

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KRONİK İNME HASTALARINDA DİZ
HİPEREKSTANSİYONUNA NEDEN OLAN FAKTÖRLER
VE HİPEREKSTANSİYONUN KONTROLÜ İÇİN RİJİT
BANTLAMA UYGULAMASININ ETKİSİNİN
KİNEMATİK ANALİZ YOLUYLA ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Süleyman KORKUSUZ

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2023

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KRONİK İNME HASTALARINDA DİZ
HİPEREKSTANSİYONUNA NEDEN OLAN FAKTÖRLER VE
HİPEREKSTANSİYONUN KONTROLÜ İÇİN RİJİT BANTLAMA
UYGULAMASININ ETKİSİNİN KİNEMATİK ANALİZ
YOLUYLA ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Süleyman KORKUSUZ

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Ayla FİL BALKAN**

**ANKARA
2023**

**KRONİK İNME HASTALARINDA DİZ HİPEREKSTANSİYONUNA
NEDEN OLAN FAKTÖRLER VE HİPEREKSTANSİYONUN KONTROLÜ İÇİN
RİJİT BANTLAMA UYGULAMASININ ETKİSİNİN KİNEMATİK ANALİZ
YOLUYLA ARAŞTIRILMASI**

Öğrenci: Uzm. Fzt. Süleyman KORKUSUZ

Danışman: Doç. Dr. Ayla FİL BALKAN

Bu tez çalışması **26.12.2023** tarihinde jürimiz tarafından “Nöroloji Fizyoterapistliği Programı” nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	<i>Prof. Dr. Muhammed KILINÇ</i> (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	<i>Prof. Dr. Nezire KÖSE</i> (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	<i>Prof. Dr. Sevil BİLGİN</i> (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	<i>Prof.Dr. Birol BALABAN</i> (Lefke Avrupa Üniversitesi)
Üye:	<i>Prof. Dr. Z. Özlem YÜRÜK</i> (Başkent Üniversitesi)

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

-/01/2024

Süleyman KORKUSUZ

1

¹ “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanının** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanının** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanının** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Ayla FİL BALKAN danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Fzt. Süleyman KORKUSUZ

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde, tezimin planlanmasında ve yürütülmesinde büyük emekleri olan, Nörolojik Rehabilitasyon alanına çok büyük katkılar veren, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum, bilgi birikimi, şefkati ve yüceliğine her zaman hayran kaldığım, bir yıl önce bugün aramızdan ayrılan, kaybı ile beni derinden üzen kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Kadriye Armutlu'ya sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Prof. Dr. Kadriye Armutlu hocamın vefatından sonra danışmanlığımı yürüten tezimin tamamlanmasında bilgi, deneyim ve desteğini benden esirgemeyen, tüm samimiyeti ile kıymetli vaktini ayıran değerli danışmanım Doç. Dr. Ayla Fil Balkan'a,

Laboratuvar analizleri ve sonuçların yorumlanmasına büyük destek veren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Serdar Arıtan, Dr. Öğr. Üyesi Nihat Özgören ve tez vakalarımın sağlanmasına destek veren değerli hocam Prof. Dr. M. Akif Topçuoğlu'na,

Tezimin yürütülmesine akademik bilgi ve deneyimleriyle önemli katkılar sunan değerli hocam Prof. Dr. Nezire Köse, lisansüstü eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve bir abla gibi destekleyen kıymetli hocam Prof. Dr. Özlem Yürük'e,

Doktora eğitimime bilgi ve birikimleriyle katkı veren başta değerli hocalarım Prof. Dr. Muhammed Kılınç ve Prof. Dr. Sevil Bilgin olmak üzere Nörolojik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'ndaki tüm hocalarıma,

Asistanı olmaktan gurur duyduğum Fizyoterapi ve Rehabilitasyon alanının duayeni değerli hocam Prof. Dr. Hülya Arıkan'a ve Dr. Öğr. Üyesi Naime Uluğ'a,

İş ve akademik hayatım boyunca her zaman destek olan değerli hocalarım Prof. Dr. Birol Balaban, Prof. Dr. Haydar Möhür, Prof. Dr. Rengin Erdal, Prof. Dr. H. Baran Yosmaoğlu, Doç. Dr. Ferdi Yavuz ve kıymetli ablam Doç. Dr. Sibel Kibar'a,

Gönüllü olarak çalışmama katılmayı kabul eden değerli hastalarım,

Bugünlere gelmemde emeğini asla ödeyemeyeceğim babam Ziya Korkusuz, annem Süreyya Korkusuz, kardeşlerim Cansu ve İrem Korkusuz'a,

Doktora eğitimimin ve Hacettepe'nin bana kazandırdığı, tezimin bu aşamaya gelmesinde birlikte gece gündüz çalıştığımız meslektaşım, hayat arkadaşım, değerli eşim Öğr. Gör. Büşra Seçkinoğulları Korkusuz'a sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

KORKUSUZ, S., Kronik İnme Hastalarında Diz Hiperekstansiyonuna Neden Olan Faktörler ve Hiperekstansiyonun Kontrolü İçin Rijit Bantlama Uygulamasının Etkisinin Kinematik Analiz Yoluyla Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nöroloji Fizyoterapistliği Programı Doktora Tezi, Ankara, 2023. Bu çalışma, inme hastalarında yürüyüşün duruş fazında dizde hiperekstansiyona neden olan faktörleri belirlemek ve rijit bantlama uygulamasının hiperekstansiyona akut etkisi incelemek amacıyla yapıldı. Çalışmaya 40-70 yaş arasındaki 30 inme hastası dahil edildi. Hastaların alt ekstremita kas kuvveti manuel kas testiyle, kas tonusu Modifiye Ashworth Skalası'yla, denge değerlendirmesi tek ayak duruş testiyle değerlendirildi. Yürüyüşün klinik değerlendirmesi 10 metre yürüme testi, kinematik analizi ise hareket analiz sistemi kullanılarak yapıldı. Çalışmanın ikinci gününde hastaların dizine hiperekstansiyon bantlama tekniği kullanılarak rijit bantlama uygulandı ve yürüyüş analizi tekrar edildi. Çalışmamızda maksimum diz hiperekstansiyon derecesi ile gastroknemius spastisitesi arasında orta düzeyde, kalça adduktör spastisitesi arasında zayıf düzeyde ilişki saptandı. Bununla birlikte diz hiperekstansiyon derecesi ile diz fleksör kas kuvveti arasında orta düzeyde, ayak bileği dorsifleksör kas kuvveti arasında zayıf düzeyde ilişki bulundu ($p<0,05$). Ayrıca diz hiperekstansiyonun artması ile pelvik retraksiyon açısının artmasının zayıf düzeyde ilişkili olduğu görüldü ($p<0,05$). Dize uygulanan rijit bantlamanın diz hiperekstansiyonunu ve pelvik retraksiyonu anlamlı şekilde azalttığı bulundu ($p<0,05$). Sonuçlarımız alt ekstremita spastisite ve kas kuvvetlerinin diz hiperekstansiyonuna neden olan faktörlerden olduğunu, rijit bantlama uygulamasının diz hiperekstansiyonun kontrolünde etkili olduğunu gösterdi. Sonuçlarımız inme sonrası görülen diz hiperekstansiyonunun multifaktörial bir bozukluk olduğunu, rijit bantlama uygulamasının dize mekanik olarak fleksiyon momenti vermesi ve proprioseptif girdi sağlaması nedeniyle diz hiperekstansiyonunun ve artmış pelvik retraksiyonun azalmasına katkı sağladığını düşünüldü.

Anahtar Kelimeler: İnme, yürüyüş analizi, rijit bantlama, kinematik analiz, diz hiperekstansiyonu

ABSTRACT

KORKUSUZ, S., Investigation the Factors Causing Knee Hyperextension in Chronic Stroke Patients and the Effects of Rigid Taping for the Control of Hyperextension through Kinematic Analysis, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences Neurology Physiotherapy Program Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2023. This study was conducted to determine the factors that cause knee hyperextension during the stance phase of gait in stroke patients and to examine the acute effect of rigid taping on hyperextension. 30 stroke patients between the ages of 40 and 70 were included in the study. The lower extremity muscle strength of the patients was evaluated with manual muscle testing, muscle tone with the Modified Ashworth Scale, and balance evaluation with the single-leg stance test. Clinical evaluation of gait was performed using the 10-meter walk test, and kinematic analysis was performed using the motion analysis system. On the second day of the study, rigid taping was applied to the patients' knees using the hyperextension taping technique and the gait analysis was repeated. In our study, a moderate relationship was found between maximum knee hyperextension degree and gastrocnemius spasticity, and a weak relationship was found between hip adductor spasticity. However, a moderate correlation was found between the degree of knee hyperextension and knee flexor muscle strength, and a weak correlation was found between ankle dorsiflexor muscle strength ($p<0.05$). Additionally, it was observed that increasing knee hyperextension was weakly associated with increasing pelvic retraction angle ($p<0.05$). It was found that rigid taping applied to the knee significantly reduced knee hyperextension and pelvic retraction ($p<0.05$). Our results showed that lower extremity spasticity and muscle forces are factors that cause knee hyperextension, and rigid taping application is effective in controlling knee hyperextension. Our results suggest that post-stroke knee hyperextension is a multifactorial disorder, and that rigid taping contributes to the reduction of knee hyperextension and increased pelvic retraction because it mechanically gives the knee a flexion moment and provides proprioceptive input.

Keywords: Stroke, gait analysis, rigid taping, kinematic analysis, knee hyperextension.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İnme	3
2.2. Epidemiyoloji	3
2.3. Risk Faktörleri	
2.3.1. Değıştirilemeyen Risk Faktörleri	4
2.3.2. Değıştirilebilir Risk Faktörleri	4
2.4. Etiyoloji ve Sınıflandırma	5
2.4.1. İskemik İnme	5
2.4.2. Hemorajik İnme	7
2.5. İnmenin Patofizyolojisi	8
2.5.1. İskemik İnme Patofizyolojisi	8
2.5.2. Hemorajik İnme Patofizyolojisi	9

2.6. Serebral Arteriyel Sistem, Klinik Sendromlar ve Bulgular	10
2.6.1. Anterior Dolaşım	11
2.6.2. Posterior Dolaşım	12
2.7. İnme Sonrası Görülen Bozukluklar	12
2.7.1. Duyusal Bozukluklar	12
2.7.2. Görme Bozuklukları	12
2.7.3. Motor Bozukluklar	13
2.7.4. Denge Bozuklukları	13
2.7.5. Yürüme ve Mobilite Bozuklukları	14
2.7.6. Konuşma ve Dil Bozuklukları	14
2.7.7. Kognitif Bozukluklar	15
2.8. Yürüyüş	15
2.8.1. Yürüyüş Döngüsü ve Yürüyüşün Fazları	15
2.8.2. Yürüyüşün Değerlendirilmesi	17
2.9. İnme Hastalarında Yürüyüş Bozuklukları	21
2.9.1. Hemiplejik Yürüyüşte Asimetri ve Spatiotemporal Bozukluklar	21
2.9.2. Hemiplejik Yürüyüşte Kinematik Bozukluklar	22
2.9.3. Hemiplejik Yürüyüşte Kinetik Bozukluklar	25
2.9.4. EMG Bozuklukları	25
2.9.5. Enerji Harcaması Bozuklukları	26
2.10. Bantlama Teknikleri	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1. Bireyler	28
3.2. Yöntem	29

3.2.1. Ölçme ve Değerlendirmeler	29
3.2.2. Rijit Bantlama Uygulaması	41
3.3. İstatiksel Analiz Yöntemleri	42
4. BULGULAR	43
4.1. Demografik ve Klinik Bulgular	44
4.2. Manuel Kas Testi Sonuçları	45
4.3. Spastisite Değerlendirilmesi Sonuçları	46
4.4. Yürüyüşün Kinematik Değerlendirilmesi Sonuçları	46
4.5. Rijit Bantlama Uygulaması ile Kinematik Değerlendirme Sonuçları	47
4.6. Diz Hiperekstansiyon Açısı ile İlişkili Parametrelerinin İncelenmesi	48
5. TARTIŞMA	51
5.1. Diz Hiperekstansiyonunu Etkileyen Faktörler	51
5.2. Bantlamanın Diz Hiperekstansiyonuna Etkisi	56
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	60
7. KAYNAKÇA	63
8. EKLER	
EK-1: Etik Kurul Kararı	
EK-2: Tez Çalışması Orjinallik Raporu	
EK-3: Dijital Makbuz	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

ACA	Anterior Serebral Arter
ACoA	Anterior Komünikan Arter
AChA	Anterior Korodial Arter
AFO	Ayak-ayak Bileği Ortezi
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CISS	Çin İskemik Stroke Alt Sınıflandırması
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EMG	Elektromiyografi
FES	Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu
GİA	Geçici İskemik Atak
GYA	Günlük Yaşam Aktiviteleri
GYA	Geleneksel Yürüyüş Modeli
ICA	İnternal Karotid Arter
ICD	Uluslararası Hastalık Sınıflandırması
İSK	İntaserebral Kanama
İVK	İntraventriküler Kanama
KAFO	Diz-Ayak-ayak Bileği Ortezi
KBB	Kan-Beyin Bariyeri
KİB	Kafa İçi Basınç
MAS	Modifiye Ashworth Skalası
MCA	Orta Serebral Arter
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MRS	Modifiye Rankin Skorlaması

NPM-SAK	Perimezensefalik olmayan Subaraknoid Kanama
PCA	Posterior Serebral Arter
PCoA	Posterior Komünikan Arter
PM-SAK	Perimezensefalik Subaraknoid Kanama
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
SAK	Subaraknoid Kanama
SMMT	Standardize Mini Mental Test
SVO	Serebrovasküler Olay
SS	Standart Sapma
TOAST	Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment
VKİ	Vücut Kütle İndeksi
n	Hasta Sayısı
cm	Santimetre
sn	Saniye
m	Metre
%	Yüzde
°	Derece

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1 Willis poligonu	11
2.2 Yürüyüş analiz yöntemleri	17
3.1 İnsan iskeletinde işaretleyicilerin (a) ön ve (b) arka görünümü	37
3.2 Hasta üzerinde işaretleyicilerin (a) ön, (b) yan, (c) arka görünümü	37
3.3 Vicon hareket analiz sistemi	38
3.4 Blade yazılımında iskelet görünümü	39
3.5 Duruş fazında maksimum diz hiperekstansiyonu	40
3.6 Rijit bantlama uygulaması (a) arka ve (b) yan görünümü	41
4.1. Akış şeması	43

TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
2.1 İnmenin alt tip sınıflandırma sistemleri	7
2.2 Yürüyüş döngüsünün fazları	16
3.1 Modifiye edilmiş manuel kas kuvvet değerlendirilmesi	30
3.2 Modifiye edilmiş Modifiye Ashworth skalası	35
3.3 İşaretçilerin tanımları ve konumları	40
4.1 Hastaların demografik ve klinik özellikleri	44
4.2 Hastaların manuel kas testi sonuçları	45
4.3 Hastaların modifiye ashworth skalasına göre spastisite değerleri	46
4.4 Hastaların yürüyüş sırasındaki kinematik parametreleri	47
4.5 Rijit bantlama öncesi ve sonrası kinematik parametreler	48
4.6 Diz hiperekstansiyonuile ilgili parametrelerin ilişkisi	50

1. GİRİŞ

İnme sonrası hastaların yaklaşık %80'inde yürüyüş ile ilgili bozukluklar görülmektedir (1). İnme sonrası hastalarda gelişen hemiparezi tablosu, yürüyüşte asimetriye neden olur. Asimetrik yürüyüşün temel sebepleri; zayıf selektif kontrol, gecikmiş ve bozulmuş denge reaksiyonları ve paretik ekstremiteye daha az ağırlık aktarmaktır (2). Ayrıca, hastalar bu problemlerin üstesinden gelerek ambulasyonu devam ettirebilmek için kompensatuar mekanizmalar geliştirmektedir (3). İnme sonrası sık gelişen bu mekanizmalardan biri de yürüyüşün duruş fazında dizde hiperekstansiyon gelişmesidir. Hemiplejik hastalarda, etkilenen taraftaki artmış diz ekstansiyon derecesi, yürüyüşün duruş fazında azalmış ekstansör momenti telafi ederek, dizin mekanik olarak kilitlenmesine olanak sağlar (4).

İnme hastaları yürüyüş sırasında dizlerini hiperekstansiyona kaçırarak yürüyüş açısından bir avantaj elde etseler de, bu durum dizin biyomekaniksel yapısını bozmakta, kapsüller ve ligamentöz yapıların yaralanma riskini artırmaktadır. Bu dokularda oluşan yaralanmalar ise ağrıya, ligamentöz laksiteye ve kemik deformitelerine neden olmaktadır (5). Ayrıca dizde oluşan biyomekaniksel bozukluk, normal yürüyüş paternini bozmakta, hastaların dengesini olumsuz yönde etkilemekte, enerji tüketimlerini arttırmakta, yürüyüş hızlarını ve yürüyüş kapasitelerini azaltmakta ve nihayetinde deformitelere neden olabilmektedir (5, 6).

Literatürde hemiplejik hastalarda etkilenmiş dizin hiperekstansiyona gitme nedenleri arasında kuadriseps femoris, gastroknemius, dorsifleksörler hamstringlerin zayıflığı ile kuadriseps ve gastroknemiustaki spastisite gösterilmektedir (4, 5, 7). Bununla birlikte alt ekstremitte kaslarında hem kas kuvveti hem de spastisitenin diz hiperekstansiyonuna etkisini derinlemesine inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca yürüyüşün duruş fazında diz hiperekstansiyona eşlik edebileceği öngörülen kalça retraksiyon ya da protraksiyonu ile ilgili de literatürde yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Diz hiperekstansiyonunun kontrolü için literatürde çeşitli uygulamalar yapılmış ve farklı sonuçlar bildirilmiştir. Ancak bugüne kadar sağlık profesyonellerinin net bir tedavi tercihi olmamıştır (8). Daha önce yapılan çalışmalar

genellikle diz kinetik ve kinematiğini etkileyecek uygulamalar üzerine yoğunlaşmıştır fakat yapılan çalışmaların kanıt değeri yoktur (8-10).

Rijit bantlama vücutta etkilenen bölgeyi stabilize etme, bölgenin hareketini limitleme, bölgede bir traksiyon oluşturma gibi amaçlar için kullanılabilir. Rijit bant uygulamasında kullanılan materyal çok sert yapıdadır ve bu şekilde eklem kinetik ve kinematiğini etkileyebileceği düşünülmektedir (11). Bununla birlikte literatürde rijit bantlama uygulamasının inme hastalarında diz hiperekstansiyonuna ve pelvik hareketlere etkisini inceleyen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Literatürdeki eksiklikleri ve belirsizlikleri göz önünde bulundurarak planladığımız çalışmamızda, inme hastalarında diz hiperekstansiyona neden olan faktörler araştırılmış ve rijit bantlama uygulamasının hiperekstansiyon kontrolüne etkisi incelenmiştir.

Araştırma Hipotezleri

Hipotez 1: İnme hastalarında yürüyüşün duruş fazındaki diz hiperekstansiyonu ile alt ekstremité kas kuvveti arasında ilişki vardır.

Hipotez 2: İnme hastalarında yürüyüşün duruş fazındaki diz hiperekstansiyonu ile alt ekstremité spastisitesi arasında ilişki vardır.

Hipotez 3: İnme hastalarında rijit bantlama uygulamasının diz hiperekstansiyon kontrolüne etkisi vardır.

Hipotez 4: İnme hastalarında yürüyüşün duruş fazındaki diz hiperekstansiyonu ile pelvik retraksiyon açısı arasında ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İnme

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)’ne göre inme “vasküler nedenler dışında belirgin bir neden olmaksızın serebral fonksiyonda fokal veya global bozukluğa neden olan, 24 saat veya daha uzun süren, hızla gelişen ve ölümle sonuçlanabilen klinik sendrom” dur. Bu tanım göz önüne alınarak 24 saatten kısa süren geçici iskemik atak (GİA), subdural kanama, tümör, zehirlenme veya travmanın neden olduğu inme benzeri semptomlara yol açan klinik tablolar inmeden hariç tutulmuştur (12). Dünya İnme Örgütü verilerine göre dünya çapında inme yani serebrovasküler olaylar (SVO), ölüm nedenleri arasında ikinci, sakatlık nedenleri arasında üçüncü sırada yer almaktadır (13).

2.2. Epidemiyoloji

Tüm dünya çapında inme, 2020 yılında 6,6 milyon kişinin ölümüne neden olmuştur. Endişe verici bir şekilde, kanıtlar 55 yaşından küçük kişilerde inme insidansının dünya çapında arttığını göstermektedir. İnme nedeniyle hayatını kaybeden ve engelli olan bireyleri içeren “inmeden etkilenen mutlak insan sayısı” son 30 yılda neredeyse iki katına çıkmıştır. Günümüzde inme yükünün çoğu düşük ve orta gelirli ülkelerdedir. İnme yükü, düşük gelirli ve orta gelirli ülkelerde yüksek gelirli ülkelere göre daha hızlı artmaktadır (14).

Türkiye’de Avrupa’daki verilere paralel olarak SVO mortalitesinde 2013’ten 2022’ye kadar kayda değer bir düşüş gözlenmiştir. Bu düşüşe rağmen SVO önemli bir ölüm nedeni olmaya devam etmektedir. Türkiye’den elde edilen cinsiyete özel veriler, ölüm oranlarındaki düşüş eğiliminin kadınlarda daha belirgin olduğunu göstermektedir. Potansiyel biyolojik, sosyal ve sağlık hizmetlerine erişilebilirlik faktörlerinin bu farklılıkları etkileyebileceğini öne süren bazı Avrupa araştırmalarında da benzer cinsiyete özgü eğilimler gözlemlenmiştir (15).

2.3. Risk Faktörleri

Risk faktörleri inme geçirme olasılığını artıran belirli özelliklerdir. İnme çeşitli risk faktörleriyle ilişkilidir; bunların bazıları geri döndürülemez, bazıları ise değiştirilebilir olarak sınıflandırılır (16).

2.3.1. Değiştirilemeyen Risk Faktörleri

İnme için değiştirilemeyen risk faktörlerini yaş, cinsiyet, ırk ve genetik oluşturmaktadır (16-18).

Yaş: İnme insidansı yaşla birlikte artar ve 45 ila 85 yaşları arasında her dekatta yaklaşık iki katına çıkar. 40 yaş altı nadirdir. İnme riski 55-64 yaş grubunda en fazladır.

Cinsiyet: İnme erkeklerde kadınlara göre daha sık görülür. İnsidans oranları erkeklerde 1,25 kat daha fazladır. Ancak kadınlar erkeklerden daha uzun yaşama eğiliminde olduğundan, her yıl erkeklere göre daha fazla kadın inmeden ölmektedir.

İrk ve Etnik Köken: Hastalık üzerine ırk ve etnik kökenlerin etkisini ayrı ayrı düşünmek zor olabilir. Fakat yapılan çalışmalar incelendiğinde siyah ve sarı ırkta, beyaz ırka göre inme insidansı daha fazla olduğu görülmüştür.

Genetik ve Aile Öyküsü: Hem paternal hem maternal inme öyküsü, kişide inme riskinin artması ile ilişkili bulunmuştur. Bunlar aile bireylerinin benzer kültürel/çevresel ve yaşam stili faktörlerini paylaşması, bazı genetik özellikleri taşımasından kaynaklanıyor olabilir. Genetik faktörlerin genç yaşta geçirilen inmeler, büyük arter ve küçük damar kaynaklı inmeler ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (16-18).

2.3.2. Değiştirilebilir Risk Faktörleri

Değiştirilebilir risk faktörleri kesinleşmiş ve kesinleşmemiş risk faktörleri olarak iki grupta incelenmektedir. Tedavi edildiğinde inme insidansını azaltacağı belirtilen risk faktörleri kesinleşmiş risk faktörleri olarak tanımlanırken kesinleşmemiş risk faktörleri etkileşimleri nedeniyle daha az nedensellik gösteren risk faktörleridir.

- a. *Kesinleşmiş Risk Faktörleri:* Hipertansiyon, sigara kullanımı, diyabetes mellitus, hiperinsülinemi, glikoz intoleransı, kardiyovasküler hastalıklar (koroner kalp hastalığı, kalp yetmezliği, periferik arter hastalığı), asemptomatik karotis stenozu, atrial fibrilasyon, orak hücreli anemi, dislipidemi, obezite, diyet ve beslenme alışkanlığı, fiziksel inaktivite ve postmenapozal hormon tedavisi inmenin değiştirilebilir kesinleşmiş risk faktörlerindendir (16, 19, 20).
- b. *Kesinleşmemiş Risk Faktörleri:* İnmenin kesinleşmemiş veya potansiyel risk faktörlerini metabolik sendrom, alkol kullanımı, hiperhomosisteinemi, ilaç kullanımı ve bağımlılığı, hiperkoagülabilité, oral kontraseptif kullanımı, inflamasyon, enfeksiyon, migren ve uykudaki solunum bozuklukları oluşturur (16, 19, 20).

2.4. Etiyoloji ve Sınıflandırma

Hastaların yaklaşık %25 ile %39'unda inme nedeni kesin olarak belirlenememektedir. Bunun yanında inmenin bilinen 150'den fazla nedeni vardır ve inme hastaya özgü klinik semptomlarla seyreden heterojen bir hastalıktır (21). İnme iskemik ve hemorajik olmak üzere iki alt tipe ayrılmaktadır. İnme vakalarının yaklaşık olarak %87'sini iskemik inme oluştururken %13'ünü hemorajik inme (%10 İntraserebral Hemoraji, %3 Subaraknoid Hemoraji) oluşturmaktadır. İskemik ve hemorajik inmeyi ayırt etmek için nöro-görüntüleme yöntemlerinden bilgisayarlı tomografi (BT) ya da manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gerekmektedir (22). İskemik ve hemorajik inmelerde klinik tablo göreceli olarak ani başlangıç gösteren nörolojik bozukluk ile kendini göstermektedir. Hem iskemik hem hemorajik inmede klinik görünüm, tip ve şiddet lezyon konumu, tipi ve boyutuna bağlı olarak değişmektedir (23).

2.4.1. İskemik İnme

İskemik inme, fokal serebral, spinal veya retina enfarktüsünün neden olduğu, semptomların 24 saatten fazla sürdüğü nörolojik disfonksiyon olarak tanımlanırken geçici iskemik atak (GİA), “akut enfarktüs olmaksızın fokal beyin, omurilik veya

retinal iskeminin neden olduğu geçici bir nörolojik fonksiyon bozukluğu atağı” olarak tanımlanır. GİA 'lara tipik olarak semptomların geçici olduğu (yani dakikalardan saatlere kadar süren ancak 24 saatten az süren) mini felçler denir (24).

İskemik inme sınıflandırmasının temel hedefleri, doğru tanı koymak, hızlı tedaviyi mümkün kılmak ve belirli farklı özelliklere sahip alt gruplarda gelecekteki riskleri tahmin etmektir. İskemik inmenin etiyolojik alt sınıflandırmasında iki ana yaklaşım vardır. Fenotipik alt tiplendirme öncelikle klinik ve tanısal test bulgularını kullanır ve bu bilgiyi ana etiyolojik gruplar halinde düzenler. Bu sisteme göre bir hasta birden fazla etiyolojik alt tipe ait olabilir. Öte yandan nedensel alt tiplendirme, inme hastalarını karar verme süreci aracılığıyla tek bir etiyolojik alt tipe sınıflandırır. Bu süreç klinik özelliklerin, vasküler risk faktörlerinin ve tanısal test bulgularının entegrasyonunu içerir (15, 16). Güvenilir ve kesin bir etiyolojik sınıflandırma yöntemi, iskemik inme hastalarında terapötik kararların alınması ve prognostik değerlendirmelerin yapılması açısından önemlidir. Uluslararası alanda en sık kullanılan iskemik inme alt tiplendirme sistemi, TOAST (Trial of ORG 10172 in acute stroke treatment) sınıflandırma şemasıdır. TOAST sınıflama sisteminde klinik bulgulara ek etiyolojik faktörler, radyolojik bulgular, laboratuvar bulguları, anjiyografik bulgular, ekokardiyografi, kardiyak görüntüleme ve doppler ultrasonografi verileri de dikkate alınmıştır. İnme bu sınıflamaya göre büyük arter ateroskleroza, kardiyembolizm, küçük damar oklüzyonu, diğer belirlenen nedenlere bağlı iskemik inme ve nedeni belirlenemeyen iskemik inme olarak 5 alt gruba ayrılmıştır (21, 25, 26).

Son zamanlarda, inmenin en olası etiyolojisini tanımlamak ve her inme mekanizmasına göreceli önem atfetmeye çalışmak için inmenin Nedensel Sınıflandırma Sistemi (Causative Classification System-CCS), Çin İskemik Stroke Alt Sınıflandırması (Chinese Ischemic Stroke Subclassification-CISS) ve ASCO (Ateroskleroz için A, küçük damar hastalığı için S, kardiyembolik için C ve diğer nedenler için O) sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir (26, 27) (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. İnmenin alt tip sınıflandırma sistemleri

	TOAST- 1993	CCS-2007	ASCO-2009	CISS-2011
Sistem Tipi	<i>Nedensel</i>	<i>Nedensel ve Fenotipik</i>	<i>Fenotipik</i>	<i>Nedensel</i>
Alt Tipler	Büyük Arter Aterosklerozu	Supra-aortik büyük arter aterosklerozu	Ateroskleroz	Büyük arter aterosklerozu
	Kardiyoembolizm	Kardiyo-aortik emboli	Kardiyoembolizm	Kardiyojenik inme
	Küçük Damar Oklüzyonu,	Küçük arter oklüzyonu	Küçük damar hastalığı	Penetran arter hastalığı
	Diğer Belirlenen Etyoloji	Diğer nedenler	Diğer nedenler	Diğer etiyolojiler
	Belirlenemeyen Etyolojiler	Belirlenemeyen Nedenler		Belirlenemeyen Etyolojiler

2.4.2. Hemorajik İnme

Hemorajik inme, bir kan damarının rüptürü sonucu beyin parankimine kanaması nedeniyle oluşur ve tüm inme vakalarının yaklaşık %10 ila %20' sini oluşturur. Hemorajik inme ayrıca intraserebral kanama (İSK) ve subaraknoid kanama (SAK) olarak alt bölümlere ayrılabilir. Yırtılan kan damarının beyin parankimine kanamasıyla meydana gelen İSK tüm inme vakalarının %10'unu oluştururken subaraknoid boşluğa kanamasıyla meydana gelen SAK tüm inme vakalarının %3'ünü oluşturmaktadır. Hemorajik inme ciddi morbidite ve yüksek mortalite ile ilişkilidir. Hemorajik inmenin ilerlemesi daha kötü sonuçlarla ilişkilidir. Ancak kanama absorbe olursa hastadaki fonksiyonel geri dönüş daha olumlu bir şekilde gerçekleşir. Kanamanın olağan hızlı genişlemesi, bilinçte ani bozulma ve nörolojik fonksiyon bozukluğuna neden olmasından dolayı erken tanı ve tedavi önemlidir. Hemorajik inmenin en önemli nedenlerinden biri hipertansiyondur (28-30).

İntraserebral Kanama: Travmatik olmayan intraserebral kanama (İSK), primer intraparaknimal hematom ve intraventriküler kanama (İVK) dahil olmak üzere çeşitli belirtilere sahip, potansiyel olarak yıkıcı bir akut inme alt grubudur. İntraserebral kanama primer veya sekonder nedenlere bağlı olabilir. Altta yatan etiyolojiler cinsiyet, yaş, ırk ve sosyoekonomik durum gibi çeşitli demografik özelliklerdir. Kırk yaşın altında İSK'nın en yaygın nedenleri vasküler malformasyonlar, serebral venöz

tromboz, semptomimetik ilaç kullanımı, eklampsi ve hipertansiyondur. Uzun süreli hipertansiyon, arterlerin media tabakasının dejenerasyonuna, elastik laminanın kırılmasına ve arterlerin düz kaslarının parçalanmasına neden olur. Hipertansiyonun neden olduğu intraserebral kanamanın yaygın bölgeleri, baziler arterlerden veya ön, orta veya arka serebral arterlerden çıkan küçük penetran arterlerdir (28-30).

Subaraknoid Kanama: Subaraknoid kanama (SAK), travma olmadan meydana gelen kanın subaraknoid boşluğa spontan ekstrevasyondur. Vakaların %85'inde SAK, serebral anevrizmanın spontan rüptürüne sekonderdir. Bu hastalık, daha çok gençleri etkilemesi, yüksek mortalite ve disabilite oranına sahip olması gibi nedenlerle toplam inme sayısının küçük bir yüzdesini oluştursa da önemli bir hastalıktır ve tıbbi olarak acil bir durumdur. Spontan subaraknoid kanamanın (SAK) olağan nedenleri anevrizma rüptürü, arteriyovenöz malformasyon, vaskülit, serebral arter diseksiyonu, dural sinüs trombozu ve hipofiz apopleksidir. Risk faktörlerini hipertansiyon, oral kontraseptif haplar, madde bağımlılığı ve hamilelik oluşturur. Spontan SAK tipik olarak yaygın ve ani başlangıçlı, alışılmadık derecede şiddetli bir baş ağrısıyla kendini gösterir. Baş ağrısı, bilinç değişikliği, focal nörolojik defisitler ve kusma ile ilişkili olabilir, ancak vakaların üçte birinde baş ağrısı tek semptomdur (28-31).

2.5. İnmenin Patofizyolojisi

2.5.1. İskemik İnme Patofizyolojisi

İnme patofizyolojisi oldukça karmaşıktır ve enerji yetmezliği, hücre iyon homeostazisinin kaybı, asidoz, hücre içi kalsiyum düzeylerinde artış, eksitotoksiste, serbest radikal aracılı toksiste, araşidonik asit ürünlerinin oluşumu, sitokin aracılı sitotoksiste, kompleman aktivasyonu, kan-beyin bariyerinin (KBB) bozulması, glial hücrelerin aktivasyonu ve lökositlerin infiltrasyonu gibi çok sayıda süreci içermektedir. Bunlar birbiriyle ilişkili ve koordineli olaylardır ve ciddi olarak etkilenmiş çekirdek bölgelerinde iskemik nekroza neden olmaktadır. Serebral iskemiden birkaç dakika sonra, kan akışı azalan beyin dokusunun merkezi ölümcül olarak yaralanmakta ve nekrotik hücre ölümüne uğramaktadır. Bu nekrotik alan, azalan kan akışı nedeniyle işlevsel olarak sessiz halde olan ancak metabolik olarak aktif olan, daha az ciddiyette etkilenmiş dokudan oluşan bir bölge ile çevrilidir (32-34). Nekroz,

morfolojik olarak başlangıçta hücrel ve organel şişmesi, ardından nükleer, organel ve plazma membranlarının bozulması, nükleer yapının ve sitoplazmik organelerin parçalanması ve hücre içeriğinin hücre dışı boşluğa çıkmasıyla karakterizedir (34). Enfarktüs çekirdeğini çevreleyen ve iskemik penumbra olarak adlandırılan bölge, iskeminin başlangıç aşamalarındaki toplam lezyon hacminin yarısını kadarını oluşturmakta ve inmeden sonra tedaviyle kurtarılma fırsatının olduğu alanı temsil etmektedir (35). Fokal iskemik enfarktüsün penumbra alanında olduğu gibi daha az şiddetli iskemi daha yavaş gelişmekte ve spesifik genlerdeki aktivasyona bağlı olup sonuçta apoptozla sonuçlanabilmektedir. (36, 37). Son araştırmalar, iskemik penumbra veya peri-enfarktüs bölgesindeki birçok nöronun, yalnızca birkaç saat veya gün sonra apoptoza uğrayabileceğini ve dolayısıyla felç başlangıcından bir süre sonra potansiyel olarak iyileşebileceklerini ortaya çıkardı. Nekrozun aksine apoptoz, fazla hücrelerin atılması için enerjiye bağımlı, programlanmış hücre ölümünün nispeten düzenli bir süreci gibi görünmektedir. Apoptoz geçiren hücre, komşu olan hücrelere verilen hasarı ve bozulmayı en aza indirgeyecek şekilde içeriden parçalanmaktadır (32-34).

2.5.2. Hemorajik İnme Patofizyolojisi

Kanamanın yaygın olduğu bölgeler bazal gangliyonlar (%50), serebral loblar (%10 ila %20), talamus (%15), cerebellum (%10), pons ve beyin sapıdır (%10 ila %20). Hematom nöronları ve glia hücrelerini bozmaktadır. Bu, oligoemi, nörotransmitter salınımı, hücrel şişme ve mitokondriyal fonksiyon bozukluğuyla sonuçlanmaktadır. Trombin mikrogliaların aktivasyonu ile inflamasyon ve ödeme neden olmaktadır (28, 38, 39).

Hemoraji sonrası birincil hasar, beyin dokusunun hematom tarafından kompresyonu ve kafa içi basınç (KİB) artışından kaynaklanır. İkincil hasara ise inflamasyon, kan-beyin bariyerinde (KBB) bozulma, ödem, reaktif oksijen türleri (ROS) gibi serbest radikallerin aşırı üretimi, glutamattan kaynaklanan eksitotoksisite ve pıhtıdan hemoglobin ve demirin salınımı katkıda bulunmaktadır (28, 38, 39).

Genellikle hematom oluşumu 3 saatten 12 saate kadar uzamaktadır. Vakaların üçte birinde hematomun büyümesi 3 saat içinde ortaya çıkar. Perihematomal ödem 24 saat içinde artar, 5-6 günde pik yapar ve 14 güne kadar sürer. Hematom çevresinde

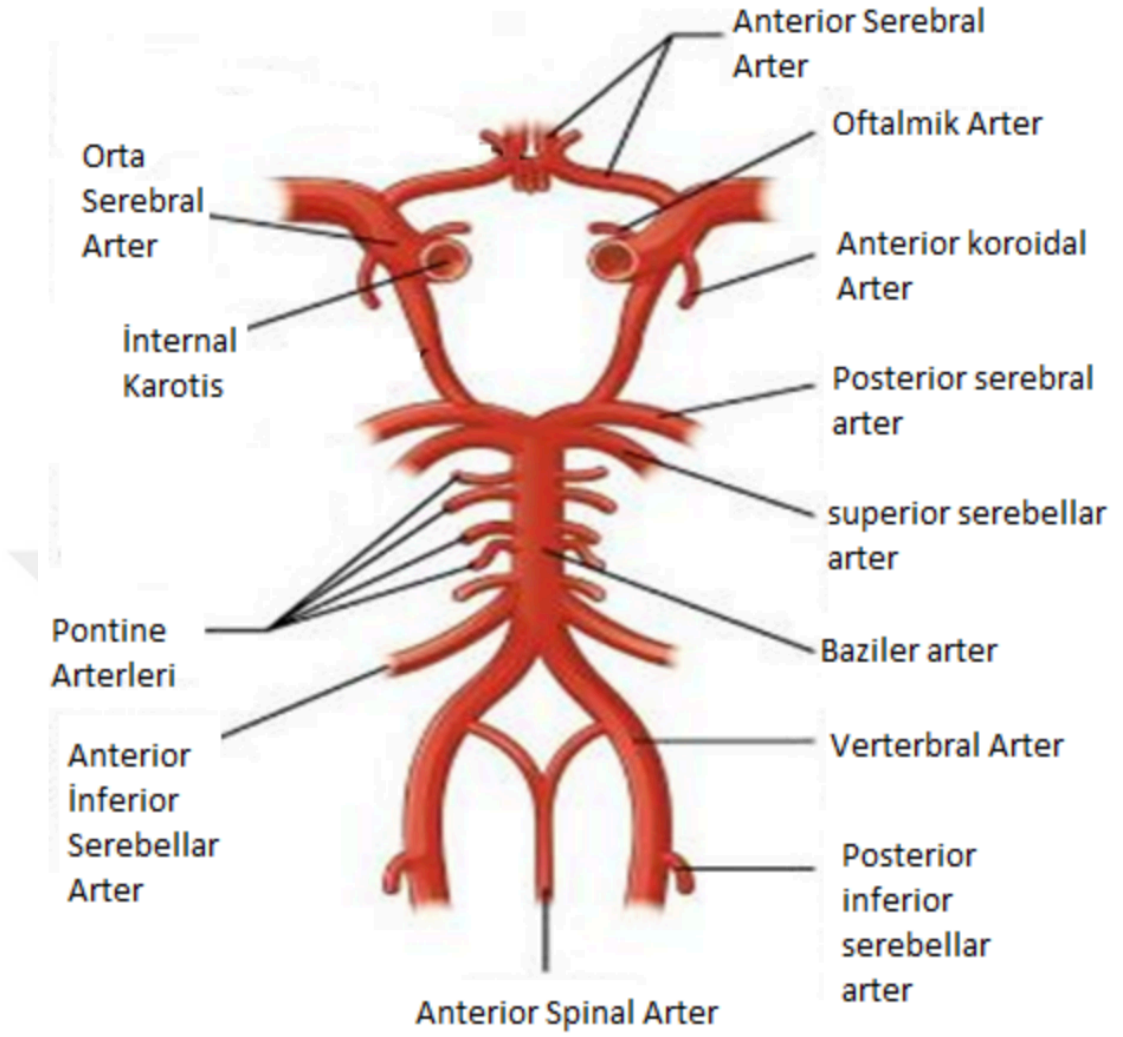
hipoperfüzyon alanı vardır. Serebellar hematoma erken dönemde dördüncü ventrikülün basısına bağlı olarak hidrosetali oluşturun (28, 38, 39).

Anevrizma dışı spontan subaraknoid kanama perimezenesefalik veya perimezenesefalik olmayan SAK olabilir. Perimezenesefalik SAK'ta kanama esas olarak interpedinküler sistemdedir. Valsalva manevrası gibi intratorasik basıncın artmasına ve intrakraniyal venöz basıncın artmasına neden olan fiziksel efor, anevrizmal olmayan perimezenesefalik SAK (PM-SAK) için predispozan bir faktördür. Perimesensefalik olmayan SAK'ta (NPM-SAK) yaygın kan dağılımı vardır (28, 38, 39).

2.6. Serebral Arteriyel Sistem, Klinik Sendromlar ve Bulgular

Serebral arteriyel sistemde arterler arasında farklı anastomoz bulunmaktadır. Willis poligonu serebrumun arteriyel dolaşımının temelini oluşturur. Willis poligonunu anterior serebral arter (ACA), anterior komünikan arter (ACoA), internal karotid arter (ICA), posterior serebral arter (PCA), posterior komünikan arter (PCoA) ve baziller arter oluşturur (40).

İskemik inme sendromu sadece ilgili artere değil, aynı zamanda oklüzyonun Willis çemberinin proksimalinde mi yoksa distalinde mi olduğu, Willis çemberindeki varyasyonlar ve belirli bir arter tarafından sağlanan bölgedeki varyasyonlar gibi kollateral dolaşımı içeren birkaç ek faktöre de bağlıdır. Dolayısıyla aynı sendrom farklı bölgelerdeki bir lezyondan kaynaklanabileceği gibi, bazen aynı bölgedeki bir lezyon iki kişide farklı sendromlara da neden olabilir. İskemik lezyonların aksine, hemorajik inme birden fazla arterin bölgesini tutabilir ve sıklıkla kitle etkisine eşlik ederek bitişik yapılarda fonksiyon bozukluğuna neden olur ve klinik korelasyonu zorlaştırır. İskemik inme sendromları, internal karotis arter (ICA) ve dallarının tıkanmasından kaynaklananlar (anterior dolaşım) ile vertebral ve baziller arterlerin veya bunların dallarının tıkanmasından kaynaklananlar (posterior dolaşım) olarak ikiye ayrılır. Bir lezyonun ön veya arka dolaşımda olup olmadığının ve kortikal veya subkortikal olup olmadığının belirlenmesi önemlidir, çünkü bu farklı durumlarda tedavi ve prognozlar belirgin şekilde farklılık gösterir (40, 41).



Şekil 2.1. Willis poligonu (42)

2.6.1. Anterior Dolaşım

Anterior serebral dolaşım ICA'dan gelen dallardan oluşur. Bu tür pek çok dal vardır ancak anterior serebral arter (ACA), orta serebral arter (MCA) ve anterior koroidal arter (AChA) oldukça belirgindir. Genel olarak, serebral dolaşımın anterior bölümü frontal, temporal ve parietal lobların yanı sıra diensefalon ve iç kapsülün bazı kısımlarını içeren ön beyin büyük bir kısmına kan sağlamaktır. Anterior dolaşımın toplam serebral kan akışına katkısı %72 oranında ölçülmüştür (40, 41) .

2.6.2. Posterior Dolaşım

Beyni besleyen toplam kan akışının yalnızca üçte birini sağlasa da posterior serebral dolaşım sinir sisteminin en kritik işlevlerinin çoğunu sürdürmektedir. Vertebrobaziler dolaşım olarak da bilinen bu dolaşım, vertebral arterlerden, vertebrallerin birleştiği baziler arterden ve bu arterlerin ana dallarından oluşmaktadır. Ayrıca posterior dolaşımda meydana gelen inmeler %90'ın üzerinde mortalite taşır. Tek taraflı klinik bulgulara yol açan hemisferik enfarktüslerin aksine, posterior dolaşım inmeleri çoğunlukla iki taraflı bulgularla sonuçlanır. Bu dolaşımın oksipital loba, beyin sapının anterior ve posterior bölümlerinin çoğuna ve serebellumun tamamını içeren beynin arka kısmına kan sağladığı düşünölebilir (40, 43).

2.7. İnme Sonrası Görölen Bozukluklar

2.7.1. Duyusal Bozukluklar

Duyu bozuklukları inme sonrası %11 ila %60 oranında görölr ve inme şiddeti, azalmış motor fonksiyon ile ilişkilidir ve tedavi sonuçları için prognostik bir faktördür. İnme sonrası hastaların yaklaşık %85'inde üst ekstremitede dokunma, sıcaklık, ağrı ve propriyosepsiyonda azalma meydana gelir. Duyusal bozukluk, hastanede kalış süresini uzatabilir ve hastanın üst ekstremitelerini günlük yaşamda kullanma yeteneğini olumsuz yönde etkileyebilir. İnme sonrası duyu bozukluğu, hemianopsi ve denge problemleri olan hastalarda normalden daha yüksek düşme vakaları görölr ve yalnızca motor bozukluğu olanlara göre daha az fonksiyonel iyileşme eğilimi gösterirler. İnme hastalarının tedavisinde duyuusal sistemin uyarılması, etkin hareket ve fonksiyon için önemlidir (44, 45).

2.7.2. Görme Bozuklukları

İnme sonrası görsel problemlerin prevalansı %65' dir. Daha önce yapılan çalışmalarda, inme geçirenlerin %52'sinde görme alanı kaybı, %70'inde santral görme problemleri, %68'inde göz hareketi bozuklukları ve %80'inde görsel algı bozuklukları (görsel dikkatsizlik dahil) olduğu bildirilmiştir. İnme hastalarında en belirgin semptom hemianopsi olmakla birlikte, ihmal, diplopi, pitozis, anizokori, ve nistagmus da görölen semptomlar arasındadır (46, 47).

2.7.3. Motor Bozukluklar

İnme, vücudun karşı yarısında görülen parezi gibi temel motor bozukluklarla kendini göstermektedir. Parezi, izole bir şekilde ya da diğer semptomlar ve bulgular ile birlikte ortaya çıkabilmektedir. Epidemiyolojik çalışmalar, inme vakalarının %80-90'ında motor bozuklukların (parezi/paralizi) bulunduğunu göstermektedir. Tüm inme vakalarının yaklaşık %19'unda monopleji, %1'inde parapleji, %2'sinde ise üç veya dört ekstremitenin etkilenimi görülmektedir (48-50).

Hemiparezi alt ve üst ekstremitenin genel zayıflığı ile karakterize edilen bir motor bozukluktur ve inmenin olağan bir motor belirtisi olarak kabul edilmektedir. Etkilenmemiş taraf terimi vücudun ipsilezyonel tarafını ifade etmektedir. Klinisyenler etkilenmemiş tarafı, etkilenen tarafın motor iyileşmesi için bir referans noktası olarak görmektedir. Nöroanatomik olarak serebral hemisfer, kontralateral vücut tarafının motor fonksiyonunu kontrol etmektedir. Bununla birlikte, bazı lifler aynı taraftaki hareketler için bilgi aktarmaya katılmaktadır. Tek taraflı inmeyi takiben, ipsilezyonel taraf gövdede motor zayıflık oluşabilir ve karşı taraftaki kadar şiddetli olmayabilir. Bu nedenle rehabilitasyon biliminde artık “etkilenmeyen” taraf yerine “daha az etkilenen” taraf terimi tercih edilmektedir (48-50).

İnme sonrası meydana gelen motor kontrol kaybı, kas zayıflığı, anormal hareket paternleri, kas tonusu bozuklukları, eklem hareket açıklığı kısıtlılıkları ve duyuşal disfonksiyonlar yürüyüş ve denge bozukluklarına neden olmaktadır (49, 50).

2.7.4. Denge Bozuklukları

Postüral denge, destek yüzeyine göre kütle merkezini kontrol etme yeteneğidir. Bozulmuş postüral denge, inmeden sonra sık görülen bir semptomdur ve düşmenin yaygın bir nedenidir. İnme hastalarında motor ve duyuşal işlevlerde bozulma, denge ve yürüme yeteneğini olumsuz etkilemektedir (46, 47, 51).

Denge bozuklukları üzerine yapılan çalışmalar, inme geçiren kişilerin postüral salınımlarının fazla olduğunu göstermiştir. İnme hastalarında hem statik hem dinamik denge etkilenmektedir. İnme sonrası akut evrede oturma dengesinin bozulmuş olması,

günlük yaşam aktivitelerinde (GYA) bağımsızlığa geçiş için kötü prognozun güçlü bir göstergesidir. Denge bozukluğu ile mobilite, GYA ve düşme arasında güçlü bir ilişki vardır (46, 47, 51).

2.7.5. Yürüme ve Mobilite Bozuklukları

İnmenin akut evresinde hastalar sıklıkla yürüme yeteneğinde kayıplar yaşarlar. İnme sonrası 6 aya kadar önemli nörolojik iyileşme sağlanır ve inme sonrası rehabilitasyonla fonksiyondaki iyileşmeler sağlanır. İnme geçirenlerin yalnızca %23-31'i ilk hafta boyunca bağımsız olarak yürüyebilmektedir. Ancak hayatta kalanların %50-80'inin taburculukta veya 3 hafta sonra bağımsız yürüyebilirken 6 ay sonra bu rakam %85'e kadar çıkabilmektedir. Bununla birlikte, hemiparetik inme hastaları yürüme kapasitelerine yeniden kavuştuktan sonra bile alt ekstremitte fonksiyonlarındaki bozulmalar ve anormal yürüyüş paternleri sıklıkla devam etmektedir. Yürüyüşün iyileşmesi, inme geçiren hastaların rehabilitasyonunda önemli bir hedeftir. İnme sonrası hastalarda sensorimotor bozukluğun ciddiyetine bağlı olarak yürüme yeteneği farklı düzeylerde etkilenebilmektedir (6, 47, 52).

2.7.6. Konuşma ve Dil Bozuklukları

İnme sonrası hastaların yaklaşık %33'ünde konuşma fonksiyonları bozulur. Hastaların %20'sinden fazlasında afazi gelişirken %10-18'inde kalıcı olarak iletişim hasarı gelişmektedir. Ön serebral dolaşım alanında, özellikle sol orta serebral arter bölgesinde iskemik (embolik veya trombotik) ve hemorajik inme (intraserebral kanama), afazinin yaygın bir nedenidir. İnme hastalarında görülebilen bir diğer konuşma bozukluğu dizartridir. Dizatri de konuşma içeriğinden çok kas zayıflığı veya koordinasyon güçlüğüne bağlı konuşmanın şekli bozulmuştur. Apraksi ise inme sonrası konuşma için gerekli kasların hareketinin bozulmasıyla meydana gelen artikülasyon bozukluğudur. Ancak dizartideki kas güçsüzlüğü ve koordinasyon bozukluğu aprakside yoktur. Bununla birlikte aprakside de dizartidekine benzeyen bir ritm bozukluğu gelişebilir (53-55).

2.7.7. Kognitif Bozukluklar

Serebrovasküler hastalık bilişsel işlevlerde bozulma için bir risk faktörüdür ve inme sonrası bilişsel kayıp prevalansı yüksektir. Seçilmiş bilişsel işlevlerdeki bozulmalar dikkate alınırsa, inme hastalarının %50-75'inin etkilendiği bulunmuştur. Hastaların yaklaşık dörtte birinde inmeden 3 ay sonra bilişsel kayıplar devam eder. Çalışmalarda inme sonrası bilişsel olarak sağlam kalan hastalar arasında bile gecikmiş demans gelişimi bir risk olarak belirtilmektedir. Bu bilişsel bozukluklar, vakaların önemli bir kısmında doğası gereği ilerleyicidir ve şiddetli olmayan iskemik inme geçiren hastaların %20-25'inde beş yılda demans düzeyine ulaşır (56, 57).

2.8. Yürüyüş

Yürüyüş, ağırlık merkezinin öne doğru yer değiştirmesi ile birlikte alt ekstremitelerin ve gövdenin senkronize alternatif hareketleri olarak tanımlanır. Normal yürüyüş döngüsel ve simetriktir. Yürüyüşte temel hedef vücudun en etkili şekilde öne doğru ilerletilmesidir. Yürüme paterninde destek unsuru bir ekstremiteden diğer ekstremiteye sürekli olarak değişmektedir. Karmaşık bir motor görev olan yürüyüş, kas iskelet ve nöromusküler sistemlerin etkileşiminin yanı sıra görsel, proprioseptif ve kognitif sistemlerin de entegrasyonundan oluşmaktadır (58, 59).

2.8.1. Yürüyüş Döngüsü ve Yürüyüşün Fazları

Yürüyüş esnasında vücut ileri doğru hareket ederken, bir ekstremita destek kaynağı görevi görürken diğer ekstremita kendisini yeni bir destek bölgesine doğru ilerletir. Bu her ekstremita tarafından karşılıklı olarak tekrarlanır (60, 61).

Bir ayağın topuk temasının ardından aynı ayağın ikinci topuk temasına kadar geçen zamana *yürüyüş döngüsü* denir. Ayağın yerle temasının kesilmesi yürüme siklusunu duruş ve sallanma fazı olarak ikiye ayırmaktadır. Genel olarak duruş fazı tüm yürüme siklusunun %60-62'sini oluştururken, sallanma fazı %38-40'lık kısmını oluşturmaktadır. Duruş fazı, ayağın yerde kaldığı sürenin tamamını tanımlamaktadır ve ilk temastan ayak parmağının kalkmasına kadar sürmektedir. Sallanma fazı ise ekstremitelerin ilerlemesi için ayağın havada olduğu süreyi ifade etmektedir ve ayak

parmağının yerden kalkmasından bir sonraki ilk temasa kadar devam etmektedir (60-62).

Bir ekstremitte duruş fazında iken diğeri sallanma fazındadır. Her iki ekstremitenin yerle temas ettiği çift destek fazları normalde yürüyüş döngüsünün yaklaşık %10'unu oluşturur ancak birçok anormal yürüyüşte dengesizliğin telafisi olarak artmaktadır. Yürüyüş hızı arttıkça ise çift destek fazı azalmaktadır. İlk ve son çift destek fazı arası da kalan periyoda "tek destek fazı" adı verilir ve karşı taraftaki ekstremitenin sallanma fazı ile aynı periyoda denk gelmektedir (60-62).

Yürüyüş döngüsü Jacquelin Perry tarafından tanımlanan Rancho Los Amigos terminolojisine göre duruş fazı beş faz, salınım fazı ise üç faz olmak üzere toplam 8 faza ayrılmaktadır (60) (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. Yürüyüş döngüsünün fazları

Yürüyüşün Fazları		Tanım
Duruş Fazı	İlk Temas	Ayağın yere temas ettiği an
	Yük Aktarımı	Ekstremitenin yüklenmeye başladığı anda olan ilk çift destek fazı
	Orta Duruş	Tek destek fazının ilk periyodu. Yerle temas eden ekstremitede ağırlığın ayağın ön kısmına aktarıldığı dönemin öncesinde sonlanır.
	Duruş Fazı Sonu	Tek destek fazının son anları. Karşı ayağın ilk teması ile sona erer.
	Salınım Öncesi	Dizin hızlı bir fleksiyonu ile vücut ağırlığının diğer ekstremiteye aktarılmasından hemen önce olan ikinci çift destek fazı
Sallanma Fazı	Salınım Başlangıcı	Maksimum diz fleksiyonunun olduğu salınım fazının ilk 1/3'ü
	Salınım Ortası	Maksimum kalça fleksiyonunun meydana geldiği salınım fazının ikinci 1/3'ü
	Salınım Sonu	Maksimum adım uzunluğunun sağlanması ve ekstremitenin yüklenmeye hazırlanması amacıyla dizin maksimum ekstansiyonunun olduğu salınım fazının son 1/3'ü

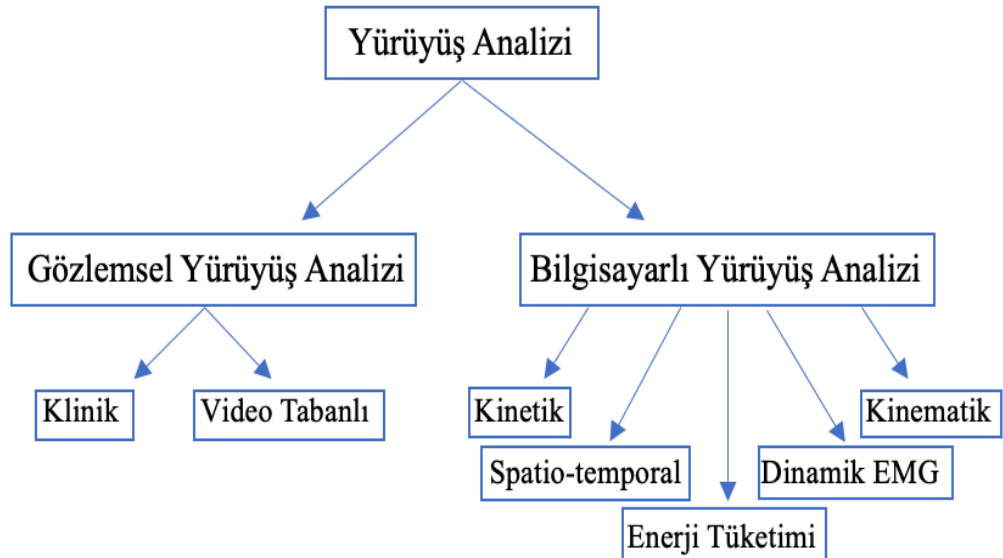
Gage normal yürüyüşün koşullarını 5 maddede tanımlamıştır (63). Fonksiyonel önceliklerine göre bunlar şu şekilde sıralanmıştır;

1. Duruş fazında ayak, ayak bileği ve ekstremita stabilizasyonu
2. Salınımında ayağın yeterli yüksekliğe ulaşması
3. Salınım fazının sonunda ayağın uygun pozisyonu
4. Adım uzunluğunun yeterli olması
5. Enerji tasarrufunun maksimum olması (63)

Normal yürüyüşün koşullarının karşılanması için gövdenin stabilizasyonu ve dengesi önemlidir. Koşulların sağlanmaması durumunda yürüyüş bozuklukları oluşmaktadır. Yürüyüş bozukluklarını belirlemek için yürüyüş analiz yöntemleri kullanılmaktadır (64).

2.8.2. Yürüyüşün Değerlendirilmesi

Yürüyüşün değerlendirilmesinde gözlemsel yürüyüş analizi ve bilgisayarlı yürüyüş analiz sistemleri kullanılmaktadır. Gözlemsel yürüyüş analizi, klinikte çıplak gözle yapılabileceği gibi video tabanlı sistemlerle de yapılabilir. Bilgisayarlı yürüyüş analiz sistemleri; kinetik, kinematik, dinamik elektromiyografi (EMG), enerji tüketiminin ölçülmesi ve spatiotemporal olarak alt başlıklara ayrılabilir (Şekil 2.2) (61).



Şekil 2.2. Yürüyüş analiz yöntemleri

Gözlemsel Yürüyüş Analizi

Gözlemsel yürüyüş analizi, gözlemcinin hızla tekrarlanan yürüyüş döngüsü sırasında vücudun hareketlerini iki düzlemde değerlendirilmesine dayanmaktadır. Gözlemcinin, yürüyüş döngüsü sırasında pelvis, kalça, diz ve ayak bileğindeki hareketlerin yanı sıra adım uzunluğunu ve adım süresini değerlendirmesi gerekmektedir. Yaklaşık bir saniye süren bir döngüden 30 farklı gözlem yapılması gerekmektedir. Asimetrik yürüyüşte durum, her bacak için tüm bu parametrelerin değerlendirilmesi gerekliliği nedeniyle daha da karmaşık hale gelmektedir. Gövde ve omuz hareketleri aynı zamanda gözlemlenir çünkü bunlar değerli bilgi kaynaklarıdır. Bu nedenle yürüyüşün görsel değerlendirmesi en deneyimli klinik gözlemci için bile zor olabilmektedir (60, 61).

Kinematik Yürüyüş Analizi

Kinematik bir eklemin dinamik hareket aralığını ölçer. Hareketi pozisyonları ve açıları ile tanımlar. Basit gözlemde transvers düzlemdeki rotasyonel anormallikler sagittal veya koronal problemlerle karıştırılabilir. Örneğin, ciddi femoral anteversiyonu olan bir hasta önden bakıldığında artmış adduksiyon veya diz valgusu varmış gibi görünebilir. Üç boyutlu hareket analizi, görsel analizdeki bu belirsizliğin bir kısmının ortadan kaldırılmasına yardımcı olur.

Hareket analizi laboratuvarında standartlaştırılmış yansıtıcı cilt işaretleyicileri veya çubuklara monte edilmiş işaretleyiciler, hasta bir yürüyüş yolunda yürürken şarj bağlantılı cihaz kameraları tarafından yakalanır. Bu kameralar, üç boyutlu veri analizine tabi tutulabilecek bilgiler verecek şekilde konumlandırılmıştır. Daha sonra görüntüler bir bilgisayar tarafından işlenerek kinematik grafikleri elde edilir. Görsel incelemede gözlemlenen aynı eklem hareket aralığı daha sonra ölçülebilir ve çizilebilir. Veriler yaşa özel normal değerlerle ve farklı yürüme koşullarıyla (örneğin çıplak ayakla, korseyle, ayakkabıyla) karşılaştırılabilir. Üç boyutlu veriler, rutin gözlem yoluyla değerlendirilemeyen dinamik dönme sorunlarının değerlendirilmesine olanak tanır. Yürüyüşün değişkenliğini belirlemek için adımdan adıma farklılıklar değerlendirilebilir ve çizilebilir (60, 61).

Kinetik Yürüyüş Analizi

Kinetik, hareket eden bir cisme etki eden kuvvetleri açıklar. Net moment yer reaksiyon kuvveti, her eklemin dönme merkezi ve her parçanın kütle merkezi, ivme ve açısal hızı tarafından belirlenir. Bu eklem momentleri ve kuvvetleri, kuvvet plakası ölçümlerinden ve kinematik verilerden elde edilir. Ayrıca antropometrik veriler de gereklidir (örneğin bacak uzunluğu, ayak uzunluğu). Hastaya bir veya daha fazla kuvvet plakası içeren bir yüzey üzerinde yürütmesi talimatı verilir. Dönüştürücüler dikey kuvvet, ileri-geri kesme, orta-yanal kesme ve torkun ölçülebileceği ve normal değerlerle karşılaştırılabileceği şekilde ayarlanır. Bu veriler kinematik ve antropometrik verilerle birleştirildiğinde, her bir eklemdaki kuvvetin (eklem momenti) temsili belirlenebilir (60, 61).

Dinamik EMG

Yürüyüş analizinde belirli bir hareket sırasında kasın aktif mi yoksa pasif mi olduğunu belirlemek genellikle zordur. Kas uyarılarını ölçmek için yüzeysel EMG kullanılır. Yüzey elektrotları gastrocnemius-soleus veya adduktör kasları gibi yüzeysel kas gruplarının aktivitesini ölçmek için yeterlidir. EMG verilerini yürüyüş döngüsüne göre zamanlamak için ayak pedalları veya benzer zamanlama cihazları kullanılır. Elde edilen ham veriler bu şekilde sunulabilir veya ortalaması alınabilir. EMG verileri kinematik ve kinetik verilerle birleştirildiğinde hastanın yürüyüşünün daha eksiksiz anlaşılması sağlanabilir (60, 61).

Enerji Tüketimin Hesaplaması

Herhangi bir nedenden kaynaklanan yürüyüş bozukluklarının temel dezavantajı, hastayı daha fazla enerji harcamaya zorlamasıdır. Bu nedenle normal bir yürüyüş için gereken enerjiyi azaltmak önemlidir. Enerji harcamasını ölçmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yöntemlerden biri, ambulasyon sırasında tüketilen karbondioksit ve oksijeni toplayıp ölçmektir. Diğer bir yöntem ise yürüme sırasında sabit bir duruma ulaşıldığında hastanın nabzını almaktır. Üçüncü bir seçenek, hastanın yürürken yaptığı işin mekanik maliyetini belirlemek için kuvvet plakası verilerini kullanmaktır. Bu yöntemlerin sınırlamalarına rağmen, enerji harcamasının

değerlendirilmesi önemli bir sonuç ölçümüdür. Bir prosedürün amacı daha verimli bir yürüyüşe, o zaman prosedürden önce ve sonra enerji harcamasını ölçmek başarıyı belirlemenin geçerli bir yoludur (60, 61).

Spatio-Temporal Yürüyüş Analiz Sistemi

Spatio-temporal yürüyüş analiz sistemi, yürüyüş sapmalarını tanımlamak, teşhis koymak, uygun tedaviyi belirlemek ve hastanın ilerlemesini izlemek için başka bir değerli yöntemdir. Duruş süresi, salınım süresi, çift destek süresi, adım süresi ve adım uzunluğu gibi parametreler değerlendirilir (61, 65).

Sallanma Süresi (sn): Aynı ayak üzerinde parmak kalkışından topuğun vuruşuna kadar geçen zamandır.

Tek Destek Süresi (sn): Yalnızca tek ayağın yerde olduğu bir yürüyüş döngüsündeki zamandır

Çift Destek Süresi (sn): Her iki ayağın da yerde olduğu bir yürüyüş döngüsündeki zamandır

Kadans (adım/dk): Bir dakikada atılan adım sayısıdır.

Yürüyüş Hızı (m/sn): Birim zaman içinde katedilen mesafedir.

Çift Adım Uzunluğu (m): Bir ayak topuğunun yere ilk değdiği noktayla aynı ayağın bir sonraki topuk vuruşunda yere değdiği nokta arasındaki mesafedir.

Adım Uzunluğu (m): Bir ayak topuğunun ilk kez yere değdiği noktayla diğer topuğunun ilk kez yere değdiği nokta arasındaki mesafeye denir.

Adım Genişliği (cm): Her iki ayak topuğunun yere değdikleri noktalarının yürüyüşün yönüne dik ölçülmesi ile elde edilen mesafedir (64, 66).

2.9. İnme Hastalarında Yürüyüş Bozuklukları

İnmenin neden olduğu üst motor nöron sendromu, kas güçsüzlüğü, bozulmuş seçici motor kontrol, spastisite ve normal yürüyüşe etki eden propriyoseptif eksiklikler dahil olmak üzere bir dizi sensorimotor bozuklukla sonuçlanmaktadır. İnme sonrası hastalarda yürüyüş paterni asimetrik yürüyüş, zayıf motor kontrol, bozulmuş denge ve paretik ekstremitede azalmış ağırlık taşıma ile karakterizedir. Yürüme sırasında düzgün ve simetrik ileri ilerleme bozulmaktadır. Paretik taraftaki sinerjistik hareketler, pelviste ve paretik olmayan tarafta kompensatuar ayarlamalar gerektirmektedir (52, 67).

İnme geçiren hastalarda yürüme işlev bozukluğunun doğası ve derecesini karakterize etme de, inme sonrası yürüyüş profili, spatio-temporal yürüyüş parametreleri, enerji tüketim ölçümleri, EMG, kinetik ve kinematik dahil çok farklı tekniklerle incelenmiştir (6).

2.9.1. Hemiplejik Yürüyüşte Asimetri ve Spatiotemporal Bozukluklar

Normal yürüyüş, hem zamansal hem de uzamsal olarak simetrik olmaya eğilimlidir, dikey kuvvet ve zamansal parametrelerdeki sınırlar arası farklılıklar %6'dan daha azdır. Bunun yanında, hemiparetik yürüyüş, seçici motor kontrolün zayıflaması, paretik ekstremitte üzerinde azalmış ağırlık taşıma asimetrisi, denge reaksiyonlarının gecikmesi ve bozulması ile karakterizedir. İnmenin ciddiyeti, etkilenen alan, inme tipi, eklem hareket açıklığının azalması ve gövde kontrol bozukluğu gibi ilişkili komplikasyonlar büyük ölçüde işlev bozukluğunun seviyesini belirlemektedir. Bu nedenle, yürüme yeteneğini yeniden kazanan hastalar, yürüyüş simetrisinde büyük farklılıklar göstermektedir (6, 52).

Hemiplejik yürüyüşte zamansal asimetri genellikle kantitatif olarak kontralateral ekstremitayla karşılaştırıldığında paretik tarafta uzamış salınım fazı süresi ve/veya paretik olmayan tarafta uzamış duruş fazı süresi olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında hem paretik hem de paretik olmayan tarafların duruş fazı ve çift destek fazı sürelerinin daha uzun olduğu bildirilmektedir (6, 52).

İnme geçiren hastalarda yürüme hızı azalmaktadır. Azalan hız, muhtemelen zayıf motor iyileşme, bozulmuş denge ve azalmış kas gücü gibi birçok faktörün sonucudur ve bir kişinin bağımsızlık düzeyi üzerinde önemli bir olumsuz etkiye sahiptir. Bununla birlikte azalmış hızla tutarlı olarak hemiplejik hastalarda hem adım uzunluğu hem de kadans daha düşüktür (6, 52).

2.9.2. Hemiplejik Yürüyüşte Kinematik Bozukluklar

Eklem kinematiği, derece cinsinden ölçülen eklem açısal hareketi gibi segmentler arasındaki uzamsal hareketi tanımlayan değişkenleri ifade etmektedir. Normal yürüyüş sırasında meydana gelen hareketlerin çoğu sagittal düzlemde meydana gelmektedir. Ancak hemiplejik hastalarda eklem kinematiği, yürüyüşün hem duruş hem de salınım evrelerinde sağlıklı kişilerden farklıdır ve ayrıca bireyler arası daha fazla değişkenlik göstermektedir (6, 52).

Duruş Fazı

Düşük kadansla yürürken kalça normalde topuk vuruşunda yaklaşık 15° fleksiyondan, duruş aşamasında 10° ekstansiyona kadar uzanır. Kalça ekstansiyonu önemlidir çünkü gövde segmentini duruş fazındaki ekstremitenin üzerinden ileri doğru hareket ettirerek normal kontralateral adım uzunluğuna katkıda bulunur. Ancak kalça ekstansiyonundaki azalma, hemiplejik yürüyüşü olan kişilerde yaygın olarak bildirilen bir kinematik bozukluktur. Kinetik ölçümler, duruş fazının başlangıcında kalça ekstansör momentindeki azalma nedeniyle yalnızca kinematik verilerin analizi yoluyla kolayca anlaşılamayan kalça hareketinin bazı yönlerini değerlendirmek için yararlı olabilir. Kalça ekstansörünün adaptif kısalması veya aşırı kalça fleksör kas aktivitesi de net kalça ekstansör momentini azaltarak duruş fazında oluşan kalça ekstansiyonunu sınırlayabilir. Duruş fazında kalça ekstansiyonundaki azalmanın en yaygın nedeni plantar fleksör kasların aşırı aktivasyonudur çünkü duruş fazında ayak bileği dorsifleksiyonu kalça ekstansiyonunun ve gövde segmentinin ileri taşınmasının gerçekleşmesi için gerekli olan ekstremitenin ileri doğru ilerlemesine izin verir. Bununla birlikte, plantar fleksör aşırı aktivitesinden, plantar fleksör eksantrik kasılma veya kısalma eksikliğinden kaynaklanabilecek net plantar fleksör momentindeki artış, ayak bileği dorsifleksiyonunu ve dolayısıyla geç duruş aşamasında kalça

ekstansiyonunu sınırlar. Ayrıca hemiplejik hastalarda yerle ilk temasta kalça fleksiyonunun azalması da meydana gelir; bu, kalça ekstansörlerinin aşırı aktivitesinin veya kalça fleksörlerinin sınırlı aktivitesinin bir sonucu olabilir (6, 52).

Hemiplejik yürüyüşe sahip kişilerde duruş sırasında üç tip diz paterni rapor edilmiştir:

1. Sağlıklı kontrol deneklerine göre duruş aşamasında (özellikle ilk temasta) artan diz fleksiyonu;
2. Erken duruş aşamasında diz fleksiyonunun azalması, ardından geç duruş aşamasında diz hiperekstansiyonu ve salınım aşamasına hazırlık olarak diz fleksiyonuna doğru hareketin geciktirilmesi;
3. Duruş fazının çoğunda aşırı diz hiperekstansiyonu.

Düşük kadansla yürürken sallanma aşamasına hazırlık olarak diz, topuk vuruşunda yaklaşık 3°'de iken parmak kalkışında 35°'ye kadar fleksiyona gelmektedir. Ancak diğer kinematik sapmalarda olduğu gibi, duruş fazında diz hiperekstansiyonu da çeşitli faktörlerin sonucu olarak ortaya çıkabilir. Diz hiperekstansiyonuna erken gastroknemius kas aktivitesi neden olabilir, bu da alt bacağın arkaya doğru çekilmesine ve dizin hiperekstansiyona zorlanmasıyla sonuçlanabilir. Bununla birlikte diz hiperekstansiyonu, ağırlık taşıma için stabil bir ekstremite sağlamaya yönelik kompensatuar bir mekanizma olabilir (6, 52).

Sallanma Fazı

Salınım fazında kalça elevasyonu ve gövdenin laterale salınımı ile ayağın yerle teması kesilmektedir. Erken sallanma öncesi fazda (kalçanın fleksiyonu başlamadan önce) gövde ve pelvik hareketleri yavaş hız ile başlatılan ve vücut ağırlığı etkilenmeyen tarafa kayan kişiler, ayağın yerle temasının kesilmesinde zorluk yaşayabilir. Kalça eklemi, parmak kalkışında yaklaşık 9° ekstansiyondan orta salınım sırasında 20° fleksiyona kadar esnemektedir. Sallanma fazındaki ekstremitenin normal bir adım uzunluğuna ilerletilmesi için kalça fleksiyonu gereklidir; ancak hemiplejik hastalarda kalça fleksiyonunda azalma yaygındır. Kalça fleksör kasının uygun şekilde

aktive edilememesi ve kalça ekstansörlerinin aşırı aktivitesi bu bozuklukla ilişkili önemli faktörler olabilir (6, 52).

Hemiplejik hastalarda salınım fazında iki tip diz paterni gözlenmektedir. Normal olarak, salınım fazının ilk üçte birinde yaklaşık 65°'lik bir tepe diz fleksiyon açısına ve ilk temastan hemen önce 4° fleksiyona ulaşılır. Sallanma fazı sırasında diz fleksiyonunda azalma hemiplejik hastalarda en sık görülen yürüme bozuklukları arasında yer alır ve sert diz yürüyüşü bu bozukluğun karakteristik bir şeklidir. Bu durumun en yaygın sebebi, rektus femoris kasının aşırı aktivitesi ve yetersiz itmedir. Zayıf diz fleksör kasları, kalça fleksiyonunun olmaması ve sallanma öncesi plantar fleksör kasların aşırı aktivitesi de sert diz yürüyüş şekline katkıda bulunabilir (6, 52).

Sallanma aşamasındaki ikinci diz paterni, topuk vuruşundan önce diz ekstansiyonunun azalmasıdır. Normalde diz ekstansiyonuna yardımcı olan hıza bağlı momentleri üretmek için orta ila geç salınım fazında uyluğun veya bacağın yetersiz ivmelenmesi, topuk vuruşundan önce diz ekstansiyonunun olmaması da aşırı diz fleksör kas hareketinin bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. Diz ekstansörlerinin yeterince etkinleştirilememesi başka bir neden olabilir (6, 52).

Bir diğer yaygın salınım fazı kinematik bozukluğu, ayak bileğinin dorsifleksiyonunun azalmasıdır. Normalde ayak bileği orta duruşta nötr bir pozisyona ulaşır ve ilk temasa kadar bu pozisyonu korur. Ayak bileğinin nötr pozisyona ulaşması önemlidir çünkü bu sırada ayak yere en yakın noktadan geçer. Yürüyüş döngüsünün bu noktasında ayak bileğinin nötr pozisyonu, ayak parmaklarının yere değmesini önlemek için ekstremitelerin pozisyonlanmasını kolaylaştırır. Sallanma fazında ve topuk vuruşunda dorsifleksiyon eksikliği muhtemelen plantar fleksör kaslarının aşırı aktivitesinden ve yeterli dorsifleksör kas momenti üretememesinden kaynaklanmaktadır. Plantar fleksör kaslarının kısılması bu durumun bir başka nedenidir (6, 52).

Özetle, hemiplejik ekstremitelerde kalça, diz ve ayak bileği hareketlerinin salınım fazı sagittal düzlem bozuklukları, sınırlı ya da azalmış kalça fleksiyonu, azalmış diz fleksiyonu ve azalmış ayak bileği dorsifleksiyonu veya sürekli plantar fleksiyonu ile karakterize edilir. Sınırlı kalça ve diz fleksiyonu ile azalmış ayak bileği dorsifleksiyonu

adım uzunluğunu artırır. Adım uzunluğunun artması, sallanma aşamasında ayağın zeminden uzaklaşmasının azalmasına neden olur, bu da ayak parmağının sürüklenmesine veya bacakta oraklama yürüyüşüne sebep olur. Ek olarak, sallanma fazındaki ekstremitenin olduğu tarafta pelvisin elevasyonu, ayak açıklığının sağlanması için başka bir kompensasyon mekanizmasıdır (6, 52).

2.9.3. Hemiplejik Yürüyüşte Kinetik Bozukluklar

Ölçümü doğrudan yapılamayan ancak bir kuvvet platformu kullanılarak ters dinamiklerle hesaplanan, eklemlerde üretilen kuvvetlerin momentleri kinetik değişkenler olarak adlandırılır. Spatio-temporal parametreler ve lokomotor kinematikler bu momentlerin doğrudan sonuçlarıdır. Hemiplejik hastalarda yürüme sırasındaki kinetik kalıplar hem etkilenen hem de etkilenmeyen ekstremitelerde (kişiler arası geniş değişkenlik gösteren) sağlıklılardan farklı desenler sergilemektedir. Bu nedenle hem etkilenmiş hem de etkilenmemiş alt ekstremitelerde değişikliklerle birlikte kinetik modellerde iki taraflı simetri eksikliği vardır. Kinetik analiz kuvvet, moment ve güç olmak üzere 3 değişken içermektedir. Hemiplejik yürüyüş sırasında çeşitli deviasyonlar tanımlanmaktadır. Hemiplejik hastaların diz momentleri, duruş fazının erken döneminde negatif bir fleksör momenti sergileyen ve bunu duruş fazının geri kalanı boyunca pozitif bir ekstansör momenti sergileyen sağlıklılardan farklıdır. Hemiplejik hastalar, etkilenen alt ekstremitede yürüyüş döngüsü boyunca dizde pozitif bir ekstansör moment sergilemektedir (6, 52).

2.9.4. EMG’de Görülen Bozukluklar

Yürüme sırasındaki EMG kayıtları, yürüyüş döngüsüne bağlı olarak kas aktivasyonunun başlangıcını, süresini ve genliğini göstermektedir. Yürüyüş parametrelerinin çoğunda olduğu gibi alt ekstremitedeki kasların amplitüdlere ve fazik paternlerinin sağlıklı bireylerdekinden önemli ölçüde farklı olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca yürüme döngüsü sırasında bireyler arası belirgin farklılıklar rapor edilmektedir. Bu nedenle hemiplejik hastaların sergilediği EMG modellerinin bir derlemesini sunmak mümkün değildir. Ancak paretik ekstremitedeki kaslardan elde edilen EMG'nin büyüklüğünde bir azalma, erken başlangıç, yürüme

döngüsü sırasında ateşlemenin uzamış süresi ve normalden farklı olan aktivite zirveleri gibi bazı ortak genel özellikler belirtilmektedir (6, 52).

2.9.5. Enerji Harcaması Bozuklukları

Yürürken enerji harcamasının ölçülmesi kantitatif yürüyüş analizinin bir diğer önemli parçasıdır. Enerji harcaması ve yürüyüş simetrisinin ilişkili olduğu, simetrik yürüyüşün en etkili model olduğu düşünülmektedir. İnsanın hareketi, minimum mekanik ve fizyolojik enerji harcamasıyla vücudun uzayda düzgün ilerlemesini içerir. Ancak hemiplejik yürüyüşte spatio-temporal, kinematik, kinetik ve EMG değişkenlerindeki asimetrisinin yanı sıra ağırlık merkezinin anormal yer değiştirmesi enerji harcamasını artırmaktadır. İnme geçiren hastalar daha fazla oksijen tüketimiyle daha kısa mesafeler yürürler; bu da onların daha yüksek bir oksijen maliyetiyle yürüdüklerini göstermektedir (yani kat edilen birim mesafe başına daha fazla hacimde oksijen tüketilir). Hemiplejik hastalarda yürüyüş sırasındaki enerji harcaması zayıflık derecesi, spastisite ve yardımcı destek kullanımına göre değişmektedir. Ancak genel olarak hemiplejik hastalarda yürümenin oksijen maliyeti, benzer vücut ağırlığına ve aynı yürüme hızına sahip sağlıklı kontrol deneklerine göre daha yüksektir (6, 52).

2.10. Bantlama Teknikleri

Bantlama; ağrının azaltılması, yaralanmalarının önlenmesi, vücut biyomekaniklerinin düzeltilmesi, stabilitenin artırılması, propriyosepsiyonun artırılması, ödeminin azaltılması, kas inhibisyonu ve fasilasyonu için uzun süredir fizyoterapi ve rehabilitasyon kliniklerinde kullanılmaktadır. Kiniklerde farklı amaçlar için geliştirilmiş teknikler mevcuttur. Her bir tekniğin avantajları ve dezavantajları bulunmakta olup kullanılacak teknik, hedeflenen amaca göre seçilmelidir. Asıl hedef eklemlerde hareketleri sınırlayarak dejenerasyonu azaltmaksa, genellikle rijit (statik) bantlama teknikleri tercih edilmektedir. Fakat hareketliliği sınırlandırmadan daha dinamik bir etki elde etmek isteniyorsa, elastik (dinamik) bantlama teknikleri daha çok tercih edilmektedir (68, 69).

Rijit bantlama tekniği, genellikle eklemlere ve kas dokulara destek sağlamak, üzerlerindeki yükü azaltmak, biyomekanik düzeltme sağlamak ve yaralanmaları

engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin, akut inme rehabilitasyonunda kaslar normalde taşıdıkları yükü taşıyamaz hale gelebilmektedir. Bu durumda kaslara binen yük devam etmekte ve ilerleyen süreçte kas dokusunda zorlanma ve yaralanmalara yol açabilmektedir. Bu da bölgesel ağrı ve ikincil komplikasyonlara neden olabilmektedir. Bu ağrılı durumu hızla iyileştirmek için sert bantlama teknikleri kullanılabilir. Bu teknikler, uygulandıkları bölgede eklem hareketini kısıtlamaktadır. Bu şekilde, kas dokusuna destek sağlamak ve eklemde aşırı kullanım kaynaklı kemik ve yumuşak dokuların yaralanmasını önlemektedir. Bantlama nöromüsküler kontrolü ve propriyoseptif farkındalığı arttırmaktadır. Ancak, deride hafif kızarıklıklara veya kabarcıklara neden olabileceği ve dokuları baskı altına alabileceği için uzun süreli kullanımlar önerilmez. Deride herhangi bir olumsuz reaksiyon ortaya çıkarsa, tedaviye ara verilir. İyileşme sağlandıktan sonra tekrar kullanılabilir veya tedavi sonlandırılabilir (69-71).

Rijit bantlama teknikleri eklemlerde motor fonksiyon ve stabilitenin artmasını da sağlamaktadır. Literatürde, rijit bantlamanın eklemlerin biyomekanik olarak yeniden hizalanmasını sağlayarak eklem stabilitesini etkili bir şekilde artırabildiği belirtilmektedir. Bant, patolojik hareketi sınırlamak için eklemle paralel veya dikey olarak tutturulur. Aynı zamanda literatürde bantlamanın inme hastalarında denge ve yürüyüşün iyileştirilmesinde de etkili olduğu kanıtlanmıştır (70, 71).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

İnme hastalarında yürüyüşün duruş fazında diz eklemünde hiperekstansiyona neden olan faktörleri belirlemek ve rijit bantlama uygulamasının hiperekstansiyon kontrolüne etkisini incelemek için yapılan bu çalışmaya Hacettepe Erişkin Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı'nda takip edilen ve fizyoterapi için yönlendirilen 40-70 yaş arasındaki 30 inme hastası dahil edildi.

Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 18.10.2022 tarihli toplantısında KA-22045 protokol koduyla etik kurul onayı alındı (EK-1). Çalışma Aralık 2022 – Kasım 2023 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Nörolog tarafından yönlendirilen ve dahil etme kriterlerini sağlayan tüm bireylere yapılacak değerlendirme ve uygulamalar (müdahalelerin tipi, şekli ve etkileri, var ise mevcut riskleri) anlatıldı ve çalışmaya katılmayı kabul edenlere bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatıldı.

Çalışmaya Dâhil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri:

Dahil edilme kriterleri:

- 40-65 yaş arasında olmak
- İnme üzerinden en az 6 ay geçmiş olması
- Yürüme yardımcısı (yürüteç, baston veya tripot) kullanarak veya yürüme yardımcısı olmaksızın ambule olabilmek
- Modifiye Rankin Skorlamasına (MRS) göre 0-3 puan arasında olmak
- Standardize Mini Mental Testten (SMMT) 26 ve üzeri puan almak
- Yürüyüşün duruş fazında hiperekstansiyon varlığı
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Dışlama kriterleri:

- Geçirilmiş birden fazla inme öyküsü olmak
- Alt ekstremitte sinerji varlığı

- Alt ekstremitte kaslarının herhangi birinde Modifiye Ashworth Skalasına göre 4 değerinde spastisite varlığı
- Bilinen demans varlığı
- Bilinen ortopedik, psikiyatrik veya başka bir nörolojik hastalığa sahip olmak
- İletişime engel olacak afazi varlığı
- Alt ekstremitte ve yürüyüşü ilgilendiren cerrahi öyküsü veya eklem kontraktürü olması

3.2. Yöntem

Nörolog tarafından yönlendirilen ve dahil etme kriterlerini sağlayan tüm hastalar rutin nörolog muayenesine geldiklerinde demografik bilgileri ve klinik özellikleri kaydedildikten sonra manuel kas testi ile alt ekstremitte kas kuvveti değerlendirildi. Kas tonusunu değerlendirmek için Modifiye Ashworth Skalası kullanıldı. Hastaların yürüyüşlerinin klinik değerlendirilmesi 10 metre yürüyüş testi, kinematik değerlendirilmesi ise hareket analiz sistemiyle incelendi. Çalışmanın ikinci gününde hastaların dizine rijit bantlama uygulanarak yürüyüşlerinin kinematik değerlendirilmesi tekrarlandı. Hastalardan 5 metrelik bir mesafede normal yürüyüş hızında yürümeleri istendi. Çalışmaya katılan tüm hastalara rijit bantlama uygulaması yapıldı. Rijit bantlama uygulaması tek seferlik yapıldı ve sadece akut etkisi değerlendirildi.

3.2.1.  l me ve Değerlendirmeler

- **Kas Kuvveti Değerlendirmesi:** Manuel kas testi, Dr. Robert W. Lowett'in geliştirdiği yönteme göre uygulandı (72). Bu yönteme göre kasların hareketi belli pozisyonlarda yerçekimine karşı yapıp yapamaması değerlendirildi. Yerçekimine karşı yapılan hareketin aldığı dirence göre değerlendirme yapıldı. Yerçekimine karşı yapılamayan hareketler yerçekiminin elimine edildiği pozisyonda değerlendirildi. Değerlendirme sonunda kas kuvvetine, 0 (tam paralizi) ve 5 (normal) aralığında değer verildi. Hastaların alt ekstremitte kaslarına (kalça fleksörleri, kalça ekstansörleri, kalça abd kt rleri, kalça add kterleri, diz fleksörleri, diz ekstansörleri, ayak bileği dorsifleks rleri ve

gastroknemius) manuel kas testi yapıldı. Ara değerler için “+” ve “-” kullandı (73). Çalışmamızda hastaların istatistiksel değerlendirilmesinin yapılabilmesi için değerler sıralı olarak numaralandırıldı (74) (Tablo 3.1). Bu teste göre;

- Normal (5): Kasın yerçekimine karşı maksimum direnç ile normal eklem hareketini (NEH) tamamlamasıdır
- İyi (4): Kasın yerçekimine karşı maksimum direncin daha azıyla NEH’i tamamlamasıdır.
- Orta (3): Kasın yerçekimine karşı NEH’i tamamlamasıdır.
- Zayıf (2): Kasın yerçekiminin elimine edildiği pozisyonda NEH’i tamamlamasıdır.
- Eser (1): Eklemde hareket açığa çıkmadan kontraksiyon hissedilmesidir.
- Tam paralizi (0): Kasta hiçbir kontraksiyonun hissedilmemesidir.

Tablo 3.1. Modifiye edilmiş manuel kas kuvvet değerlendirilmesi

Kas Kuvveti	İstatistiksel Değer
0	0
1	1
2	2
3-	3
3	4
3 ⁺	5
4-	6
4	7
4 ⁺	8
5-	9
5	10

Kalça Fleksörlerinin Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan yatak kenarında bacak dizden itibaren sarkacak şekilde kalça ve diz 90° pozisyonda oturması istendi. Bu pozisyonda fizyoterapist tarafından pelvis tespit edildi ve hastadan yerçekimine karşı kalça fleksiyonu yapması istendi. Bu pozisyonda fizyoterapistin diz ekleminin hemen üzerinden uyguladığı maksimum dirence göre kas kuvvetine 5, 4, 3⁺ ve 3 değerleri verildi. Bu

pozisyonda yerçekimine karşı hareketi tamamlayamayan hastalardan değerlendirilecek ekstremitte alta kalacak şekilde yan yatması istendi. Fizyoterapist bir eli ile üstteki ekstremitenin ağırlığını alırken diğer eli ile pelvisi tespit eder. Bu pozisyonda diz fleksiyonda yatakta kaydırırken kalça fleksiyonu yapılabilirse 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa sırtüstü pozisyonda Sartorius'un medial kenarı ve inguinal bağın distali palpe edildiğinde kontraksiyon hissedilirse 1, hissedilemezse 0 puan verildi (72, 73).

Kalça Ekstansörlerinin Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan yüzükoyun yatağa uzanması istendi. Hastadan bu pozisyonda yerçekimine karşı kalça ekstansiyonu yapması istendi. Bu pozisyonda fizyoterapistin diz eklemine hemen üzerinden uyguladığı maksimum dirence göre kasa 5, 4, 3⁺ ve 3 değerleri verildi. Yerçekimine karşı hareketi tamamlayamayan hastalardan değerlendirilecek ekstremitte alta kalacak şekilde yan yatması istendi. Fizyoterapist bir eli ile üstteki ekstremitenin ağırlığını alırken diğer eli ile pelvisi tespit eder. Bu pozisyonda kalça ekstansiyonu yapılabilirse kas kuvvetine 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa yüzükoyun pozisyonda hareket yapılmaya çalışıldığında gluteal bölgede kontraksiyon hissedilirse 1, hissedilemezse 0 değeri verildi (72, 73).

Kalça Abdüktörlerinin Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan değerlendirilecek ekstremitte üstte kalacak şekilde uzanması istendi. Destek yüzeyini genişletmek amacıyla alttaki ekstremitte hafif fleksiyonda pozisyonlandı. Hastadan bu pozisyonda yerçekimine karşı kalça abdüksiyonu yapması istendi. Bu pozisyonda fizyoterapistin uyguladığı maksimum dirence göre kasa 5, 4, 3⁺ ve 3 değerleri verildi. Bu pozisyonda yerçekimine karşı hareketi tamamlayamayan hastalardan değerlendirilecek ekstremitte hafif internal rotasyonda sırtüstü yatarken kalçada eksternal rotasyon olmadan abdüksiyon hareketi yapması istendi. Bu pozisyonda normal eklem hareketi tamamlanırsa 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa sırtüstü pozisyonda hareket yapılmaya çalışıldığında ilium lateralinden, torakanter majorun 4 cm

üzerinden palpe edildiğinde kontraksiyon varsa 1, yoksa 0 değeri verildi (72, 73).

Kalça Adduktörlerinin Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan değerlendirilecek ekstremitte altta kalacak şekilde uzanması istendi. Hastadan bu pozisyonda yerçekimine karşı kalça abdüksiyonu yapması istendi. Fizyoterapist tarafından üstteki ekstremitte 25° abdüksiyona getirildi. Alttaki ekstremitte üstteki ekstremiteye yaklaştırılması istendi. Bu pozisyonda fizyoterapistin uyluğun iç yüzünden, diz ekleminin biraz üzerinden uyguladığı maksimum dirence göre 5, 4, 3⁺ ve 3 değerleri verildi. Bu pozisyonda yerçekimine karşı hareketi tamamlayamayan hastalardan sırtüstü pozisyonda değerlendirilecek ekstremitte 45° abdüksiyonda yatılması istendi. Bu pozisyonda abdüksiyondaki bacak diğerinin yanına getirilebilirse 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa uyluğun medialinden adduktör kaslar palpe edildiğinde kontraksiyon varsa 1, yoksa 0 değeri verildi (72, 73).

Diz Fleksörlerinin Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan dizler ekstansiyonda yüzükoyun yatması istendi. Bu pozisyonda kalçanın kalkmaması için fizyoterapist tarafından pelvis tespit edildi. Bu pozisyonda hastadan yerçekimine karşı diz fleksiyonu yapması istendi. Bu pozisyonda fizyoterapistin ayak bileği ekleminde ekstansiyon yönünde uyguladığı maksimum dirence maksimum dirence göre 5, 4, 3⁺ ve 3 değerleri verildi. Bu pozisyonda yerçekimine karşı hareketi tamamlayamayan hastalardan değerlendirilecek ekstremitte alta kalacak şekilde yan yatması istendi. Fizyoterapist bir eli ile üstteki ekstremitenin ağırlığını alırken diğer eli ile değerlendirilecek ekstremitenin uyluğu tespit edildi. Bu pozisyonda diz fleksiyonu yapılabiliyorsa 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa yüzüstü pozisyonda hafif diz fleksiyonu yapılır ve uyluğun posteromedialinden iç hamstringler, posterolateralinden dış hamstringler palpe edildiğinde kontraksiyon hissedilirse 1, hissedilemezse 0 puan verildi (72, 73).

Diz Ekstansörlerinin Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan yatak kenarında bacak dizden itibaren sarkacak şekilde kalça ve diz 90° pozisyonda oturması istendi. Diz ekleminin altına rulo bir havlu yerleştirildi. Bu pozisyonda fizyoterapist tarafından uyluk tespit edildi ve hastadan yerçekimine karşı diz tamamen kilitlenene kadar diz ekstansiyonu yapması istendi. Bu pozisyonda fizyoterapistin ayak bileği ekleminin hemen üzerinden uyguladığı maksimum dirence göre 5, 4, 3⁺ ve 3 değerleri verildi. Bu pozisyonda yerçekimine karşı hareketi tamamlayamayan hastalardan değerlendirilecek ekstremitte alta kalacak şekilde yan yatması istendi. Fizyoterapist tarafından üstteki ekstremitenin ağırlığı alındı. Uyluk tespit edilerek diz fleksiyona getirildi. Bu pozisyonda diz ekstansiyonu tamamlanıyorsa 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa sırtüstü pozisyonda bacak hafif fleksiyona getirilerek Kuadriseps femorisin tendonu patella ile tuberositas tibia arasından palpe edildiğinde kontraksiyon hissedilirse 1, hissedilemezse 0 puan verildi (72, 73).

Tibialis Anterior Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan yatak kenarında bacak dizden itibaren sarkacak şekilde kalça ve diz 90° pozisyonda oturması istendi. Bu pozisyonda parmaklar gevşek bırakılarak hastadan yerçekimine karşı ayağın yukarı yani dorsifleksiyona ve inversiyona getirmesi istendi. Bu pozisyonda fizyoterapistin ayağın dorsal yüzünden uyguladığı maksimum dirence göre 5, 4, 3⁺ ve 3 değerleri verildi. Bu pozisyonda yerçekimine karşı hareketi tamamlayamayan hastalardan değerlendirilecek ayağın lateral kenarı masaya gelecek şekilde yan yatması istendi. Bu pozisyonda ayak kaydırılarak dorsifleksiyon hareketi tamamlanıyorsa 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa sırtüstü pozisyonda Tibialis anterior'un tendonu ayak bileğinin anteromedialinden palpe edildiğinde kontraksiyon hissedilirse 1, hissedilemezse 0 puan verildi(72, 73).

Gastroknemius Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Hastadan ayağı topuktan itibaren yataktan sarkacak şekilde yatması istendi. Fizyoterapist tarafından ayak 90° nötral pozisyona getirildi. Fizyoterapist bir eli ile ayağı topuktan kavradı ve ön kolunu plantar yüze yerleştirdi. Diğer eli ile bacağı tespit eder. Harekete yerçekiminin yardımı nedeniyle ön kol ile verilen direnç ile hareket tamamlanıyorsa 3, son noktada direnç artırılarak dirence göre 3⁺, 4 ve 5 puan verildi. Bu pozisyonda hareketi tamamlayamayan hastalardan değerlendirilecek ayağın lateral kenarı masaya gelecek şekilde yan yatması istendi. Diz ekstansiyonda ayak bileği 90° nötral pozisyona yerleştirilip bacak tespit edildi. Plantar fleksiyon hareketi istendi ve hareketi tamamlanıyorsa 2 puan verildi. Hareket açığa çıkmazsa bu pozisyonda aşil tendon, kalkaneusun biraz üzerinden ve ayak bileğinin arkasından palpe edildiğinde kontraksiyon hissedilirse 1, hissedilemezse 0 puan verildi (72, 73).

- **Spastisite Değerlendirmesi:** Spastisite değerlendirme Modifiye Ashworth Skalasına (MAS) göre yapıldı. Modifiye Ashworth Skalasında kaslar pasif harekete karşı verdiği dirence göre 0, 1, 1+, 2, 3 ve 4 olarak derecelendirilirken çalışmamızda istatistiksel hesaplama yapılabilmesi için 0-5 arasındaki değerler kullanıldı (75) (Tablo 3.2). Tüm ölçümlerde hastalara test sırasında rahatlamaları ve fizyoterapistin uyguladığı pasif hareketlere direnmemeleri söylendi. Hastalar herhangi bir cihaz olmadan değerlendirildi. Eklemler hızlı bir şekilde hareket ettirildi. Germe hızını standardize etmek için pasif hareket Bohannon ve Smith'in önerdiği şekilde hareketler, yaklaşık bir saniye içinde uygulandı (76). Hastaların kuadriseps femoris kası, kalça ekstansörleri, kalça adduktörleri, gastroknemius ve soleus kasındaki spastisiteleri etkilenen ekstremitelerde değerlendirildi.

Tablo 3.2. Modifiye edilmiş Modifiye Ashworth Skalası

MAS Skor	İstatiksel Değer	Açıklama
0	0	Kas tonusunda artış yok
1	1	Kas tonusunda hafif artış var, eklem hareket açıklığı sonunda minimal direnç
1+	2	Kas tonusunda hafif artış var, eklem hareket açıklığının (yarısından azında) minimal direnç
2	3	Eklem hareket açıklığının büyük kısmında kas tonusta belirgin artış, etkilenmiş eklem kolaylıkla hareket ettirilir
3	4	Kas tonusunda belirgin artış var, pasif hareket zorlaşmış
4	5	Etkilenen eklem fleksiyon veya ekstansiyonda rijit

Kalça ekstansörleri spastisite değerlendirilmesi

Hastadan sırtüstü uzanması istendi. Kalça ve diz ekstansiyonda fizyoterapist bir eli ile patella lateralinden femuru stabilize ederken diğer eliyle ayak bileğinden tutuldu. Diz fleksiyona alınıp, kalça maksimum fleksiyona getirilerek değerlendirildi (75, 76).

Kalça addüktör kaslarının spastisite değerlendirilmesi

Hastadan alt ekstremitte rahat pozisyonda sırtüstü uzanması istendi. Test edilen ekstremitede, fizyoterapist bir eliyle diz altına, diğer eliyle ayak bileğinden tutuldu. Ekstremitte adduksiyon pozisyonundan abduksiyona (ekstremitte rotasyonu olmadan) getirilerek değerlendirildi (75-77)

Kuadriseps femoris spastisite değerlendirilmesi

Hastadan sırtüstü yatışta uzanması istendi. Kalça-diz ekstansiyonda, baş ile gövde aynı doğrultuda uzanırken, fizyoterapist bir elini femurun stabilizasyonu için uyluk lateralinden dizin proksimaline yerleştirirken, diğer eliyle ayak bileğinin proksimalinden tutuldu. Fizyoterapist, dizi maksimum ekstansiyonda iken maksimum fleksiyona getirerek değerlendirdi (75-77).

Gastroknemius spastisite değerdendirilmesi

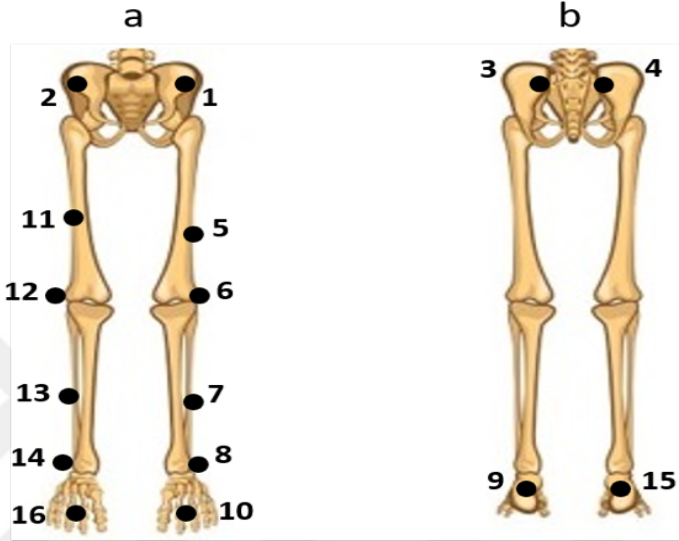
Hastadan alt ekstremite rahat pozisyonda sırtüsyü uzanması istendi. Test edilen ekstremitede, fizyoterapist bir elini ayak topuğunun altına koyarken, diğeri eli ile ayak bileğeri ekleminden ayağı stabilize eder. Ayak bileğeri maksimum plantar fleksiyonda iken maksimum dorsi fleksiyona getirilerek değerdendirme yapıldı (75-77).

Soleus spastisite değerdendirilmesi

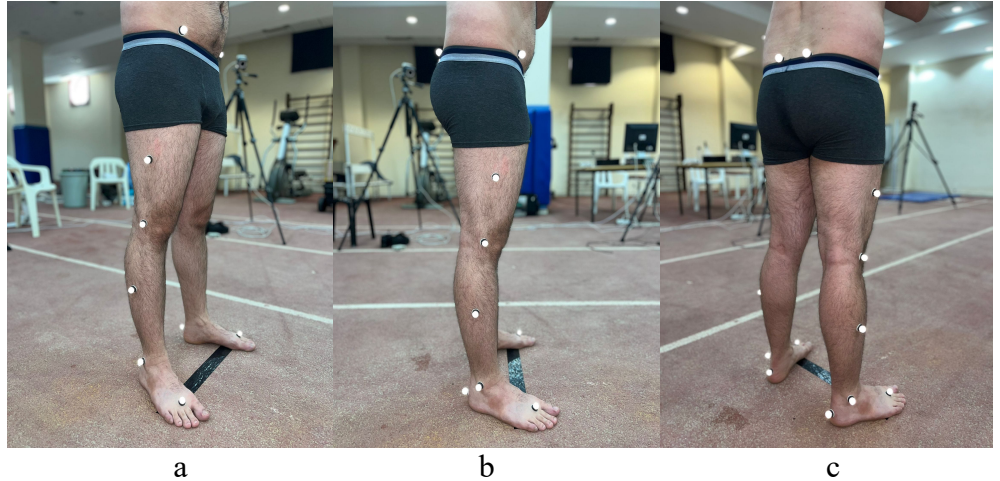
Hasta sırtüstü, kalça ve dizi 45° fleksiyonda pozisyonlandı. Fizyoterapist elinin birini ayak bileğinin proksimaline yerleştirdi. Diğeri eli ile ayak plantar kısmından kavranarak maksimum plantar fleksiyon pozisyonundan maksimum dorsifleksiyona getirilerek değerdendirildi (75, 76).

- **10 Metre Yürüme Testi:** Katılımcılardan test esnasında 10 metre mesafedeki iki nokta arasında normal yürüyüş hızı ile yürümesi istendi. Zemine yerleştirilen bant, hızlanma ve yavaşlamaya izin vermek için yürüyüş yolunun başında ve sonunda ek birer metre ile birlikte toplamda 12 metre olarak belirlendi. Hasta başlangıçta test kurulumunda ek ölçüm çizgisinin arkasında durdu ve fizyoterapist şunları söyledi: " 3'ten geriye sayacağım ve rahat bir hızla en sona kadar yürüyeceksin." Değerdendiricinin zamanlaması hastanın ilk ayağı başlangıç çizgisini geçtiğinde başladı. İlk ayak durma çizgisini geçtiğinde zamanlama durduruldu. Test 3 kez tekrarlandı ve yürüyüşte geçen süre saniye (sn) cinsinden kaydedildi. İstatiksel analiz için en hızlı olan ölçüm alındı (78).
- **Tek Ayak Duruş Süresi:** Tek ayak duruş testi sağlam ve hemiplejik tarafta yapıldı. Bu test sırasında, hastanın bir bacağı diz fleksiyonundayken diğeri bacağı ekstansiyonda tutularak katılımcıların tek ayak üzerinde ne kadar süre dik ayakta kalabildikleri ölçüldü. İki denemeye izin verildi ve tek ayak üzerinde kalabildikleri süre kaydedildi (79).

- **Hareket Analizi:** İskelet etiketleme şablonu olarak güvenilir alt vücut kinematik modellemesi sağlayan Geleneksel Yürüyüş Modeli (GYM) kullanıldı. Takılabilir Yürüyüş şablonunun ardından, her hastanın pelvisine ve alt ekstremitelerine 16 yansıtıcı işaret yerleştirildi (80) (Şekil 3.1). Hasta üzerinde konumlanmış hali Şekil 3.2’de verildi.



Şekil 3.1. İnsan iskeletinde işaretleyicilerin (a) ön ve (b) arka görünümü



Şekil 3.2. Hasta üzerinde işaretleyicilerin (a) ön, (b) yan, (c) arka görünümü

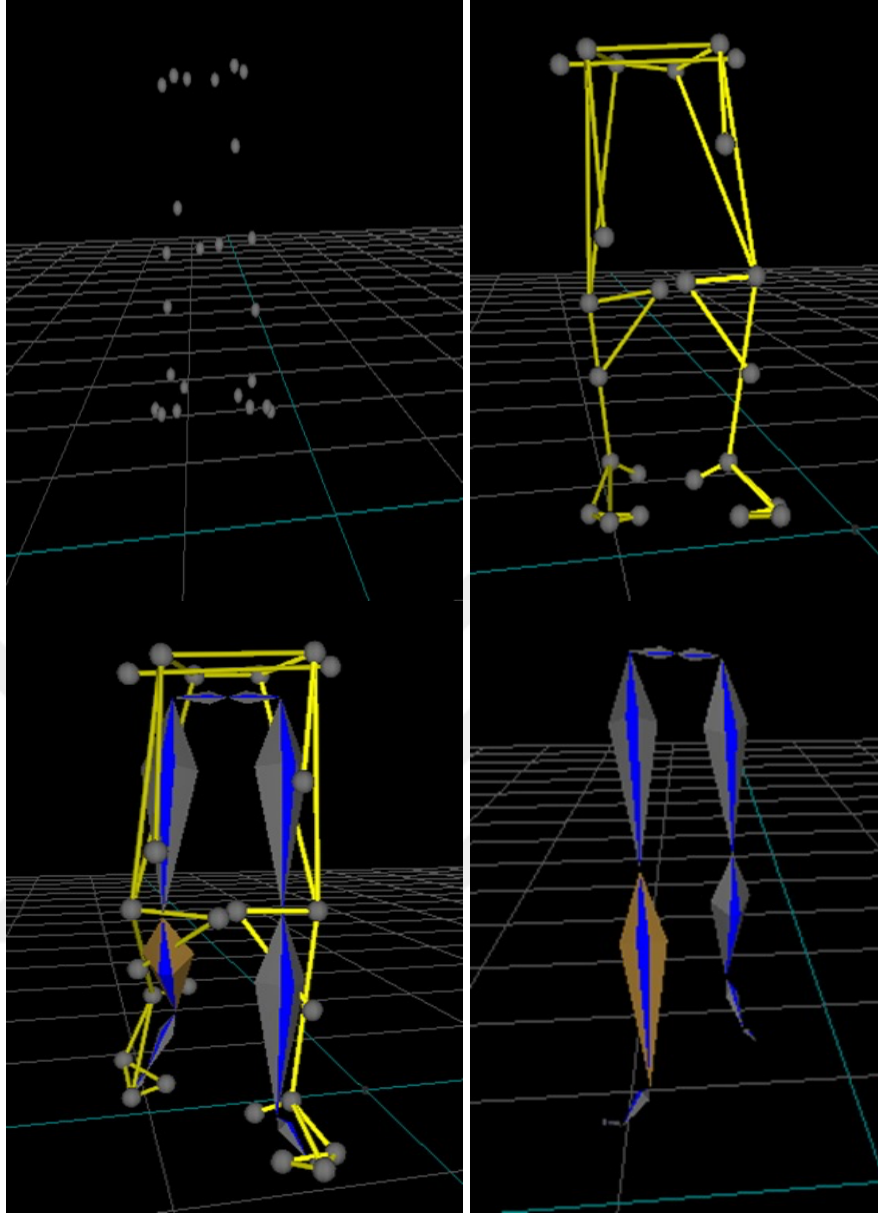
İnsan iskeleti üzerindeki işaretlerin tanımları ve kesin konumları Tablo 3.3’de verildi. Hareketi kaydetmek için sekiz yakın kızılötesi optik kameraya (Bonita

modeli) sahip bir hareket yakalama sistemi (Vicon Ltd, Bilston, İngiltere) kullanıldı (Şekil 3.3).



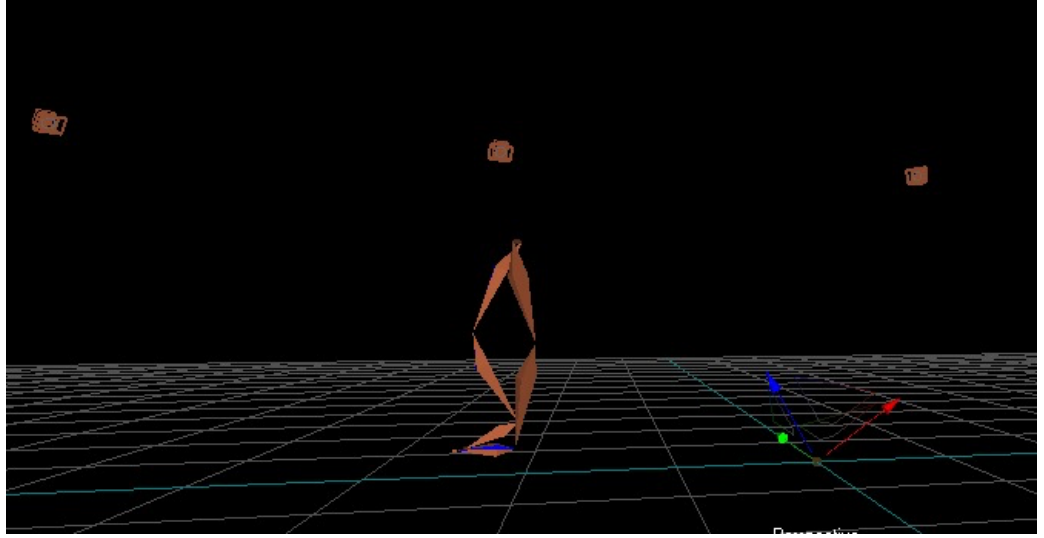
Şekil 3.3. Vicon hareket analiz sistemi

Hareket yakalama alanı 5 noktalı kalibrasyon çubuğu kullanılarak kalibre edildi. Yansıtıcı işaretleyicilerin bulunduğu hastalardan 5 metrelik yürüme alanında normal yürüme hızında yürümeleri istendi. Hastalar normal yürüme hızında yürüdüler. 2 test yürüyüşünün ardından, 3. turdaki hareketler Blade yazılımı (versiyon 2.6.1; Vicon Ltd) kullanılarak saniyede 240 kare hızla videoya kaydedildi. Blade yazılımının 53 işaretleyiciden oluşan tam gövde iskelet etiketleme şablonu, 16 işaretleyicili alt gövde GYM modeline uyacak şekilde özelleştirilmiş ve uyarlanmıştır. Daha sonra işaretleyicilerin üç boyutlu uzaysal koordinatları Blade yazılımının yerleşik operatörleri kullanılarak yeniden oluşturuldu ve etiketlendi (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Blade yazılımında iskelet görünümü

Daha sonra bölümler tanımlandı ve yazılımdaki yerleşik ters kinematik çözücü kullanılarak eklem açıları elde edildi. Etkilenen ekstremitenin duruş fazındaki maksimum diz ekstansiyon açısı kaydedildi. Maksimum diz ekstansiyon açısının 0 derecenin ilerisinde olması hiperekstansiyon olarak kabul edildi (Şekil 3.5). Ayrıca maksimum diz hiperekstansiyonu sırasındaki pelvik retraksiyon ve pelvik drop açıları, yürüyüş sırasındaki maksimum kalça fleksiyon ve maksimum diz fleksiyon açıları ve topuk vuruşu sırasındaki dorsifleksiyon açısı ölçüldü.



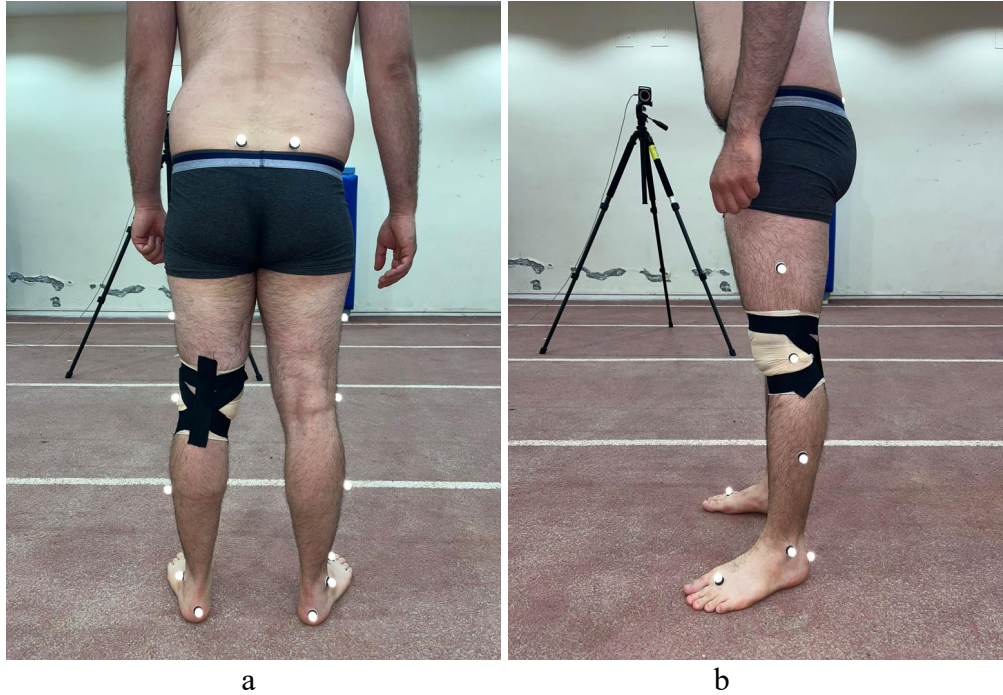
Şekil 3.5. Duruş fazında maksimum diz hiperekstansiyonu

Tablo 3.3. İşaretçilerin tanımları ve konumları

İşaretleyici Numaraları	Tanım	Hasta üzerindeki konumu
1	Sol SİAS	Sol spina iliaka anterior superior
2	Sağ SİAS	Sağ spina iliaka anterior superior
3	Sol PSIS	Sol spina iliaca posterior superior (sakroiliak eklemlerin hemen altında, omurganın pelvisle birleştiği noktada)
4	Sağ PSIS	Sağ spina iliaca posterior superior
5	Sol uyluk	Sol uyluğun alt yanal 1/3 yüzeyi üzerinde
6	Sol diz	Sol dizin fleksiyon-ekstansiyon ekseninde
7	Sol tibia	Sol şaftın alt 1/3 yüzeyinin üzerinde
8	Sol ayak bileği	Transmalleoler eksenden geçen hayali bir çizgi boyunca lateral malleol üzerinde
9	Sol topuk	Kalkaneus üzerinde ayağın plantar yüzeyi üzerinde ayak parmağı işaretiyle aynı yükseklikte
10	Sol ayak parmağı	İkinci metatars başı üzerinde, ekinusun orta ayak tarafında, ön ayak ile ayağın ortası arasındaki boşluk
11	Sağ thigh	Sağ uyluğun alt yan 1/3 yüzeyinin üzeri
12	Sağ diz	Sağ dizin fleksiyon-ekstansiyon ekseninde
13	Sağ tibia	Sağ şaftın alt 1/3 yüzeyinin üzerinde
14	Sağ ayak bileği	Transmalleoler eksenden geçen hayali bir çizgi boyunca lateral malleol üzerinde
15	Sağ topuk	Kalkaneus üzerinde ayağın plantar yüzeyi üzerinde ayak parmağı işaretiyle aynı yükseklikte
16	Sağ ayak parmağı	İkinci metatars başı üzerinde, ekinusun orta ayak tarafında, ön ayak ile ayağın ortası arasındaki boşluk

3.2.2. Rijit Bantlama Uygulaması

Rijit bantlama uygulaması hiperekstansiyon bantlama tekniği kullanılarak yapıldı. Hiperekstansiyon bantlama tekniğinin amacı diz hiperekstansiyonunu kısıtlamaktır. Hipoalerjik bant (betafix vb.) 3,8 cm rijit bant, 6 cm ve 7,5 cm elastik bant ve yapıştırıcı sprey kullanıldı. Hastadan ayakta ağırlığını sağlam bacağına vermesi ve etkilenmiş bacağı ağrıyı hissetmeyeceği son hiperekstansiyon açısına aktif olarak alması istendi. Bantlama bu pozisyonda yapıldı. Alt bacak yarısından ve üst bacak yarısından sirküler ankorlar yapılır. Popliteal fossaya irritasyonu önlemek amacıyla koruyucu ped koyuldu. Ankorların arasına yapıştırıcı sprey uygulandı. Birinci adımda hafif gerilim ile sirküler ankorlar (spiral şeklinde) yapıştırıldı. İkinci adımda bacağın tam orta hattı belirlenerek alttan başlayıp üst ankora doğru yapıştırıldı. Hafif gerim uygulandı ve eklemin ağrısız pozisyonda olmasına dikkat edildi. Üçüncü adımda alt bacağın lateral yüzünden başlanıp, popliteal fossanın üzerinden geçip üst bacağın medial ön yüzünde sonlandırıldı. Tekrar alt bacağın medial yüzünden başlanıp popliteal fossa üzerinden üst bacağın lateral ön yüzünde sonlandırıldı (Şekil 3.6). Rijit bant ÜTS kaydındaki son kullanım tarihi dikkate alınarak kullanıldı (69).



Şekil 3.6. Rijit bantlama uygulaması (a) arka ve (b) yan görünümü

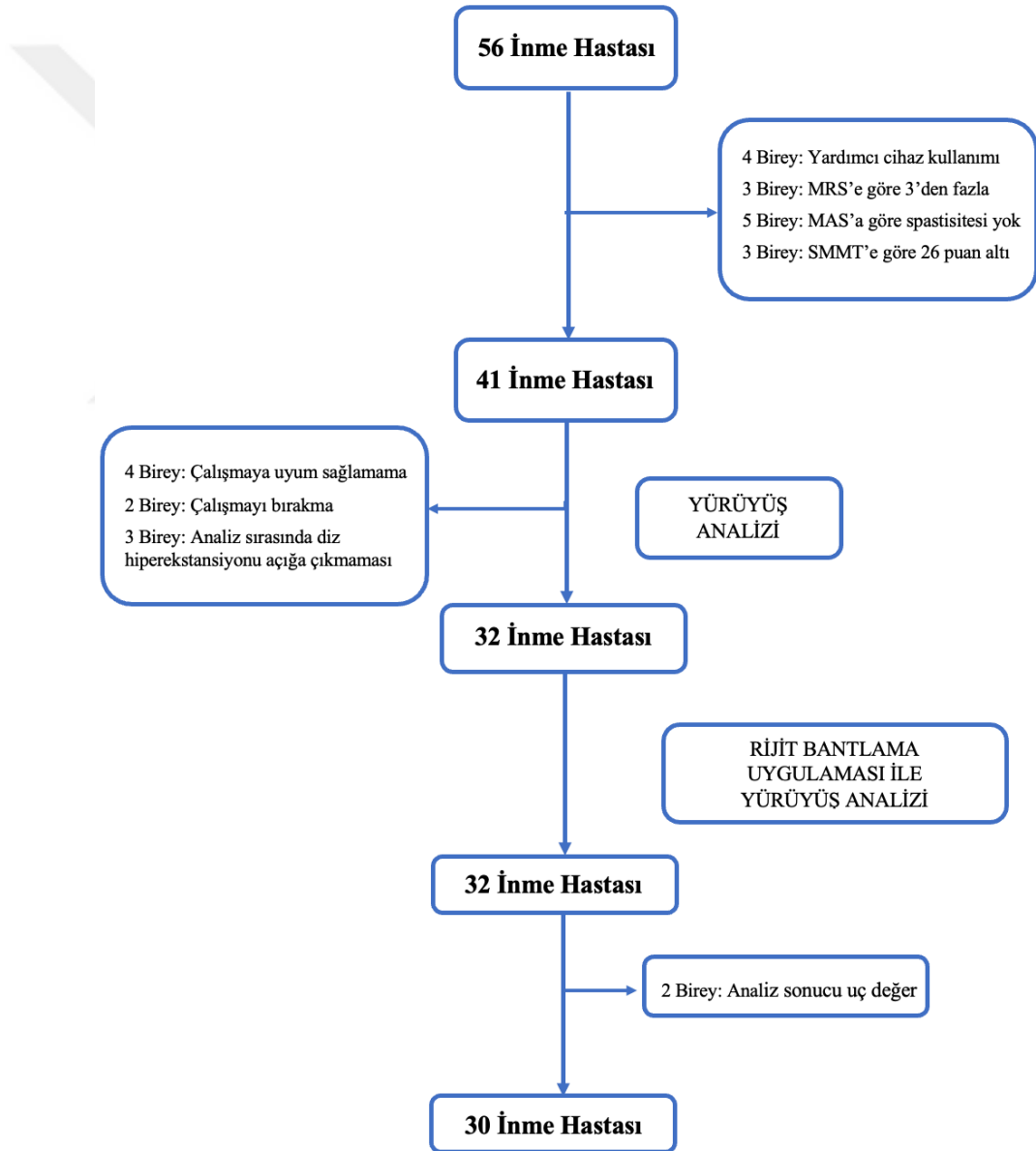
3.3. İstatiksel Analiz Yöntemleri

Çalışmanın örneklem büyüklüğü, Kobayashi ve ark.'nın (9) çalışması göz önünde bulundurularak, G*Power 3.1 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmadaki diz hiperekstansiyon açısı ile etki büyüklüğü hesaplandığında, etki büyüklüğünün 0,561 olduğu bulundu. Bu etki büyüklüğü değeriyle, çalışmanın %80 güçte olması için 29 hasta alınması gerektiği belirlendi. Olası veri kaybı göz önüne alınarak çalışmaya 30 hasta dahil edildi.

İstatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (Statistical Package for the Social Sciences) analiz programı kullanıldı. Veriler işlendikten sonra demografik özelliklerin tespiti için frekans analizleri, ölçümlenen olgularının tanımlanması için ise tanımlayıcı istatistikler olan minimum değer, maksimum değer, aritmetik ortalama ve standart sapma istatistikleri kullanıldı. Araştırma kapsamında nicel verilerin karşılaştırılmasında parametrik koşullar sağlandığında Student T Testi; parametrik koşullar sağlanmadığında ise Wilcoxon testi kullanıldı. Çalışmada değerlendirilen parametrelerin birbirleriyle ilişkisi ise parametrik koşullar sağlandığında Pearson İlişki Analizi; parametrik koşullar sağlanmadığında ise Spearman İlişki Analizi kullanılarak test edildi. Korelasyon katsayıları; 0.05-0.30 arası çok düşük düzey ilişki, 0.30-0.40 arası düşük düzey ilişki, 0.40-0.60 arası orta düzey ilişki, 0.60-0.70 arası iyi düzey ilişki 0.70-0.75 çok iyi derecede korelasyon ve 0.75-1.00 arası mükemmel düzeyde ilişki olarak belirlendi (81). İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ kabul edildi.

4. BULGULAR

Bu çalışma için 56 inme hastası tarandı. Bu hastalar arasında 15 hasta dahil edilme kriterlerini karşılamadığı için çalışmaya alınmadı. 41 hasta çalışmaya dahil edildikten sonra çalışmaya uyum sağlamayan ve bırakan 6 hastaya ek analiz sırasında diz hiperekstansiyonu açığa çıkmayan 3 hasta çalışmadan çıkarıldı. Çalışma kapsamında 30 hasta değerlendirilip istatistiksel analizler yapıldı. Analiz sonucu uç değer veren 2 hasta çalışmadan çıkarılarak analizler 30 hasta üzerinden tekrarlandı (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Akış Şeması

4.1. Demografik Klinik Bulgular

Çalışmaya 14 kadın, 16 erkek olmak üzere 30 kronik inme hastası dahil edildi. Hastaların demografik bilgileri incelendiğinde; yaş ortalamalarının $49,97 \pm 7,95$ yıl olduğu görüldü. Bireylerin hastalık süresi ortalamalarının $4,00 \pm 2,88$ yıl olduğu belirlendi (Tablo 4.1).

Hastaların klinik bulguları incelendiğinde hemiparetik tarafta tek ayak duruş süresi ortalaması $4,72 \pm 4,27$ sn olduğu görüldü. Hastaların 10 metre yürüme testi sonuçları ortalaması $19,37 \pm 14,52$ sn olarak ölçüldü (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Hastaların demografik ve klinik özellikleri

	n=30	
	X $\pm$ SS	Ortanca (Min-Maks)
Yaş (yıl)	49,97 $\pm$ 7,95	48,50 (40,0 – 70,0)
Vücut Kütle İndeksi (kg/m²)	25,52 $\pm$ 3,21	26,68 (18,73 – 29,76)
Hastalık Süresi (yıl)	4,00 $\pm$ 2,88	3,00 (1,00 – 10,00)
Tek Ayak Duruş Süresi		
Hemiparetik Taraf (sn)	4,72 $\pm$ 4,27	3,39 (0 – 13,80)
10 metre Yürüme Testi (sn)	19,37 $\pm$ 14,52	12,93 (8,53 – 55,01)
	N (%)	
Cinsiyet		
Kadın	16 (53,3)	
Erkek	14 (46,7)	
İnme Tipi		
İskemik	23 (76,7)	
Hemorajik	7 (23,3)	

X: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min:Minimum, Maks: Maksimum, %: Yüzde, kg: kilogram, m: metre, sn:saniye, n: Hasta sayısı.

4.2. Manuel Kas Testi Sonuçları

Hastaların manuel kas testi ile değerlendirilen kalça çevresi kas kuvvetleri incelendiğinde; kas kuvvet ortalamalarının kalça fleksörlerinde $6,60 \pm 1,52$ olduğu, kalça ekstansörlerinde $7,77 \pm 1,87$ olduğu, kalça abdüktörlerinde $7,60 \pm 2,09$ olduğu ve kalça addüktörlerinde $7,70 \pm 1,93$ olduğu gözlemlendi (Tablo 4.2).

Diz çevresi kas kuvvetleri incelendiğinde; kas kuvvet ortalamalarının diz fleksörlerinde $5,67 \pm 2,00$ iken diz ekstansörlerinde $8,43 \pm 2,17$ olduğu gözlemlendi (Tablo 4.2).

Ayak bileği kas kuvvetleri incelendiğinde; kas kuvvet ortalamalarının tibialis anterior kasında $5,57 \pm 2,30$ iken ortalamalarının ayak bileği plantar fleksörlerinde $6,43 \pm 2,71$ olduğu belirlendi (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Hastaların manuel kas testi sonuçları

Kas Grupları	n=30	
	X $\pm$ SS	Ortanca (Min-Maks)
Kalça Fleksör Kasları	$6,60 \pm 1,52$	7,0 (4,0-10,0)
Kalça Ekstansör Kasları	$7,77 \pm 1,87$	7,0 (5,0-10,0)
Kalça Abdüktör Kasları	$7,60 \pm 2,09$	7,0 (4,0-10,0)
Kalça Addüktör Kasları	$7,70 \pm 1,93$	7,0 (2,0-10,0)
Diz Fleksör Kasları	$5,67 \pm 2,00$	7,0 (2,0-7,0)
Diz Ekstansör Kasları	$8,43 \pm 2,17$	10,0 (2,0-10,0)
Tibialis Anterior Kası	$5,57 \pm 2,30$	7,0 (2,0-10,0)
Ayak Bileği Plantarfleksör Kasları	$6,43 \pm 2,71$	7,0 (2,0-10,0)

X: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min:Minimum, Maks: Maksimum, n: Hasta sayısı

4.3. Spastisite Değerlendirilmesi Sonuçları

Hastalarımızın kas tonusu değerlendirildiğinde 21 kişinin kalça ekstansörlerinde, 15 kişinin kalça adduktörlerinde, 16 kişinin kuadriseps femoris kasında, 30 kişinin gastroknemius kasında ve 29 kişinin soleus kasında spastisite olduğu belirlendi. Kas tonusu değerleri Tablo 4.3’de özetlenmiştir.

Tablo 4.3. Hastaların Modifiye Ashworth Skalası’na göre spastisite değerleri

MAS	n=30	
	X± SS	Ortanca (Min-Maks)
Kalça Ekstansör Kasları	0,83 ± 0,64	1,0 (0,0 - 2,0)
Kalça Adduktör Kasları	0,53 ± 0,57	0,5 (0,0 - 2,0)
Kuadriseps Femoris Kası	0,97 ± 1,06	1,0 (0,0 - 3,0)
Gastroknemius Kası	2,43 ± 0,93	2,0 (1,0 - 4,0)
Soleus Kası	1,87 ± 1,19	1,0 (0,0 - 4,0)

X: Ortalama, MAS: Modifiye Ashworth Skalası, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, n: Hasta sayısı

4.4. Yürüyüşün Kinematik Değerlendirilmesi Sonuçları

Hastaların normal yürüyüşü sırasındaki kinematik verileri incelendiğinde; duruş fazındaki maksimum diz hiperekstansiyon açısı ortalamalarının $-6,53 \pm 6,56$ derece olduğu görüldü. Maksimum diz hiperekstansiyonu sırasındaki pelvik retraksiyon açısı ortalamaları $4,11 \pm 3,59$ derece ve pelvik drop açısı ortalamaları $15,86 \pm 5,16$ derece olarak ölçüldü. Yürüyüş sırasındaki maksimum kalça fleksiyonu ortalamaları $31,59 \pm 9,10$ derece iken maksimum diz fleksiyonu ortalamaları $51,09 \pm 16,15$ derecedir. Hastaların yürüyüşün topuk vuruşu sırasındaki dorsifleksiyon açısı ortalamalarının ise $0,98 \pm 10,19$ derece olarak ölçüldü (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Hastaların yürüyüş sırasındaki kinematik parametreleri

Kinematik Parametreler	n=30	
	X $\pm$ SS	Ortanca (Min-Maks)
Maks. Diz Hiperekstansiyon Açısı	-6,53 $\pm$ 6,56	-4,68 (-22,13 / - 0,02)
Pelvik Retraksiyon Açısı	4,11 $\pm$ 3,59	2,93 (0,12 / 13,87)
Pelvik Drop Açısı	15,86 $\pm$ 5,16	16,00 (8,79 / 28,19)
Maks. Kalça Fleksiyonu	31,59 $\pm$ 9,10	34,02 (13,46 / 44,17)
Maks. Diz Fleksiyonu	51,09 $\pm$ 16,15	55,99 (23,00 / 72,74)
Dorsifleksiyon Açısı	0,98 $\pm$ 10,19	4,96 (-15,22 / 17,79)

X: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min:Minimum, Maks: Maksimum, n: Hasta sayısı.

4.5. Rijit Bantlama Uygulaması ile Kinematik Değerlendirme Sonuçları

Hastaların rijit bant uygulaması yapılmadan önce ve rijit bant uygulamasıyla yürüyüşlerinin kinematik verileri karşılaştırıldığında; yürüyüşün duruş fazı sırasındaki maksimum diz hiperekstansiyon açısı ortalamalarının rijit bant uygulaması ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde değiştiği ve rijit bantlama uygulaması öncesi $-6,53 \pm 6,56$ derece iken rijit bantlama uygulaması ile $2,68 \pm 8,60$ dereceye yükseldiği görüldü ($p<0,001$) (Tablo 4.5).

Maksimum diz hiperekstansiyonu sırasındaki pelvik retraksiyon açısı ortalamalarının da rijit bant uygulaması ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı gözlemlendi ($p<0,05$). Rijit bantlama uygulaması öncesi bu açı $4,11 \pm 3,59$ derece iken rijit bantlama uygulaması ile $3,33 \pm 2,81$ derece olduğu belirlendi (Tablo 4.5).

Maksimum diz hiperekstansiyonu sırasındaki pelvik drop ortalamaları incelendiğinde; rijit bantlama uygulaması öncesi bu değer $15,86 \pm 5,16$ derece iken rijit bantlama uygulaması ile $14,53 \pm 4,61$ derece olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Rijit bantlama öncesi ve sonrası kinematik parametreler

	Uygulama öncesi	Rijit Bant Uygulaması	P
Maksimum Diz Hiperekstansiyon Açısı			< 0,001 ^{a*}
Ortalama $\pm$ SS	-6,53 $\pm$ 6,56	2,68 $\pm$ 8,60	
Ortanca (Min-Maks)	-4,68 (-22,13 / - 0,02)	4,52 (-16,82 / 16,12)	
Pelvik Retraksiyon Açısı			0,008 ^{a*}
Ortalama $\pm$ SS	4,11 $\pm$ 3,59	3,33 $\pm$ 2,81	
Ortanca (Min-Maks)	2,93 (0,12 / 13,87)	2,49 (0,07 / 9,80)	
Pelvik Drop Açısı			0,116 ^b
Ortalama $\pm$ SS	15,86 $\pm$ 5,16	14,53 $\pm$ 4,61	
Ortanca (Min-Maks)	16,00 (8,79 / 28,19)	13,83 (8,51 / 26,49)	

X: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min:Minimum, Maks: Maksimum, n: Hasta sayısı, a: Wilcoxon İşaretleme Testi, b: Paired Sample T Test, *:p<0,05.

4.6. Diz Hiperekstansiyon Açısı ile İlişkili Parametrelerinin İncelenmesi

Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile hastalık süresi ve VKİ arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile hemiplejik taraf tek ayak duruş testi süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı, orta düzeyde ilişki saptandı ($p<0,05$) (Tablo 4.6).

Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile 10 metre yürüme testi süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı, orta düzeyde ilişki bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.6).

Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile spastisite değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile kuadriseps femoris, soleus kalça adduktör spastisiteleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmazken ($p>0,05$), gastroknemius spastisitesi arasında orta düzeyde ilişki saptandı ($p<0,05$) (Tablo 4.6).

Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile manuel kas testine göre değerlendirilen kas kuvvet değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile kalça fleksör, ekstansör, abdüksör, adduktör, diz ekstansör ve ayak bileği plantar fleksör kas kuvvetleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile diz fleksör kas kuvveti arasında

orta düzeyde ilişki ($p<0,05$), ayak bileği dorsifleksör kas kuvveti arasında orta düzeyde ilişki saptandı ($p<0,05$) (Tablo 4.6).

Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile pelvik drop açısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı gözlemlendi ($p>0,05$). Maksimum diz hiperekstansiyon açısı ile pelvik retraksiyon açısı arasında ise zayıf düzeyde ilişki saptandı ($p<0,05$) (Tablo 4.6).



Tablo 4.6. Diz hiperekstansiyonu ile ilgili parametrelerin ilişkisi

	Maksimum Diz Hiperekstansiyon Açısı	
	r	p ^c
Hastalık Süresi	0.260	0.165
Vücut Kitle İndeksi	0.268	0.153
Tek Ayak Üzerinde Durma Testi		
Hemiplejik Taraf	0.455[^]	0.011*
10 Metre Yürüme Testi	- 0.493^{^^}	0.006*
MAS-Kalça Adduksiyon	- 0.337	0.068
MAS-Kuadriseps Femoris	- 0.078	0.682
MAS-Gastroknemius	- 0.386[^]	0.035*
MAS-Soleus	- 0.110	0.563
MKT-Kalça Fleksör Kasları	0.024	0.899
MKT-Kalça Ekstansör Kasları	0.199	0.293
MKT-Kalça Abduktör Kasları	0.124	0.513
MKT-Kalça Adduktör Kasları	0.143	0.450
MKT-Diz Fleksör Kasları	0.557^{^^}	0.001*
MKT-Diz Ekstansör Kasları	0.298	0.110
MKT-Tibialis Anterior Kası	0.405[^]	0.026*
MKT- Ayak Bileği Plantarfleksör Kasları	0.310	0.095
Pelvik Retraksiyon Açısı	-0.388[^]	0.034*
Pelvik Drop Açısı	0.149	0.432

MAS: Modifiye Ashworth Skalası, MKT: Manuel Kas Testi, c: Spearman Korelasyon, r: Korelasyon Katsayısı, ^: zayıf düzey korelasyon, ^^: orta düzey korelasyon, *:p<0,05.

5. TARTIŞMA

Kronik inme hastalarında yürüyüşün duruş fazında dizde hiperekstansiyona neden olan faktörleri belirlemek ve rijit bantlama uygulamasının hiperekstansiyon kontrolüne etkisinin araştırıldığı çalışmamıza 30 kronik inme hastası dahil edilmiştir. Çalışmamızda diz hiperekstansiyon derecesinin gastroknemius ve kalça adduktör spastisitesi, diz fleksör ve ayak bileği dorsifleksör kas kuvveti, pelvik retraksiyon açısı, yürüyüş hızı ve statik denge ile zayıf ile orta derecede değişen seviyelerde ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışma kapsamında hastaların dizine uygulanan rijit bantlama uygulamasının diz hiperekstansiyonunu ve pelvik rotasyonu azalttığı belirlenmiştir.

5.1. Diz Hiperekstansiyonunu Etkileyen Faktörler

Literatürde yürümeyle ilgili yapılan çalışmalarda MRS'ye göre seviye 0-3 arasında değişen hastaların sıklıkla tercih edildiği görülmektedir (82, 83). Çalışmamızda da tasarımı göz önüne alınarak bağımsız yürüme yeteneğine sahip, MRS'ye göre 0-3 arasında olan inme hastaları katılımcı olarak seçilmiştir.

Literatür incelendiğinde inme hastalarında diz hiperekstansiyonuna neden olan faktörlerin değerlendirildiği çalışmaların kısıtlı olduğu, diz hiperkstansiyonuna yönelik rijit bantlama uygulamasının inme hastalarındaki etkisinin incelendiği herhangi bir çalışmanın ise olmadığı görülmüştür. Bu nedenle çalışmamızın bulguları inme hastalarında diz hiperkstansiyonunun kontrolüne yönelik diğer uygulamaların etkinliğinin incelendiği çalışma sonuçlarıyla tartışılmıştır.

İnme hastalarının % 40 ila % 60'ında diz hiperekstansiyonu görülmesine rağmen, bu sorunun olası nedenleri konusunda bir fikir birliği yoktur (84-86). Alt ekstremité kas zayıflığı, özellikle de kuadriseps, hamstring ve gastroknemius kas zayıflığı olası nedenler olarak öne sürülmüştür (4). Cooper ve ark. (7) tarafından yapılan bir çalışmada, diz hiperekstansiyonu olan hastaların hamstring kas zayıflığına sahip olma ihtimali diz hiperekstansiyonu olmayanlara göre daha yüksek olduğu ve diz hiperekstansiyonu ile kuadriseps veya gastroknemius kas zayıflığı arasında herhangi bir ilişki olmadığı bildirilmiştir. Cooper ve ark. (86) tarafından yapılan bir

diğer çalışmaya alt ekstremite kas zayıflığı ile diz hiperekstansiyonu arasındaki ilişkiyi incelemek için 20 inme hastası dahil edilmiştir. Hastaların 13'ünde yürüyüşün orta duruş fazında diz hiperekstansiyonu olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde; ayak bileği plantarfleksör kas zayıflığı ile duruş fazındaki diz hiperekstansiyonu arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Ancak diğer alt ekstremite kas kuvvetleri ile diz hiperekstansiyon derecesi arasında bir ilişki bulunmamış olup geniş örneklem gruplarında ileri çalışmalar yapılması gerektiği önerilmiştir. Bizim çalışmamızda ise plantarfleksör kas kuvveti ile diz hiperekstansiyonu arasında ilişki gözlenmezken ayak bileği dorsifleksör ve hamstring kas kuvveti ile diz hiperekstansiyon miktarı arasında ilişki olduğu görülmüştür. Hamstring zayıflığı bakımından Cooper ve ark. (7)'in çalışmasıyla benzer sonuçlar elde etmiş olmamıza rağmen araştırmacıların diğer çalışmasıyla (86) sonuçlarımız örtüşmemektedir. Bu farklılığın metodolojik farklılıklardan kaynaklanmış olması mümkündür. Çünkü Cooper ve arkadaşlarının çalışmasında kas testi ayakbileği kasları için sırtüstü pozisyonda yapılmıştır. Ayrıca çalışmaya dahil edilen hasta sayısının oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir.

Normal yürüyüşte alt ekstremite stabilitesi, orta duruş fazı sırasında ayak bileği plantarfleksiyon momentleri ile diz ekstansiyonu arasındaki bağlantıyla desteklenmektedir. Duruş fazı sırasında ayak bileği plantar fleksörü olan ve çift eklem kateden soleus kası, tibia'nın ayak üzerinde öne doğru dönmesini kısıtlar ve kuadriseps aktivitesine gerek kalmadan dizin ekstansiyonuna yardımcı olur. Patolojik yürüyüşte bu mekanizma bozulabilir (87-89). Literatürde yürüyüşün duruş fazındaki plantar fleksör spastisitesinin, topuk temasının olmamasına ve vücudun duruş fazındaki dorsifleksiyonun azalmasına neden olabileceği ve buna diz hiperekstansiyonunda da eşlik edebileceği bildirilmektedir (90). Higginson ve ark. (91) tarafından yapılan ayağın ekin pozisyonundaki yürüyüşünün duruş fazındaki diz hiperekstansiyonu ile ilişkinin incelendiği bir çalışmada; ayağın ilk temastaki plantar fleksiyonundaki artışın dizin aşırı ekstansiyonuna sebep olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde birçok çalışmada ayak plantar fleksiyonuna yapılan müdahalelerin diz eklemindeki yansımaları görülmektedir. Leung ve ark. (92) tarafından 50 sağlıklı bireyde yapılan bir çalışmada ayağı 10 ve 20 derece plantar fleksiyonda tutan orteze simüle edilen plantarfleksiyon kontraktürlerinin duruş fazında diz biyomekaniği ve yürüyüşün spatiotemporal

özellikleri üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde; simüle plantarfleksiyon kontraktürlerinin, duruş fazı sırasında diz hiperekstansiyonunda bir artış ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Ek olarak bu kinematik değişime, diz ekstansiyon momentinde ve güç üretiminde bir azalma eşlik etmiştir. Simüle plantarfleksiyon kontraktürleri ayrıca yürüyüş hızını, bilateral adım uzunluğunu, kadansı azaltmıştır ve bu değişiklikler 20 derece kontraktür durumunda 10 derece kontraktür durumundan daha belirgin olduğu görülmüştür. Kobayashi ve ark. (9) tarafından inme sonrası hastalarda eklemli ayak-ayak bileği ortezi (AFO) ile plantarfleksiyon direncini değiştirmenin diz hiperekstansiyonu üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada diz hiperekstansiyonu olan 6 inme hastasına yürüyüş analizi yapılmıştır. Çalışmada plantarfleksiyon direnci dört seviyede ayarlanabilen eklemli AFO kullanılmış ve maksimum ayak bileği plantarfleksiyon açısı, maksimum ayak bileği dorsifleksiyon momenti, maksimum diz ekstansiyon açısı ve maksimum diz fleksiyon momenti ölçülmüştür. Çalışma sonucunda AFO'nun plantarfleksiyon direnci miktarının artırılmasının diz hiperekstansiyonunu azalttığı bildirilmiştir. Fatone ve ark. (93) tarafından yapılan bir çalışmada ise inme sonrası hemiplejili erişkinlerde plantar fleksiyon stoplu eklemli AFO'ların yürüyüş sırasında sagittal düzlem diz kinematiği ve kinetiği üzerindeki etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda AFO ile plantar fleksiyonun düzenlenmesinin diz hiperekstansiyonu olan inme hastalarında hiperekstansiyonun büyüklüğünü azalttığı ve başlangıcını geciktirdiği bildirilmiştir. Çalışmaların da gösterdiği gibi ayakbileğinde plantar fleksiyonun diz hiperekstansiyonunda önemli bir unsurdur. Yürüyüş sırasında inme hastalarında spastisitenin neden olacağı kontrolsüz plantar fleksiyon düşünüldüğünde, literatürdeki bu çalışma, bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz plantarfleksör spastisitesi ile diz hiperekstansiyonu arasında belirlenmiş olan ilişkiyi desteklemektedir denebilir.

Diz biyomekanisi üzerine etki eden bir diğer kas tibialis anteriordur. Tibialis anteriorun duruş fazının çoğunda ilk temastan sonra diz eklemde fleksör yönde moment oluşturduğu belirtilmektedir (94). İnme hastalarında dorsifleksiyonun diz hiperekstansiyonu üzerine etkisi Chantraine ve ark. (95) tarafından yapılan bir vaka çalışmasında gösterilmiştir. Çalışmada kronik bir inme hastasında dorsi fleksör fonksiyonel elektrik stimülasyonu (FES) uygulanmış ve hasta 12 ay takip edilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde; terminal salınım fazı sırasında dorsifleksörlerin stimülasyona bağlı kasılması, ilk temasta ayak bileği dorsifleksiyonunun iyileşmesiyle sonuçlanmıştır. Ayrıca, stimülasyonun yükleme fazına uzatılması tibial ilerlemeyi sağlayarak diz hiperekstansiyonunun sınırlandırılmasını sağlamıştır. Bu çalışma sonuçları kanıt düzeyi düşük olmasına rağmen dorsifleksiyonun artmasının diz hiperekstansiyonunu azalttığını göstermiştir. Bununla birlikte Bae ve ark. (96)'nın çalışması dolaylı yoldan benzer bir kanıt sunmaktadır. Araştırmacılar diz hiperekstansiyonu ile ilişkili olarak duruş fazında aşırı plantar fleksiyon görülen hemiplejik hastalarda FES ve AFO'nun etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçları; FES ile yürüyüş, çıplak ayakla ve AFO ile yürüyüşüyle karşılaştırıldığında ayak bileği ilk temasta dorsi fleksiyon açısından anlamlı artışlarla ve aşırı plantar fleksiyonun azaltılmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ek olarak diz hiperekstansiyonu olan hemiplejik hastalarda FES uygulaması AFO'ya kıyasla ayak bileği ve diz eklemlerine kinematik avantajlar sağladığı bildirilmiştir. Burada AFO ile FES arasındaki temel farklılık ayak dorsifleksiyonunun kuvvetlenmesidir. Her iki çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızdaki ayak bileği dorsifleksiyon kas kuvvetinin artması ile diz hiperekstansiyonun miktarının azalması arasındaki ilişkiyi desteklemektedir. Tüm bu çalışmaların ışığında çalışmamızda elde ettiğimiz gastroknemius spastisitesinin artmasının ve dorsifleksiyon kuvvetinin azalmasının diz hiperstansiyonunu etkilemesi sonucunu makul kılmaktadır.

İnme hastalarında diz hiperekstansiyonuna sebep olan faktörlerden biri de diz ekstansör kas aktivitesindeki bozulma olarak gösterilmektedir. Kuadriseps femoris spastisitesinin rolünden birçok kaynakta (97, 98) bahsedilmesine rağmen diz hiperekstansiyonu ve bu kastaki spastisite arasında herhangi bir ilişkiyi direkt olarak gösteren bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Cooper ve ark. (7, 86) tarafından yapılan çalışmalarda diz hiperekstansiyonu ile kuadriseps kas zayıflığı arasında herhangi bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir. Gross ve ark. (99) ise rectus femoris sinir blokajı yaptıklarında diz hiperekstansiyonunda bir değişiklik olmadığını belirlemişlerdir. Her ne kadar çalışmamız literatürün geneliyle ters düşmesine rağmen Cooper ve Gross'un (7, 86, 99) çalışmalarıyla benzer sonuç vermiş ve diz hiperekstansiyonunda kuadriseps femoris spastisitesinin ve kas kuvvetinin etkili olmadığını göstermiştir. Bu durum diz hiperekstansiyonunun çoklu patofizyolojisi ve diğer çalışmaların sadece kuadricepse

odaklanmış olmalarından kaynaklanabilir. Benzer olarak hasta popülasyonumuzun diğer çalışmadakilerden farklı oluşu da bu diz hiperekstansiyonu ile kuadriseps femoris arasındaki etkileşimi maskeleyiş olabilir.

Normal bir yürüyüşte pelvis tüm düzlemlerde küçük derecelerde rotasyon hareketi yapmaktadır. Transvers düzlemdeki rotasyon genellikle 5 dereceden daha azdır. Bu rotasyona retraksiyon ya da protraksiyon denmektedir. Ekstremitelerden bir taraf pelviste retraksiyon, karşı taraf pelviste protraksiyon görülmektedir (100). Altta yatan patolojik durumları olan hastalarda bu normal pelvik hareket bozulabilmektedir. Yürüyüş sırasında artmış pelvik retraksiyon spastik hemiplejili hastalarda sık görülmektedir (101, 102). Bununla birlikte literatürde hemiplejik inme hastalarında diz hiperekstansiyonu, pelvik retraksiyon veya alt ekstremitelerdeki spastisitesi arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Sullivan ve ark. (100) serebral palsi tanılı 233 hastada pelvik retraksiyonla ilişkili olduğu düşünülen gastroknemius, soleus ve rectus kas gerginlikleri, femoral anteversiyon açısı gibi değişkenleri ölçmüşler ve pelvik retraksiyonla ilişkilendirilmiştir. Serebral palsi tanılı hastaların 108'inin hemiplejik, 125'inin diplojek olduğu çalışmada sonuçlar incelendiğinde hemiplejik serebral palsi hastalarında diplojeklere göre artmış pelvik retraksiyon prevalansının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca gastroknemius ve soleus kaslarının klinik ve dinamik gerginliğinin hemiplejilerde pelvik retraksiyonla ilişkili en önemli özellik olduğu bildirilmiştir (100). Brunner ve ark.(103) tarafından 49 hemiplejik serebral palsili hastada yapılan bir başka çalışmada ise tüm duruş fazı sırasında artan ayak bileği plantarfleksiyonun artan pelvik retraksiyon ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda diz hiperekstansiyonu olan inme hastalarında diz hiperekstansiyon miktarı ile gastroknemius spastisitesi ve pelvik retraksiyon açısının ilişkili olması literatürle uyumludur.

İnme hastalarında direk olarak diz hiperekstansiyonunun yürüyüş hızına ve dengeye etkisini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Ama diz kontrolüne yönelik yapılan uygulamalarla yürüyüş hızının ve dengenin arttığını gösteren çalışmalar vardır (104-106). Çalışmamızın sonuçlarının gösterdiği gibi diz hiperekstansiyon patofizyolojisinin arkasında çoklu bir mekanizma yatmaktadır. Hamstring zayıflığı ve gastroknemius spastisitesi gibi faktörlerin dizin biyomekanisine etki etmesi, ayrıca

inme hastalarında proprioseptif olarak dizin temelde etkilenmiş olması gibi (107, 108) durumlar çalışmamızda diz hiperekstansiyonu ile yürüyüş hızı ve statik denge arasında ilişki gözlemlememize neden olmuş olabilir

5.2. Bantlamanın Diz Hiperekstansiyonuna Etkisi

Çalışmamızda dizin rijit bantlamayla hiperekstansiyon derecesindeki değişim araştırılmış ve uygulama sonrasında dizde hiperekstansiyonun azaldığı belirlenmiştir. Literatürde çalışmamıza benzer bir çalışma olmamakla birlikte bazı araştırmalarda hiperekstansiyonu azaltmak için dize yapılan müdahalelerin olduğu görülmektedir. Bu konuda bazı derlemeler yapılmıştır. Bleyenheuft ve ark. (98) hemiparetik yetişkinlerde diz hiperekstansiyonunun tedavisine yönelik müdahalelerin incelendiği sistematik derlemede, FES ve elektro gonyometrik biofeedback gibi yeniden eğitim yöntemlerinin ve ortez tedavisinin etkinliğini bildirilmiştir. Geerars ve ark. (8) tarafından 2022 yılında yapılan sistematik derlemeye, inme sonrası diz hiperekstansiyonuna yönelik proprioseptif eğitim ve müdahaleleri içeren çalışmalar (90, 99, 109) katmıştır. Derlemenin sonucunda yürüyüşte diz hiperekstansiyonunu tedavisinde proprioseptif eğitim, ortotik tedavi ve FES'in etkinliği bildirilmiştir. Ayrıca diz hiperekstansiyonu üzerine fizyoterapi eğitim programlarına ek olarak uygulanan bazı "proprioseptif yaklaşımlar"ın umut verici (orta düzeyde kanıt) oldukları ancak yürüyüş hızı ve yürüyüş simetrisi üzerinde fayda sağladığına dair hiçbir kanıt bulunmadığı rapor edilmiştir. Ortez ve FES'in ise etkinliği konusunda hiçbir kanıt bulunamamıştır.

Literatürde rijit bant uygulamasının mekanik avantajı yanında hastaya proprioseptif girdi de sağladığı (110-113) gösterilmiştir. İnme hastalarında diz propriosepsiyonundaki defisit (107, 108) göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda elde ettiğimiz hiperekstansiyon derecesindeki azalma, rijit bantlamanın proprioseptif girdiyi artırmaya bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir.

Literatürde diz hiperekstansiyonuna müdahale eden bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi Portnoy ve ark. (114) tarafından yapılan çalışmadır. Araştırmacılar diz hiperekstansiyonu olan inme hastalarında menteşeli yumuşak diz ortezinin yürüme paterni ve simetrisi üzerine etkisini incelemiştir.

Çalışmalarına 31 inme hastası dahil etmişlerdir. Hastalar 4 hafta yumuşak diz ortezini kullandıktan sonra değerlendirilmiştir. Hastaların ortez ile yürümesi durumunda diz hiperekstansiyonunun tamamen engellendiği görülmüştür. Ayrıca çalışma sonucunda, inme sonrası diz hiperekstansiyonunu önlemek için menteşeli yumuşak diz ortezi kullanımının, paretik dizin arka yumuşak dokularındaki aşırı stresi hafifletmek, dengeyi artırmak ve sallanma fazında diz fleksiyonunu artırarak düşmeleri önlemek için uygun bir seçenek olduğu bildirilmiştir. Bazı çalışmalarda ise (9, 93) AFO farklı şekillerde uygulanmış ve duruş fazı sırasında ayak bileği dorsifleksiyonunu koruyarak diz hiperekstansiyonunu azaltmak için kullanılmıştır. Çalışmamızda tek seanslık rijit bantlama uygulaması ile diz hiperekstansiyon miktarının azaldığı ve elde ettiğimiz etkinin uzun süreli tedavi yöntemlerine benzer olduğu görülmüştür.

Dize yönelik yapılan uygulamaların bazı dezavantajları olabilmektedir. Boudarham ve ark. (115) diz hiperekstansiyonu olan hastalarda diz-ayak-ayak bileği ortezinin (KAFO) yürüyüşte alt ekstremité kinematiğine etkisini inceleyen bir çalışmada diz hiperekstansiyonu olan 11 inme hastası incelenmiştir. Çalışma sonucunda yürüyüşün duruş fazı sırasında paretik diz hiperekstansiyonunda anlamlı azalma gözlenmiştir. Duruş fazı sırasında artan dorsifleksiyonun mekanik olarak diz hiperekstansiyonunun azalmasıyla ilişkili olacağı da bildirilmiştir. Bununla birlikte klinik uygulamada bu tür hastalarda KAFO kullanımının pek kabul görmediği, hastalar tarafından sıklıkla reddedildiği de dile getirilmiştir. Bizim çalışmamızda kullandığımız rijit bantlamanın da bazı dezavantajları mevcuttur. Bunlardan en önemlisi cilt reaksiyonlarıdır. Rijit bantlama uygulamasının ciltte alerjik reaksiyonlara veya irritasyonlara neden olabileceği bildirilmiştir (116, 117). Her ne kadar çalışmamızda kısa süreli uygulama yapmamıza bağlı olarak hastalardan herhangi olumsuz geri bildirim almamış olsak da rijit bantlama uygulamasının uzun süre kullanımının ciltte alerjik reaksiyon veya irritasyon oluşturma ihtimali göz önüne bulundurulduğunda klinik pratikte uzun süreli rijit bantlamanın kullanımının mümkün olamayacağını, uzun süreli kullanımının yerine seans içerisinde kısa süreli olarak eğitim amacıyla kullanımın daha uygun olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda rijit bantlama diz hiperekstansiyonunun yanı sıra pelvis retraksiyonunu da azaltmıştır. Literatürde inme hastalarında pelvik retraksiyonu

araştıran herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Klinikte inme hastalarının yürüyüşü sırasında dize yönelik düzeltmenin kalça retraksiyonunu, kalçaya retraksiyonu düzeltme yönünde uygulanan itmelerin de diz hiperekstansiyonunu azalttığını sık sık gözlemledik. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar klinik tecrübelerimizle uyumaktadır. Bu konuda daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamız diz hiperekstansiyonunun kontrolüne yönelik uygulanan rijit bantlama uygulamasının diz hiperekstansiyonu ve artmış pelvik retraksiyon üzerine etkilerini inceleyen ilk çalışmadır. Bununla birlikte geniş bir örneklem sayısında ayrıntılı bir kinematik analizle diz hiperekstansiyonunu ve pelvik retraksiyonu inceleyen başka bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamız değerlendirme yöntemleri, rijit bantlamanın etkisini gösterme ve pelvik retraksiyonun incelenmesi bakımından öncül bir çalışmadır. Ayrıca hastaların ortezler gibi diğer uygulamalara göre daha rahat tolere edebildiği bir uygulamanın etkinliği gösterilmiştir. Bunlar çalışmamızın güçlü yönlerini oluşturmaktadır.

Çalışmamızın bazı limitasyonları bulunmaktadır. Çalışmamız rijit bantlamanın akut etkisinin gösterilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu nedenle rijit bantlamanın akut etkilerinin sonuçlarını sunmakta olup orta ve uzun vadeli sonuçları hakkında bilgi vermemesi ve çalışma tasarımıımızın yürüyüşün duruş fazında diz hiperekstansiyonu olmayan inme hastalarının dahil edildiği bir kontrol grubunu içermemesi çalışmamızın limitasyonlarından. Ayrıca çalışmamızda rijit bantlama uygulamasının yürüyüşün duruş fazındaki diz hiperekstansiyonunu azalttığı gösterilse de yürüyüşün sallanma fazında diz kinematiğine etkisinin araştırılmaması çalışmamızın bir diğer limitasyonudur.

Sonuç olarak; çalışma amacımıza yönelik diz hiperekstansiyona neden olduğunu düşündüğümüz faktörlerle diz hiperekstansiyonunun ilişkisi ve rijit bantlama uygulamasının diz hiperekstansiyonu ile artmış pelvik retraksiyonu üzerine akut etkileri gösterilmiştir. Böylece çalışmamızın başlangıcında belirlediğimiz dört hipotez de kabul edilmiştir. Çalışmamızda diz hiperekstansiyonuna neden olan faktörler belirlenmiştir. Bu sonuçlar diz hiperekstansiyonu olan inme hastalarında

tedavi programlarının planlanmasında ve hedeflerin belirlenmesinde klinisyenlere ışık tutacaktır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda kronik inme hastalarında yürüyüşün duruş fazında dizde hiperekstansiyona neden olan faktörleri belirlemek ve rijit bantlama uygulamasının hiperekstansiyon kontrolüne etkisinin araştırmak amaçlanmıştır.

Bireylerin manuel kas testi ile alt ekstremité kas kuvveti değerlendirmesi, Modifiye Ashworth Skalası ile spastisite değerlendirmesi, tek ayak duruş testi ile denge değerlendirmesi, 10 metre yürüme testi ile yürüyüşün klinik değerlendirilmesi ve objektif veri sağlayan Vicon Hareket Analiz Sistemi ile yürüyüşün kinematik değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirme sonuçların istatistiksel analizi yapılmış ve elde edilen analiz sonuçları aşağıda belirtilmiştir:

1. Çalışmamızda alt ekstremité kas kuvvetleri ile diz hiperekstansiyonu arasındaki ilişki incelendiğinde; hamstring ve ayak bileği dorsifleksör kas kuvvetlerinin azalmasının diz hiperekstansiyon miktarının artmasıyla ilişkili olması bu kas gruplarının zayıflıklarının diz hiperekstansiyonuna neden olan faktörlerden olduğunu düşündürmüştür. Bu sonuçlar diz hiperekstansiyonunun azaltılmasında bu kasların kuvvetlendirilmesi göz önünde bulundurulmalıdır.
2. Çalışmamızda alt ekstremité kas spastisiteleri ile diz hiperekstansiyonu arasındaki ilişki incelendiğinde ise gastroknemius spastisitesinin artmasının dizde hiperekstansiyon miktarının artmasıyla ilişkili olması gastroknemius spastisitesinin diz hiperekstansiyonuna neden olan bir faktör olduğunu düşündürmüştür. İnme hastalarında diz kontrolünün artırılmasında gastroknemius kasının kas tonusunun düzenlenmesine yönelik müdahaleler uygun olabilir.
3. Çalışmaya dahil edilen inme hastalarında diz hiperekstansiyonun artması ile pelvik retraksiyon açısının artmasının ilişkili olduğu bulunmuştur. Klinik bilğimiz göz önünde bulundurulduğunda diz hiperekstansiyonu veya kalça retraksiyonuna müdahale edilemeyecek durumlarda tedavide birbirlerine alternatif yöntem olacağını düşünmekteyiz. Ayrıca bu sonuçlar,

klinisyenlerin inme rehabilitasyonunda ve inme hastalarının değerlendirilmesinde pelvis hareketlerini de dikkate alması gerektiğini göstermektedir.

4. Çalışmamızda maksimum diz hiperekstansiyonun artması ile hemiplejik tarafta tek ayak duruş testi süresinin azalmasının ve 10 metre testi süresinin artmasının ilişkili olması diz hiperekstansiyonunun inme hastalarında paretik tarafta dengeyi ve yürüyüş hızını azalttığını düşündürmüştür. İnme rehabilitasyonunda denge ve yürüyüş hızının geliştirilmesinde diz hiperekstansiyonun etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu anormal diz kinematiğine müdahale edilmesi bu iki fonksiyonun gelişimine yardımcı olabilir.
5. Yürüyüşün duruş fazında diz hiperekstansiyonu olan inme hastalarında hiperekstansiyonun kontrolüne yönelik yapılan tek seanslık rijit bantlama uygulamasının diz hiperekstansiyonunu azalttığı gösterilmiştir. Rijit bantlama uygulamasının dize mekanik olarak fleksiyon momenti vermesi ve proprioseptif girdi sağlaması nedeniyle diz hiperekstansiyonunun azalmasına katkı sağladığını düşünmekteyiz. Rijit bantlama uygulaması diz hiperekstansiyonu olan inme hastalarında bir alternatif olarak kullanılabilir.
6. Çalışmamızda diz hiperekstansiyonun kontrolüne yönelik dize uygulanan rijit bantlamanın pelvik retraksiyonu anlamlı şekilde azalttığı bulunmuştur. Bu sonuç göz önüne alındığında; diz hiperekstansiyonu olan inme hastalarında klinik çalışmalarda yapılan uygulamaların (yumuşak diz ortezi, AFO, KAFO, FES vb.) diz ve ayak bileği eklemine yanı sıra pelvis hareketlerine de odaklanmasının gerektiğini düşünmekteyiz. Kalça retraksiyonu olan inme hastalarında dize uygulanan bantlama olumlu etkiler ortaya koyabilir.

Sonuçlar ele alındığında, alt ekstremitte spastisite ve kas kuvvetlerinin diz hiperekstansiyonuna neden olan faktörlerden olduğu, rijit bantlama uygulamasının diz hiperekstansiyonun kontrolünde etkili olduğu gösterilmiştir. Daha net sonuçların elde edilmesi ve bu parametrelerin hangilerinin diz hiperekstansiyonunda daha etkili

olduğunu incelenmesi için hasta yüksek örneklem sayıları ile regresyon analizin yapılacağı ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



7. KAYNAKÇA

1. Algurén B, Lundgren-Nilsson Å, Sunnerhagen KS. Functioning of stroke survivors—a validation of the ICF core set for stroke in Sweden. *Disability and rehabilitation*. 2010;32(7):551-9.
2. Roth EJ, Merbitz C, Mroczek K, Dugan SA, Suh WW. Hemiplegic gait: Relationships between walking speed and other temporal parameters1. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 1997;76(2):128-33.
3. Oken O, Yavuzer G. Spatio-temporal and kinematic asymmetry ratio in subgroups of patients with stroke. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2008;44(2):127-32.
4. Moseley A, Wales A, Herbert R, Schurr K, Moore S. Observation and analysis of hemiplegic gait: stance phase. *Australian journal of physiotherapy*. 1993;39(4):259-67.
5. Cooper A, Alghamdi GA, Alghamdi MA, Altowaijri A, Richardson S. The relationship of lower limb muscle strength and knee joint hyperextension during the stance phase of gait in hemiparetic stroke patients. *Physiotherapy research international*. 2012;17(3):150-6.
6. Balaban B, Tok F. Gait Disturbances in Patients With Stroke. *PM&R*. 2014;6(7):635-42.
7. Cooper A. Relationship of hemiparetic gait patterns to underlying neurological impairment and its relevance to physiotherapeutic intervention: Cardiff University (United Kingdom); 2005.
8. Geerars M, Minnaar-van der Feen N, Huisstede BMA. Treatment of knee hyperextension in post-stroke gait. A systematic review. *Gait Posture*. 2022;91:137-48.
9. Kobayashi T, Orendurff MS, Singer ML, Gao F, Daly WK, Foreman KB. Reduction of genu recurvatum through adjustment of plantarflexion resistance of an articulated ankle-foot orthosis in individuals post-stroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2016;35:81-5.
10. Sijobert B, Azevedo C, Pontier J, Graf S, Fattal C. A Sensor-Based Multichannel FES System to Control Knee Joint and Reduce Stance Phase Asymmetry in Post-Stroke Gait. *Sensors (Basel)*. 2021;21(6).
11. Aminaka N, Gribble PA. A systematic review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train*. 2005;40(4):341-51.
12. Hatano S. Experience from a multicentre stroke register: a preliminary report. *Bulletin of the World Health Organization*. 1976;54(5):541-53.
13. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*. 2021;20(10):795-820.
14. Feigin VL, Owolabi MO, Abanto C, Addissie A, Adeleye AO, Adilbekov Y, et al. Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: a World Stroke Organization–Lancet Neurology Commission. *The Lancet Neurology*. 2023.

15. Aykaç S. A Decade Trends in Total and Sex-specific Cerebrovascular Disease Mortality in Turkey: 2013-2022: Cerebrovascular Mortality Trends in Turkey: 2013-2022. *Medical Science and Discovery*. 2023;10(10):792-6.
16. Choudhury MJH, Chowdhury MTI, Nayeem A, Jahan WA. Modifiable and non-modifiable risk factors of stroke: A review update. *Journal of National Institute of Neurosciences Bangladesh*. 2015;1(1):22-6.
17. He J, Klag MJ, Wu Z, Whelton PK. Stroke in the People's Republic of China: I. Geographic variations in incidence and risk factors. *Stroke*. 1995;26(12):2222-7.
18. Liao D, Myers R, Hunt S, Shahar E, Paton C, Burke G, et al. Familial history of stroke and stroke risk: the Family Heart Study. *Stroke*. 1997;28(10):1908-12.
19. Midi İ, Afşar N. İnme risk faktörleri. *Klinik gelişim*. 2010;10(1):1-14.
20. Boehme AK, Esenwa C, Elkind MS. Stroke risk factors, genetics, and prevention. *Circulation research*. 2017;120(3):472-95.
21. Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, Donnan GA, Hennerici MG. Classification of stroke subtypes. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2009;27(5):493-501.
22. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2017 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2017;135(10):e146-e603.
23. Smith SD, Eskey CJ. Hemorrhagic stroke. *Radiologic clinics of North America*. 2011;49(1):27-45.
24. Parmar P. Stroke: classification and diagnosis. *Clinical Pharmacist*. 2018;10(1).
25. Adams Jr HP, Bendixen BH, Kappelle LJ, Biller J, Love BB, Gordon DL, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke*. 1993;24(1):35-41.
26. Chen PH, Gao S, Wang YJ, Xu AD, Li YS, Wang D. Classifying ischemic stroke, from TOAST to CISS. *CNS neuroscience & therapeutics*. 2012;18(6):452-6.
27. Gökçal E, Niftaliyev E, Asil T. Etiological classification of ischemic stroke in young patients: a comparative study of TOAST, CCS, and ASCO. *Acta Neurologica Belgica*. 2017;117(3):643-8.
28. Unnithan AKA, J MD, Mehta P. Hemorrhagic Stroke. *StatPearls*. Treasure Island (FL) with ineligible companies. Disclosure: Joe M Das declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Parth Mehta declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.
29. Montaña A, Hanley DF, Hemphill JC. Chapter 13 - Hemorrhagic stroke. In: Hetts SW, Cooke DL, editors. *Handbook of Clinical Neurology*. 176: Elsevier; 2021. p. 229-48.
30. Chen S, Zeng L, Hu Z. Progressing haemorrhagic stroke: categories, causes, mechanisms and managements. *Journal of neurology*. 2014;261(11):2061-78.
31. Boccardi E, Cenzato M, Curto F, Longoni M, Motto C, Oppo V, et al. Hemorrhagic stroke. Springer; 2017.

32. Woodruff TM, Thundiyil J, Tang S-C, Sobey CG, Taylor SM, Arumugam TV. Pathophysiology, treatment, and animal and cellular models of human ischemic stroke. *Molecular Neurodegeneration*. 2011;6(1):11.
33. Broughton BR, Reutens DC, Sobey CG. Apoptotic mechanisms after cerebral ischemia. *Stroke*. 2009;40(5):e331-e9.
34. Majno G, Joris I. Apoptosis, oncosis, and necrosis. An overview of cell death. *The American journal of pathology*. 1995;146(1):3.
35. Ginsberg MD. The new language of cerebral ischemia. *AJNR: American Journal of Neuroradiology*. 1997;18(8):1435.
36. Lipton P. Ischemic cell death in brain neurons. *Physiological reviews*. 1999;79(4):1431-568.
37. Zheng Z, Yenari MA. Post-ischemic inflammation: molecular mechanisms and therapeutic implications. *Neurological research*. 2004;26(8):884-92.
38. An SJ, Kim TJ, Yoon B-W. Epidemiology, Risk Factors, and Clinical Features of Intracerebral Hemorrhage: An Update. *J Stroke*. 2017;19(1):3-10.
39. Magid-Bernstein J, Girard R, Polster S, Srinath A, Romanos S, Awad IA, et al. Cerebral Hemorrhage: Pathophysiology, Treatment, and Future Directions. *Circulation research*. 2022;130(8):1204-29.
40. Chandra A, Li WA, Stone CR, Geng X, Ding Y. The cerebral circulation and cerebrovascular disease I: Anatomy. *Brain circulation*. 2017;3(2):45-56.
41. De Freitas GR, Christoph DDH, Bogousslavsky J. Chapter 22 Topographic classification of ischemic stroke. *Handbook of Clinical Neurology*. 93: Elsevier; 2008. p. 425-52.
42. Çinkir U. Serebrovasküler hastalıkların HLA subgrupları ile ilişkisi. 2019.
43. Sultanoğlu TE, KARSLI PB, Umay EK, Sultanoğlu H, ÇAKCI FA. Posterior circulation stroke and rehabilitation: experiences in a rehabilitation clinic. *Ortadoğu Tıp Dergisi*. 2019;11(4):439-45.
44. Carlsson H, Gard G, Brogårdh C. Upper-limb sensory impairments after stroke: self-reported experiences of daily life and rehabilitation. *Journal of rehabilitation medicine*. 2018;50(1):45-51.
45. Tyson SF, Crow JL, Connell L, Winward C, Hillier S. Sensory impairments of the lower limb after stroke: a pooled analysis of individual patient data. *Topics in stroke rehabilitation*. 2013;20(5):441-9.
46. Carvalho V, Cruz VT. Clinical presentation of vertebrobasilar stroke. *Porto Biomed J*. 2020;5(6):e096.
47. Arene N, Hidler J. Understanding Motor Impairment in the Paretic Lower Limb After a Stroke: A Review of the Literature. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2009;16(5):346-56.
48. Pandian S, Arya KN. Motor impairment of the ipsilesional body side in poststroke subjects. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2013;17(4):495-503.
49. van Swieten JC, Koudstaal PJ, Visser MC, Schouten HJ, van Gijn J. Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients. *Stroke*. 1988;19(5):604-7.

50. Ünal A, Altuğ F, Duray M, Cavlak U. İ? nmenin denge yeteneği ve postüral salınımlar üzerine etkisi: Karşılaştırmalı bir çalışma. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. 2019.
51. Dai S, Piscicelli C, Clarac E, Baciú M, Hommel M, Perennou D. Balance, Lateropulsion, and Gait Disorders in Subacute Stroke. *Neurology*. 2021;96(17):e2147-e59.
52. Olney SJ, Richards C. Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics. *Gait & posture*. 1996;4(2):136-48.
53. Gajardo-Vidal A, Lorca-Puls DL, Hope TMH, Parker Jones O, Seghier ML, Prejawa S, et al. How right hemisphere damage after stroke can impair speech comprehension. *Brain : a journal of neurology*. 2018;141(12):3389-404.
54. Sinanović O, Mrkonjić Z, Zukić S, Vidović M, Imamović K. Post-stroke language disorders. *Acta Clin Croat*. 2011;50(1):79-94.
55. Atamaz F. İnmede Konuşma Bozuklukları ve Rehabilitasyonu. *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2007;53.
56. Haring H-P. Cognitive impairment after stroke. *Current Opinion in Neurology*. 2002;15(1).
57. Vakhnina NV, Nikitina LY, Parfenov VA, Yakhno NN. Post-stroke cognitive impairments. *Neurosci Behav Physiol*. 2009;39(8):719-24.
58. Mirelman A, Shema S, Maidan I, Hausdorff JM. Chapter 7 - Gait. In: Day BL, Lord SR, editors. *Handbook of Clinical Neurology*. 159: Elsevier; 2018. p. 119-34.
59. Wang JS, Lin CW, Yang YT, Ho YJ. Walking pattern classification and walking distance estimation algorithms using gait phase information. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2012;59(10):2884-92.
60. Alexander MA, Matthews DJ, Murphy KP. *Pediatric rehabilitation: principles and practice*: Demos Medical Publishing; 2015.
61. Chambers HG, Sutherland DH. A Practical Guide to Gait Analysis. *JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2002;10(3):222-31.
62. Kharb A, Saini V, Jain Y, Dhiman S. A review of gait cycle and its parameters. *IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management*. 2011;13:78-83.
63. Gage JR. Gait analysis. An essential tool in the treatment of cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res*. 1993(288):126-34.
64. Akalan E, Temelli Y. Klinik Yürüme. In: Karaduman A, Tunca Yılmaz Ö, editors. *Fizyoterapi ve Rehabilitasyon*. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2017. p. 45-61.
65. Iwai M, Koyama S, Tanabe S, Osawa S, Takeda K, Motoya I, et al. The validity of spatiotemporal gait analysis using dual laser range sensors: a cross-sectional study. *Archives of Physiotherapy*. 2019;9(1):3.
66. Perry J, k ST, Davids JR. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1992;12(6):815.
67. Marks D, Schweinfurther R, Dewor A, Huster T, Paredes LP, Zutter D, et al. The Andago for overground gait training in patients with gait disorders after stroke-results from a usability study. *Physiother Res Rep*. 2019;2(2):1-8.

68. Constantinou M, Brown M. Therapeutic taping for musculoskeletal conditions- E-Book: Elsevier Health Sciences; 2010.
69. Uygulama ve Olgu Örnekleriyle BANTLAMA. Baltacı G, editor. Ankara: Hipokrat Yayınevi; 2020.
70. Shaheen AF, Villa C, Lee Y-N, Bull AMJ, Alexander CM. Scapular taping alters kinematics in asymptomatic subjects. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013;23(2):326-33.
71. Host HH. Scapular Taping in the Treatment of Anterior Shoulder Impingement. *Physical Therapy*. 1995;75(9):803-12.
72. Hislop H, Montgomery J. Daniels and Worthingham's muscle testing: techniques of manual examination 6th edition. Elsevier Science Health Science Division, USA; 1995.
73. Otman AS, Demirel H, Sade A. Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri: Pelikan yayıncılık; 2014.
74. Florence JM, Pandya S, King WM, Robison JD, Baty J, Miller JP, et al. Intrarater reliability of manual muscle test (Medical Research Council scale) grades in Duchenne's muscular dystrophy. *Physical therapy*. 1992;72(2):115-22.
75. Chen CL, Chen CY, Chen HC, Wu CY, Lin KC, Hsieh YW, et al. Responsiveness and minimal clinically important difference of Modified Ashworth Scale in patients with stroke. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2019;55(6):754-60.
76. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987;67(2):206-7.
77. Ghotbi N, Nakhostin Ansari N, Naghdi S, Hasson S. Measurement of lower-limb muscle spasticity: intrarater reliability of Modified Modified Ashworth Scale. *J Rehabil Res Dev*. 2011;48(1):83-8.
78. Busk H, Holm P, Skou ST, Seitner S, Siemsen T, Wienecke T. Inter-rater reliability and agreement of 6 Minute Walk Test and 10 Meter Walk Test at comfortable walk speed in patients with acute stroke. *Physiother Theory Pract*. 2023;39(5):1024-32.
79. Perez-de la Cruz S. Comparison of Aquatic Therapy vs. Dry Land Therapy to Improve Mobility of Chronic Stroke Patients. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(13).
80. Vicon Om. Lower body modeling with Plug-in Gait [Available from: <https://docs.vicon.com/display/Nexus25/Lower+body+modeling+with+Plug-in+Gait>.
81. Hayran M. Sağlık araştırmaları için temel istatistik: Omega Araştırma; 2011.
82. Rasmussen RS, Ostergaard A, Kjaer P, Skeris A, Skou C, Christoffersen J, et al. Stroke rehabilitation at home before and after discharge reduced disability and improved quality of life: a randomised controlled trial. *Clin Rehabil*. 2016;30(3):225-36.
83. Li Z, Zhang X, Wang K, Wen J. Effects of Early Mobilization after Acute Stroke: A Meta-Analysis of Randomized Control Trials. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2018;27(5):1326-37.
84. Knutsson E, Richards C. Different types of disturbed motor control in gait of hemiparetic patients. *Brain: a journal of neurology*. 1979;102(2):405-30.
85. Chin P, Rosie A, Irving M, Smith R. Studies in hemiplegic gait. *Advances in stroke therapy*: Raven Press New York; 1982. p. 197-211.

86. Cooper A, Alghamdi GA, Alghamdi MA, Altowaijri A, Richardson S. The relationship of lower limb muscle strength and knee joint hyperextension during the stance phase of gait in hemiparetic stroke patients. *Physiother Res Int*. 2012;17(3):150-6.
87. Neptune RR, Kautz SA, Zajac FE. Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking. *Journal of biomechanics*. 2001;34(11):1387-98.
88. Gage JR, Novacheck TF. An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2001;10(4):265-74.
89. Perry J, Burnfield JM. *Gait analysis. Normal and pathological function* 2nd ed. California: Slack. 2010.
90. Novak AC, Olney SJ, Bagg S, Brouwer B. Gait changes following botulinum toxin A treatment in stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2009;16(5):367-76.
91. Higginson JS, Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA, Burgar CG, Delp SL. Effect of equinus foot placement and intrinsic muscle response on knee extension during stance. *Gait & Posture*. 2006;23(1):32-6.
92. Leung J, Smith R, Harvey LA, Moseley AM, Chapparo J. The impact of simulated ankle plantarflexion contracture on the knee joint during stance phase of gait: A within-subject study. *Clinical Biomechanics*. 2014;29(4):423-8.
93. Fatone S, Gard SA, Malas BS. Effect of ankle-foot orthosis alignment and foot-plate length on the gait of adults with poststroke hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(5):810-8.
94. Wang R, Gutierrez-Farewik EM. The effect of subtalar inversion/eversion on the dynamic function of the tibialis anterior, soleus, and gastrocnemius during the stance phase of gait. *Gait Posture*. 2011;34(1):29-35.
95. Chantraine F, Schreiber C, Kolanowski E, Moissenet F. Control of Stroke-Related Genu Recurvatum With Prolonged Timing of Dorsiflexor Functional Electrical Stimulation: A Case Study. *J Neurol Phys Ther*. 2016;40(3):209-15.
96. Bae D-Y, Shin J-H, Kim J-S. Effects of dorsiflexor functional electrical stimulation compared to an ankle/foot orthosis on stroke-related genu recurvatum gait. *Journal of Physical Therapy Science*. 2019;31(11):865-8.
97. Perry J, Burnfield JM. *Gait analysis: normal and pathological function*. Slack. Inc, Thorofare, NJ. 1992.
98. Bleyenheuft C, Bleyenheuft Y, Hanson P, Deltombe T. Treatment of genu recurvatum in hemiparetic adult patients: A systematic literature review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010;53(3):189-99.
99. Gross R, Delporte L, Arsenault L, Revol P, Lefevre M, Clevenot D, et al. Does the rectus femoris nerve block improve knee recurvatum in adult stroke patients? A kinematic and electromyographic study. *Gait Posture*. 2014;39(2):761-6.
100. O'Sullivan R, Walsh M, Jenkinson A, O'Brien T. Factors associated with pelvic retraction during gait in cerebral palsy. *Gait & Posture*. 2007;25(3):425-31.
101. Park KB, Park H, Park BK, Abdel-Baki SW, Kim HW. Clinical and Gait Parameters Related to Pelvic Retraction in Patients with Spastic Hemiplegia. *J Clin Med*. 2019;8(5).

102. Böhm H, Stief F, Dussa CU, Döderlein L. Predictors of pelvic retraction in children with cerebral palsy derived from gait parameters and clinical testing. *Gait & Posture*. 2012;35(2):250-4.
103. Brunner R, Dreher T, Romkes J, Frigo C. Effects of plantarflexion on pelvis and lower limb kinematics. *Gait & Posture*. 2008;28(1):150-6.
104. Hyun KH, Cho HY, Lim CG. The effect of knee joint Mulligan taping on balance and gait in subacute stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(11):3545-7.
105. Kim JH, Kim KH, Kim DH. Effects of Proprioception Training with Kinesio Taping of the Knee Joints on the Proprioception, Balance, and Gait in Stroke Patients: A Single-Blind Randomized Trials. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*. 2022;32(06):389-95.
106. Hu Y, Zhong D, Xiao Q, Chen Q, Li J, Jin R. Kinesio taping for balance function after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2019;2019.
107. Yang JM, Kim SY. Correlation of knee proprioception with muscle strength and spasticity in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(9):2705-8.
108. Piriyaarasarth P, Morris M, Winter A, Paratz J. Physiotherapy assessment of knee proprioception following stroke. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*. 2006;13(10):449-56.
109. Dalal KK, Joshua AM, Nayak A, Mithra P, Misri Z, Unnikrishnan B. Effectiveness of prowling with proprioceptive training on knee hyperextension among stroke subjects using videographic observation- a randomised controlled trial. *Gait Posture*. 2018;61:232-7.
110. Robbins S, Waked E, Rappel R. Ankle taping improves proprioception before and after exercise in young men. *British journal of sports medicine*. 1995;29(4):242-7.
111. Morrissey D. Proprioceptive shoulder taping. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2000;4(3):189-94.
112. De Pandis MF, Galli M, Vimercati S, Cimolin V, De Angelis MV, Albertini G. A new approach for the quantitative evaluation of the clock drawing test: preliminary results on subjects with Parkinson's disease. *Neurology research international*. 2010;2010.
113. Ouyang JH, Chang KH, Hsu WY, Cho YT, Liou TH, Lin YN. Non-elastic taping, but not elastic taping, provides benefits for patients with knee osteoarthritis: systemic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2018;32(1):3-17.
114. Portnoy S, Frechtel A, Raveh E, Schwartz I. Prevention of Genu Recurvatum in Poststroke Patients Using a Hinged Soft Knee Orthosis. *PM&R*. 2015;7(10):1042-51.
115. Boudarham J, Zory R, Genet F, Vigne G, Bensmail D, Roche N, et al. Effects of a knee-ankle-foot orthosis on gait biomechanical characteristics of paretic and non-paretic limbs in hemiplegic patients with genu recurvatum. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013;28(1):73-8.
116. Aalto-Korte K, Suuronen K. Contact allergy to plastic materials and glues. *Contact Dermatitis*. 2020:1-28.
117. Guchan Z, Mutlu A. The effectiveness of taping on children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59(1):26-30.

8. EKLER

EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kronik İnme Hastalarında Diz Hiperekstansiyonuna Neden Olan Faktörler ve Hiperekstansiyonun Kontrolü için Rijit Bantlama Uygulamasının Etkisinin Kinematik Analiz Yoluyla Araştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR KURULU 06100 Altındağ / ANKARA
	TELEFON	0312 305 34 98
	FAKS	0312 310 05 80
	E-POSTA	klินิกetik@hacettepe.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ

KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Mehmet Akif TOPÇUOĞLU			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Nöroloji Anabilim Dalı			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı			
DESTEKLEYİCİ				
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
	FAZ 2	☐		
	FAZ 3	☐		
	FAZ 4	☐		
	Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
	Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
	İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
	İlaç dışı klinik araştırma	☐		
	Diğer ise belirtiniz: Fizyoterapi Klinik Araştırması			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	18.09.2022	Versiyon 3.0	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	18.09.2022	Versiyon 3.0	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	23.04.2022	Versiyon 1.0	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Turkan ELDÖM

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kronik İnme Hastalarında Diz Hiperekstansiyonuna Neden Olan Faktörler ve Hiperekstansiyonun Kontrolü için Rijit Bantlama Uygulamasının Etkisinin Kinematik Analiz Yoluyla Araştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama
	SİGORTA	☐
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒ 27.09.2022 imza tarihli.
	BİYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU	☐
	İLAN	☐
	YILLIK BİLDİRİM	☐
	SONUÇ RAPORU	☐
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐
	DİĞER:	☐
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2022/18-04 (KA-22045)	Toplantı Tarihi: 18.10.2022
	Üniversitemiz Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Mehmet Akif TOPÇUOĞLU 'nun sorumlu araştırmacı olduğu, Uzm. Fzt. Süleyman KORKUSUZ'un doktora tezi olan KA-22045 kayıt numaralı ve "Kronik İnme Hastalarında Diz Hiperekstansiyonuna Neden Olan Faktörler ve Hiperekstansiyonun Kontrolü için Rijit Bantlama Uygulamasının Etkisinin Kinematik Analiz Yoluyla Araştırılması" başlıklı akademik amaçlı araştırma başvurusuna ait yukarıda bilgileri verilen belge ve dokümanlar; araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur.	
	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir.	

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU							
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI			İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu				
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:			Prof. Dr. Türkan ELDEM				
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım	İmzası:	
Prof. Dr. Türkan ELDEM Başkan	Farmasötik Biyoteknoloji	Hacettepe Üniv. Eczacılık Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. M. Yıldırım SARA Başkan Yardımcısı	Tıbbi Farmakoloji	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Erdem KARABULUT Bildirimlerden Sorumlu Üye	Biyoistatistik	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Nüket ÖRNEK BÜKEN	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Mehmet UĞUR	Biyofizik	Ankara Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Mehmet Hakan ÖZSOY	Ortopedi ve Travmatoloji	Memorial Ankara Hastanesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Abdullah Cevdet AKMAN	Periodontoloji	Hacettepe Üniv. Dış Hekimliği F.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Ali DÜZOVA	Çocuk Sağlığı ve Hast. (Nefroloji)	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Nilgün KURUCU	Çocuk Sağlığı ve Hast. (Onkoloji)	Hacettepe Üniv. Kanseri Enstitüsü	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Berk BURGU	Üroloji Çocuk Ürolojisi	Ankara Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Av. Burcu DİLMEN	Avukat	Hacettepe Üniv. Hukuk Müşavirliği	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Samet DENEK	Sivil Üye	Hacettepe Üniv.	E	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒		

*: Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Türkan ELDEM

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

EK-2: Tez Çalışması Orjinallik Raporu

KRONİK İNME HASTALARINDA DİZ HİPEREKSTANSİYONUNA NEDEN OLAN FAKTÖRLER VE HİPEREKSTANSİYONUN KONTROLÜ İÇİN RİJİT BANTLAMA UYGULAMASININ ETKİSİNİN KİNEMATİK ANALİZ YOLUYLA ARAŞTIRILMASI

ORJİNALLİK RAPORU

% 10	% 8	% 2	% 4
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
2	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
3	Submitted to Bahcesehir University Öğrenci Ödevi	<% 1
4	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	slideplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<% 1
6	Submitted to Saglik Bilimleri Universitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
7	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<% 1
8	acikerisim.baskent.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1

EK-3: Dijital Makbuz**Dijital Makbuz**

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Süleyman Korkusuz
Ödev başlığı: KRONİK İNME HASTALARINDA DİZ HİPEREKSTANSİYONUNA ...
Gönderi Başlığı: KRONİK İNME HASTALARINDA DİZ HİPEREKSTANSİYONUNA ...
Dosya adı: Su_leyman_Tez_01.01.24_1.docx
Dosya boyutu: 16.75M
Sayfa sayısı: 73
Kelime sayısı: 14,247
Karakter sayısı: 101,677
Gönderim Tarihi: 02-Oca-2024 11:47ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2241157961

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KRONİK İNME HASTALARINDA DİZ
HİPEREKSTANSİYONUNA NEDEN OLAN FAKTÖRLER
VE HİPEREKSTANSİYONUN KONTROLÜ İÇİN RLJİT
BANTLAMA UYGULAMASININ ETKİSİNİN
KİNEMATİK ANALİZ YOLUYLA ARAŞTIRILMASI

Uzm. Fzt. Süleyman KORKUSUZ

Nöroloji Fizyoterapötikliği Programı
DOKTORA TEZİ

ANKARA
2024

9. ÖZGEÇMİŞ

ADI SOYADI : Süleyman KORKUSUZ

