano LJ, Clark MA, Padua DA. Evidence supporting balance training in healthy individuals: a systemic review. *J Strength Cond Res* 2009;23(9):2718-31.
30. Duarte M, Freitas SM. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(3):183-92.
31. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(11):1566-71.
32. Benaim C, Perennou DA, Villy J, Rousseaux M, Pelissier JY. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke* 1999;30(9):1862-8.
33. Hansen MS, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen BW. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT 2000). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8(3):180-5.
34. Kornetti DL, Fritz SL, Chiu YP, Light KE, Velozo CA. Rating scale analysis of the Berg Balance Scale. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(7):1128-35.
35. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990;45(6):M192-7.
36. Isles RC, Choy NL, Steer M, Nitz JC. Normal values of balance tests in women aged 20-80. *J Am Geriatr Soc* 2004;52(8):1367-72.

37. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*. 2000 Sep;80(9):896-903.
38. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142-8.
39. Yelnik A, Bonan I. Clinical tools for assessing balance disorders. *Neurophysiol Clin* 2008;38(6):439-45.
40. Blennerhassett JM, Jayalath VM. The Four Square Step Test is a feasible and valid clinical test of dynamic standing balance for use in ambulant people poststroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(11):2156-61.
41. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69(6):395-400.
42. Dickstein R, Nissan M, Pillar T, Scheer D. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. *Phys Ther* 1984;64(1):19-23.
43. Wall JC, Turnbull GI. Gait asymmetries in residual hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1986;67(8):550-3.
44. Lin JH, Hsieh CL, Hsiao SF, Huang MH. Predicting long-term care institution utilization among post-rehabilitation stroke patients in Taiwan: a medical centre-based study. *Disabil Rehabil* 2001;23(16):722-30.
45. Geurts AC, de Haart M, van Nes IJ, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture* 2005;22(3):267-81.

46. Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurol* 2004;3(9):528-36.
47. Adams H, Adams R, Del Zoppo G, Goldstein LB (Stroke council of the American Heart Association/American Stroke Association). Guidelines for the Early Management of Patients With Ischemic Stroke: 2005 Guidelines Update A Scientific Statement From the Stroke Council of the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2005; 36: 916-23.
48. Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, Choi JY, Glasberg JJ, Graham GD et al. Management of adult stroke rehabilitation care: a clinical practice guideline. *Stroke* 2005;36:100-43.
49. Eyigör S. İnmeli Hastalarda Genel Rehabilitasyon Prensipleri, Yaşam Kalitesi ve Son Durum Değerlendirmesi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2007: 53 Özel Sayı 1; 19-25.
50. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther* 2006;86:30-8.
51. Mecagni C, Smith JP, Roberts KE, O'Sullivan SB. Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. *Phys Ther* 2000;80:1004-11.
52. de Oliveira CB, de Medeiros IR, Frota NA, Greters ME, Conforto AB. Balance control in hemiparetic stroke patients: main tools for evaluation. *J Rehabil Res Dev* 2008;45(8):1215-26.
53. Carr JH, Shepherd RB. *Stroke Rehabilitation: Guidelines for Exercise and Training to Optimize Motor Skill*. 1st ed. China: Elsevier Limited; 2003.

54. Boncoraglio GB, Bersano A, Candelise L, Reynolds BA, Parati EA. Stem cell transplantation for ischemic stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Sep 8;(9):CD007231.
55. Richards LG SK, Woodbury ML, Senesac C, Cauraugh JH. Movement-dependent stroke recovery: a systematic review and meta-analysis of TMS and fMRI evidence. *Neuropsychologia* 2008; 46: 3–11.
56. Zimmermann-Schlatter A, Schuster C, Puhan MA, Siekierka E, Steurer J. Efficacy of motor imagery in post-stroke rehabilitation: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil* 2008; 5: 8.
57. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil* 2007; 14: 52–61.
58. Coupar F, Pollock A, van Wijck F, Morris J, Langhorne P. Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; 4: CD006432.
59. Martinsson L, Hårdemark H, Eksborg S. Amphetamines for improving recovery after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 1: CD002090.
60. Saposnik G, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke* 2011;42(5):1380-6.
61. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8:741–54.
62. Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman TW, Lankhorst GJ, Koetsier JC. Effects of intensity of rehabilitation after stroke. A research synthesis.

Stroke. 1997;28:1550 –6.

63. Luft AR, McCombe-Waller S, Whitall J, Forrester LW, Macko R, Sorkin JD et al. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. JAMA 2004;292:1853–1861.

64. Buccino G, Solodkin A, Small SL. Functions of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation. Cogn Behav Neurol. 2006;19:55– 63.

65. Celnik P, Stefan K, Hummel F, Duque J, Classen J, Cohen LG. Encoding a motor memory in the older adult by action observation. Neuroimage. 2006;29:677– 84.

66. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M. The mirror system and its role in social cognition. Curr Opin Neurobiol. 2008;18:179 –84.

67. Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study. Am J Phys Med Rehabil 2009;88(9):693-701.

68. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. Cyberpsychol Behav 2005;8(3):187-211; discussion 212-9.

69. Acar M, Karatas GK. The effect of arm sling on balance in patients with hemiplegia. Gait Posture 2010;32(4):641-4.

70. Kucukdeveci AA, Yavuzer G, Elhan AH, Sonel B, Tennant A. Adaptation of the Functional Independence Measure for use in Turkey. Clin Rehabil 2001;15(3):311-9.

71. Anderson K, Aito S, Atkins M, Biering-Sorensen F, Charlifue S, Curt A et al. Functional recovery measures for spinal cord injury: an evidence-based review for clinical practice and research. *J Spinal Cord Med* 2008;31(2):133-44.
72. Piron L, Tonin P, Piccione F, Iaia V, Trivello E, Dam M. Virtual environment training therapy for arm motor rehabilitation. *Presence* 2005;14(6):732-40.
73. Boian R, Sharma A, Han C, Merians A, Burdea G, Adamovich S et al. Virtual reality-based post-stroke hand rehabilitation. *Stud Health Technol Inform* 2002;85:64-70.
74. Holden M, Dyar T. Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation. *Neurol Report* 2002; 26: 62–74.
75. Piron L, Tonin P, Atzori AM, Zucconi C, Massaro C, Trivello E, et al. The augmented-feedback rehabilitation technique facilitates the arm motor recovery in patients after a recent stroke. *Stud Health Technol Inform* 2003;94:265-7.
76. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park CM, Cho SH, et al. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(11):2218-23.
77. Merians AS, Poizner H, Boian R, Burdea G, Adamovich S. Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke? *Neurorehabil Neural Repair* 2006;20(2):252-67.
78. Fischer HC, Stubblefield K, Kline T, Luo X, Kenyon RV, Kamper DG. Hand rehabilitation following stroke: a pilot study of assisted finger extension training in a virtual environment. *Top Stroke Rehabil* 2007;14(1):1-12.

79. Connelly L, Jia Y, Toro ML, Stoykov ME, Kenyon RV, Kamper DG. A pneumatic glove and immersive virtual reality environment for hand rehabilitative training after stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2010;18(5):551-9.
80. Gil-Gomez JA, Llorens R, Alcaniz M, Colomer C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *J Neuroeng Rehabil* 2011;8:30.
81. Anderson F, Annett M, Bischof WF. Lean on Wii: physical rehabilitation with virtual reality Wii peripherals. *Stud Health Technol Inform* 2010;154:229-34.
82. Gonzalez-Fernandez M, Gil-Gomez JA, Alcaniz M, Noe E, Colomer C. eBaViR, easy balance virtual rehabilitation system: a study with patients. *Stud Health Technol Inform* 2010;154:61-6.
83. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait Posture* 2010;31(3):307-10.
84. Lewis GN, Woods C, Rosie JA, McPherson KM. Virtual reality games for rehabilitation of people with stroke: perspectives from the users. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2011;6(5):453-63.

7. ÖZET

İnmede postür ve denge değişiklikleri sık görülür. Denge ve postüral kontrol ile ilgili sorunlar yaralanma ve düşmeye neden olabileceğinden motor beceriler içinde kritik öneme sahiptir. İnmeden hemen sonra başlayan etkin rehabilitasyon uygulamaları fonksiyonel kayıpları en aza indirmektedir. Son yıllarda konvansiyonel inme rehabilitasyonun yanı sıra sanal gerçeklik egzersizleri kullanılarak tedavinin desteklenmesi denenmekte olan bir yoldur. Bu çalışmanın amacı inme hastalarında Nintendo Wii ile uygulanan sanal gerçeklik egzersizlerinin denge ve motor fonksiyonlarda bağımsızlık üzerindeki etkinliğini araştırmaktır.

Hastaları değerlendiren kişinin hasta gruplarına kör olduğu bu randomize kontrollü çalışmaya inme tarihi üzerinden 1 yıldan kısa süre geçmiş toplam 23 hemiparetik hasta dahil edildi. Hastalar blok randomizasyon yöntemiyle iki gruba ayrıldı. Çalışma ve kontrol gruplarındaki hastaların tümü konvansiyonel denge rehabilitasyon programına alındı. Çalışma grubundaki 12 hastaya bununla birlikte 4 hafta boyunca, haftada 5 gün ve günde 20 dakika süreyle Nintendo Wii ile denge egzersizleri yaptırıldı. Dengenin değerlendirilmesinde; Berg denge ölçeği, inme için postural değerlendirme skalası, fonksiyonel uzanma testi, zamanlı ayağa kalkma-yürüme testi, statik denge indeksi, Emed-SX sistemi ile gerçekleştirilen basınç merkezi salınımının yer değiştirme miktarı ve ağırlık aktarımı ile basınç merkezinin yer değiştirme miktarı ölçümleri kullanıldı. Motor fonksiyonlarda bağımsızlığı değerlendirmek için İşlevsel bağımsızlık ölçeğinin ambulasyon ve

transfer alt skalaları kullanıldı. Hastalar tedavi öncesinde, 4. haftada (tedavi sonrası) ve 8. haftada(takip) değerlendirildi.

Tekrarlayan ölçümler varyans analizi ile yapılan incelemede grup-zaman etkileşimi BDÖ, FUT, GAÖA, GAML, GKÖA, ETAA, STAA, TAA ve İBÖT değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı saptandı ($p<0.05$). Zaman etkisi ise BDÖ, FUT, ZKYT, İPDS, SDİ, GAÖA, GAML, GKML, ETAA, İBÖA, İBÖT değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı saptandı ($p<0.05$).

İnme hastalarında konvansiyonel denge rehabilitasyonuna ek olarak Nintendo Wii ile sanal gerçeklik egzersizlerinin uygulanması denge performansını ve motor fonksiyonlarda bağımsızlığı arttırmaktadır.

Anahtar kelimeler: Hemipleji, denge, sanal gerçeklik

8. SUMMARY

Decreased postural stability and balance disorders are a common problem in hemiplegic patients secondary to stroke. Disturbed equilibrium reactions in stroke have critical importance because of increasing risk of falling and injuries. An efficient rehabilitation program beginning immediately after stroke minimizes functional losses. In recent years, the virtual reality exercise program has begun to gain a widespread application as a supportive therapy in stroke rehabilitation. The aim of this study was to examine the efficiency of virtual reality exercises with Nintendo Wii system on balance and independence in motor functions.

This randomized controlled assessor-blinded study included 23 stroke inpatients with hemiparesis all within 12 months poststroke. Patients were randomly assigned to one of the two groups via block randomization method. Both groups participated in a conventional balance rehabilitation programme. Twelve patients in the study group received a four week balance training programme five times per week with a session duration of 20 minutes using the Nintendo Wii system in addition to the conventional balance rehabilitation programme. Balance was assessed by the Berg balance scale, the functional reach test, the timed up and go test, the postural assessment scale for stroke, the static balance index. Also displacement of centre of pressure sway and centre of pressure displacement during weight shifting was calculated by Emed-SX system. Independence in motor functions was assessed by FIM ambulation and FIM

transfer subscales. The outcome measures were evaluated at baseline, 4th week (posttreatment), 8th week (follow-up).

Repeated measures analysis of variance was performed for each of the outcome measure. Significant group time interaction was detected in the scores of the Berg balance scale, the functional reach test, eyes open anteroposterior and mediolateral center of pressure sway distance, eyes closed anteroposterior center of pressure sway distance, center of pressure displacement during weight shifting to effected side, uneffected side and total centre of pressure displacement during weight shifting ($p<0.05$). Time effect was statistically significant in the scores of the Berg balance scale, the functional reach test, the timed up and go test, the postural assesment scale for stroke, the static balance index ,eyes open anteroposterior and mediolateral center of pressure sway distance, eyes closed mediolateral center of pressure sway distance, the center of pressure displacement during weight shifting to effected side, the functional independence measure ambulation and transfer scores ($p<0.05$).

Virtual reality exercises with Nintendo Wii system combined with a conventional balance rehabilitation programme enhances balance performance and independence in motor functions in stroke patients.

Key words: Hemiplegia, balance, virtual reality