

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

**ATAKSİLİ HASTALARDA TÜM VÜCUT VİBRASYONUN
POSTÜRAL KONTROL ÜZERİNE ETKİLERİ**

Uzm. Fzt. Ender AYVAT

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2017

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

**ATAKSİLİ HASTALARDA TÜM VÜCUT VİBRASYONUN
POSTÜRAL KONTROL ÜZERİNE ETKİLERİ**

Uzm. Fzt. Ender AYVAT

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Sibel AKSU YILDIRIM**

**ANKARA
2017**

ONAY SAYFASI

Ataksili Hastalarda Tüm Vücut Vibrasyonun Postüral

Kontrol Üzerine Etkileri

Uzm. Fzt. Ender AYVAT

Bu çalışma 15/05/2017 tarihinde jürimiz tarafından "Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilimdalı Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. A. Ayşe KARADUMAN

(Hacettepe Üniversitesi)

(imza)
A. Karaduman

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Sibel AKSU YILDIRIM

(Hacettepe Üniversitesi)

(imza)
S. Aksu Yıldırım

Üye:

Prof. Dr. E. Handan TÜZÜN

(Doğu Akdeniz Üniversitesi)

(imza)
E. Handan Tüzün

Üye:

Prof. Dr. Songül AKSOY

(Hacettepe Üniversitesi)

(imza)
S. Aksoy

Üye:

Doç. Dr. Zübeyir SARI

(Marmara Üniversitesi)

(imza)
Z. Sarı

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

24.05.2017

(imza)
Diclehan Orhan

Prof. Dr. Diclehan Orhan

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne 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.

o Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir. (Bu seçenikle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

o Tezimin/Raporumuntarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum. (Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir)

o Tezimin/Raporumun.....tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

X Tezimin 15/05/2021 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ve kaynak gösterilmek şartıyla dahi olsa bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasına izin vermiyorum.

15/05/2017

Uzm. Fzt. Ender AYVAT

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, Prof. Dr. Sibel AKSU YILDIRIM danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Fzt. Ender AYVAT

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleşmesine katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişilere içtenlikle teşekkür eder.

Tez danışmanım olarak tezin planlanmasında, yürütülmesinde ve yazım aşamasında akademik bilgi ve deneyimleriyle büyük katkıda bulunan, akademik hayatımın en değerli ve önemli insanı olan, tüm eğitim hayatım boyunca desteğini her zaman hissettiğim ve örnek aldığım hocam Sayın Prof. Dr. Sibel Aksu Yıldırım'a,

Tezin planlanması, yürütülmesi ve araştırma için gerekli olan materyallerin temin edilmesinde değerli katkılarından dolayı bölüm başkanımız hocam Sayın Prof. Dr. Ayşe Karaduman'a,

Çalışmanın planlanmasından yazım aşamasına kadar tüm aşamalarındaki akademik ve manevi desteğini benden esirgemeyen, akademik hayatımın ilk gününden beri değerli görüşleriyle bana yol gösteren, yardımcı olan hocam Sayın Doç. Dr. Muhammed Kılınç'a,

Tezimin ana değerlendirme yöntemlerinden olan bilgisayarlı dinamik postürografinin yapılması için klinik laboratuvarlarını bize açan ve bilgilerin yorumlanmasında değerli bilgilerini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Songül Aksoy'a,

Tez izleme komitemde yer alarak bilgi ve deneyimleri ile bana destek olan ve yol gösteren hocam Sayın Prof. Dr. E. Handan Tüzün'e,

Tezimin istatistiksel analizlerinin yapılması konusundaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Deniz Yüce'ye,

Tez çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen, tezimi yapabilmem için zaman yaratan çalışma arkadaşlarım Fzt. Özge Onursal ve Fzt. Gülşah Sütçü'ye,

Hayatımdaki en büyük destekçim olan, tezin planlanmasında, yürütülmesinde ve yazım aşamasında sonsuz fedakarlıklarda bulunan, her zaman yanımda olan sevgili meslektaşım ve eşim Sayın Uzm. Fzt. Fatma AYYAT'a,

Beni yetiştirip bu günlere gelmemi sağlayan, hayatımın her aşamasında olduğu gibi tezimin her aşamasında da manevi destek ve yardımları ile yanımda olan canım annem, babam ve abime,

Hasta-fizyoterapist ilişkisinden daha fazlasına sahip olduğumuz çok kıymetli hastalarım,

TÜBİTAK BİDEB 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında burs aldığım Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na teşekkür ederim.

ÖZET

Ender, A. Ataksili hastalarda tüm vücut vibrasyonun postüral kontrol üzerine etkileri. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Doktora Tezi, Ankara, 2017. Bu çalışma TVV uygulaması ile desteklenen bireysel egzersiz programının postüral kontrolün bileşenleri olan ‘duyusal stratejiler’, ‘hareket stratejileri’, ‘biyomekaniksel yeterlilik’, ‘uzaysal oryantasyon’, ‘dinamiklerin kontrolü’ ve ‘kognitif süreçler’ ile hastaların beklenti ve hedeflerine ne kadar ulaşıldığı ile ilgili memnuniyet düzeyi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla planlandı. Çalışmaya yaş ortalaması 34,00±9,15 olan 20 serebellar ataksili birey dahil edildi. Çapraz geçişli dizayn edilen çalışmada 2 gruba ayrılan olgular haftada 3 gün, günde 1 saat toplam 16 hafta (8 hafta × 2) süre ile tedaviye alındı. Birinci protokolde ilk 8 hafta tüm vücut vibrasyonu ve egzersiz programı birlikte uygulandı ve 1 haftalık arınma döneminden sonra 8 hafta sadece egzersiz programı uygulandı. İkinci protokolde ise ilk 8 hafta sadece egzersiz programı uygulandı ve 1 haftalık arınma döneminden sonra 8 hafta tüm vücut vibrasyonu ve egzersiz programı birlikte uygulandı. Egzersiz programında hastaların bireysel ihtiyaçları dikkate alınarak oluşturulan gövde stabilizasyonu, denge ve fonksiyonel egzersizler uygulandı. Değerlendirmeler, çalışmaya kör bir fizyoterapist tarafından her iki tedavi programından önce ve sonra olmak üzere toplam dört kez uygulandı. Bireylerin demografik bilgileri, ağrı ve yorgunluk şiddetleri (Görsel Analog Skalası 0-10) kaydedildikten sonra, postüral kontrolün bileşenleri Bilgisayarlı Dinamik Postürografi’nin Duyu Organizasyon testi (DOT), Adaptasyon Testi (ADT), Stabilite Limitleri Testi (SLT) ile değerlendirildi. Çalışmada ayrıca hastalık şiddeti (Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği), gövde kontrolü (Gövde Bozukluk Ölçeği), fonksiyonel mobilite becerileri (Sürekli Kalk ve Yürü Testi), stabilite limitleri (Fonksiyonel Uzanma Testi), yürüme performansı (10 metre Yürüme Testi), performans temelli denge (Berg Denge Ölçeği), günlük yaşam aktiviteleri (Barthel İndeksi), yaşam kalitesi (Nottingham Sağlık Profili), hastaların beklenti ve hedeflerine ne kadar ulaşıldığı ile ilgili memnuniyet düzeyi (Amaca Ulaşma Ölçeği) de değerlendirildi. Çalışmanın sonucunda, stabilite limitleri, adaptif reaksiyonlar, fonksiyonel mobilite becerilerinin üç farklı versiyonu, yürüme performansı, ağrı ve yorgunluk şiddeti ve yaşam kalitesinin sadece TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası geliştiği gözlemlendi ($p<0,05$). Her iki egzersiz programı sonrası hastalık şiddeti, duyu organizasyonunun birleşik denge puanı, gövde kontrolü, performans temelli denge, tedavi amacına ulaşma düzeyi ve günlük yaşam aktivitelerine katılımın geliştiği ($p<0,05$), ancak TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla geliştiği saptandı ($p<0,05$). Sonuç olarak; egzersiz programlarının TVV ile desteklenmesinin, serebellar ataksili hastaların postüral kontrolünün geliştirilmesi, aktivite ve katılım düzeylerinin artırılması açısından önemli bir rol oynayacağı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ataksi, fizyoterapi, postüral kontrol, tüm vücut vibrasyonu

ABSTRACT

Ender, A. The effects of whole body vibration on postural control in patients with ataxia. Hacettepe University Institute of Health Sciences, Doctorate Thesis in Physical Therapy and Rehabilitation Program, Ankara, 2017. This study was planned to evaluate the effects of an individual exercise programs supported by WBV on postural control components, 'Biomechanical constraints', 'Movement strategies', 'Control of dynamics', 'Cognitive processing', 'Sensory strategies', 'Orientation in space' and on the level of satisfaction with how well patients' expectations and goals. 20 cerebellar ataxic individuals whose mean age was 34.00 ± 9.15 were included in the study. In the study designed as cross-over, cases were separated into 2 groups and treated for 3 days in a week, 1 hour in each day for a total of 16 weeks (8 weeks \times 2). In the first protocol, the whole body vibration and exercise program were applied together for 8 weeks and after the 1-week wash-out period, only the exercise program was applied for 8 weeks. In the second protocol, only the exercise program was applied for the first 8 weeks and after the 1-week wash-out period, the whole body vibration and the exercise program were applied together for 8 weeks. Stabilization, balance and functional exercises, which were created by considering the individual needs of the patients, were applied in the exercise program. The assessments were administered by a blind physiotherapist for four times, before and after both treatment programs. After recording demographic informations, pain and fatigue severity (Visual Analogue Scale 0-10) of individuals, postural control components were assessed by Computerized Dynamic Posturography, Sensory Organization Test (SOT), Adaptation Test (ADT), and Stability Limits Test (SLT). Also in the study disease severity (International Classification Ataxia Ratio Scale), trunk control (Trunk Impairment Scale), functional mobility skills (Timed Up and Go Test), stability limits (Functional Reach Test), walking performance (10-meter Walking Test), performance-based balance (Berg Balance Scale), daily living activities (Barthel Index), quality of life (Nottingham Health Profile), satisfaction with the patients' expectations and goals (Goal Attainment Scale) were assessed. Stability limits, adaptive reactions, three different versions of functional mobility skills, walking performance, pain and fatigue severity, and quality of life were improved only after exercise program with WBV ($p < 0,05$). Disease severity, combined balance score of sensory organization test, trunk control, performance based balance, level of attainment of treatment goal and participation in daily life activities were improved after both exercise programs ($p < 0,05$) but it was found that after exercise program with WBV, more improvement was observed ($p < 0,05$). As a result; exercise programs supported by WBV has been shown to play an important role in the improvement of postural control of cerebellar ataxic patients and increasing levels of activity and participation.

Key words: Ataxia, physiotherapy, postural control, whole body vibration.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTAMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ataksi	3
2.1.1. Tanım	3
2.1.2. Etiyolojik Sınıflandırma	3
2.2. Ataksi Tipleri	5
2.2.1. Duyusal Ataksi	5
2.2.2. Vestibüler Ataksi	5
2.2.3. Frontal Ataksi	6
2.2.4. Serebellar Ataksi	6
2.3. Atakside İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması (International Classification of Functioning, Disability and Health- ICF)	7
2.3.1. Serebellar Atakside Vücut İşlev ve Yapı Bozuklukları	7
2.3.2. Serebellar Atakside Aktivite ve Katılım Limitasyonları	12
2.4. Postüral Kontrol	16
2.5. Serebellar Atakside Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	20
2.5.1. Serebellar Atakside Değerlendirme	20
2.5.2. Vücut İşlev ve Yapı Bozukluklarının Değerlendirilmesi	21
2.5.3. Aktivite ve Katılım Limitasyonlarının Değerlendirilmesi	25
2.5.4. Serebellar Atakside Fizyoterapi Yaklaşımları	26
2.6. Tüm Vücut Vibrasyonu (TVV)	40

2.6.1. TVV ve Kas Aktivasyonu ilişkisi	41
2.6.2. TVV ve Periferel Vaskülarizasyon	44
2.6.3. TVV ve Endokrin Sistem	45
2.6.4. TVV ve Kemik Formasyonu	46
2.6.5. TVV ve Proprioepsiyon (Duyusal sistem)	47
2.6.6. TVV Uygulamalarında Kontraendike Durumlar	48
2.6.7. Rehabilitasyon Yaklaşımlarında TVV	49
3. BİREYLER VE YÖNTEM	51
3.1. Bireyler	51
3.2. Yöntem	51
3.3. Değerlendirmeler	53
3.3.1. Demografik Bilgiler ve Hikaye	53
3.3.2. Vücut Yapı ve İşlev Bozukluklarının Değerlendirilmesi	53
3.3.3. Aktivite Kısıtlılıklarının Değerlendirilmesi	54
3.3.4. Katılımın Değerlendirmesi	62
3.4. Tedavi	63
3.4.1. Tüm Vücut Vibrasyonu	64
3.4.2. Egzersiz Programı	64
3.5. İstatistiksel Analiz	65
4. BULGULAR	66
4.1. Tanımlayıcı Bulgular	66
4.2. Düşme ile İlgili Bulgular	67
4.3. Ağrı ve Yorgunluk ile İlgili Bulgular	67
4.4. Hastalık Şiddeti ile İlgili Bulgular	68
4.5. Gövde Kontrolü ile İlgili Bulgular	69
4.6. Performans Temelli Denge ile İlgili Bulgular	71
4.7. Stabilité Limitleri ile İlgili Bulgular	72
4.8. Yürüme Performansı ile İlgili Bulgular	72
4.9. Fonksiyonel Mobilite Becerileri ile İlgili Bulgular	73
4.10. Postürel Kontrol ile İlgili Bulgular	74
4.10.1. Duyu Organizasyon Testi Bulguları	74
4.10.2. Adaptasyon Testi Bulguları	78

4.10.3. Stabilite Limitleri Testi Bulguları	80
4.11. Tedavi Amacına Uaşma Düzeyi ile İlgili Bulgular	90
4.12. Günlük Yaşam Aktiviteleri ile İlgili Bulgular	92
4.13. Yaşam Kalitesi ile İlgili Bulgular	93
5. TARTIŞMA	94
6. SONUÇLAR	106
7. KAYNAKLAR	109
8. EKLER	
EK 1. Etik Kurul Onayı	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTAMALAR

ADT	: Adaptasyon Testi
BDÖ	: Berg Denge Ölçeği
BDP	: Bilgisayarlı Dinamik Postürografi
cm	: Santimetre
DOT	: Duyu Organizasyon Testi
FUT	: Fonksiyonel Uzanma Testi
GAS	: Amaca Ulaşma Ölçeği
GBÖ	: Gövde Bozukluk Ölçeği
Hz	: Hertz
K	: Konum
Kg	: Kilogram
MS	: Multiple Skleroz
n	: Birey Sayısı
NSP	: Nottingham Sağlık Profili
p	: İstatiksel Yanılma Payı
SKYT	: Süreli Kalk ve Yürü Testi
SLT	: Stabilite Limitleri Testi
sn	: Saniye
SPSS	: İstatistik Paket Programı
SS	: Standart Sapma
TÖ	: Tedavi Öncesi
TS	: Tedavi Sonrası
TVV	: Tüm Vücut Vibrasyonu
UAAOÖ	: Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği
VAS	: Görsel Ağrı Ölçeği (Vizüel Analog Skalası)
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
X	: Aritmetik Ortalama

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Postüral kontrolün kaynakları.	17
2.2. Vibrasyon uygulaması sonrası nöromusküler performans artışını belirleyen potansiyel mekanizmalar	43
2.3. Tüm vücut vibrasyonunun fizyolojik etkileri.	48
3.1. Çalışmanın akış şeması.	52
3.2. ‘ <i>Neurocom Smart Balance Master System</i> ’ Bilgisayarlı Dinamik Postürografi.	56
3.3. Duyu Organizasyon Testi’nin 6 pozisyonu	58
3.4. Adaptasyon Testi uygulama konumları	60
3.5. Stabilite Limitleri Testi	61
3.6. <i>Compex® Winplate</i> Tüm vücut vibrasyon cihazı	64
4.1. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Duyu Organizasyon Testi puanları.	76
4.2. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Adaptasyon Testi Ayakucu Yukarı puanları.	79
4.3. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Adaptasyon Testi Ayakucu Aşağı puanları.	80
4.4. Egzersiz programları sonrası Stabilite Limitleri Testi’nde farklılık görülen yönler ve parametreler.	90
4.5. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Amaca Ulaşma Ölçeği puanları.	91

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Ataksilerin etyolojik sınıflandırılması.	4
2.2. Serebellar atakside vücut işlev ve yapı bozuklukları ile aktivite ve katılım kısıtlılıkları.	16
2.3. Tüm vücut vibrasyonu için olası kontraendike durumlar.	49
3.1. Duyu Organizasyon Testi'nde konumlar ve duyuusal sistemlerin ilişkisi.	58
3.2. Duyu analizi ve işlevsel anlamları.	59
3.3. Postüral kontrolün bileşenleri ve aktivite ve katılım düzeylerine etkisinin değerlendirilmesi için kullanılan yöntemler.	63
4.1. Tanımlayıcı özellikler.	66
4.2. Ağrı ve yorgunluk şiddetlerinin karşılaştırılması.	67
4.3. Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.	68
4.4. Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği kinetik fonksiyonlar ve toplam puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	69
4.5. Gövde Bozukluk Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.	70
4.6. Gövde Bozukluk Ölçeği dinamik denge ve toplam puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	70
4.7. Berg Denge Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.	71
4.8. Berg Denge Ölçeği puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	71
4.9. Fonksiyonel Uzanma Testi sonuçları ve karşılaştırılması.	72
4.10. Fonksiyonel Uzanma Testi sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	72
4.11. 10 metre Yürüme Testi sonuçları ve karşılaştırılması.	73
4.12. Süreli Kalk ve Yürü Testi sonuçları ve karşılaştırılması.	74
4.13. Duyu Organizasyon Testi puanları ve karşılaştırılması.	75

4.14.	Duyu Organizasyon Testi 4.-5. Konum ve birleşik denge puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	77
4.15.	Duyusal Analiz puanları ve karşılaştırılması.	77
4.16.	Vestibüler ve görsel duyu analizi puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	78
4.17.	Adaptasyon Testi puanları ve karşılaştırılması.	79
4.18.	Ön stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	81
4.19.	Sağ ön stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	82
4.20.	Sağ stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	83
4.21.	Sağ arka stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	84
4.22.	Arka stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	85
4.23.	Arka stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta parametresinin tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	85
4.24.	Sol arka stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	86
4.25.	Sol arka stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta parametresinin tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	87
4.26.	Sol stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	88
4.27.	Sol ön stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.	89
4.28.	Sol ön stabilite limitlerinde yön kontrolü parametresinin tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	89
4.29.	Amaca Ulaşma Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.	90
4.30.	Amaca Ulaşma Ölçeği puanının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	91
4.31.	Barthel İndeksi puanları ve karşılaştırılması.	92
4.32.	Barthel İndeksi puanının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.	92
4.33.	Nottingham Sağlık Profili puanları ve karşılaştırılması.	93

1. GİRİŞ

Ataksi, "düzen eksikliği" anlamına gelen Yunanca bir sözcükten türemiştir ve serebellum ve/veya beyin sapı bağlantılarındaki patoloji veya duyuşal yolların bozulması ile ortaya çıkan, belirgin kas kuvvet kaybı olmaksızın koordinasyon bozukluğu olarak tanımlanır. Ataksili bireyler, yürüme ve oturma gibi aktivitelerde zayıf denge, ince el becerilerinde zorluklar, tremor ve kötü telaffuzlu konuşmadan şikayet ederler (1).

Serebellar ataksi hastaları, yoğun ve uzun süreli rehabilitasyon programlarından fayda sağlayacak yeterli motor öğrenme kapasitesine sahiptir ve iyi bir tedavi sonrası etkinlik söz konusudur (2-4). Yapılan çeşitli çalışmalarda, proprioseptif nörofasilitasyon (PNF), Frenkel egzersizleri ve dengeyi yeniden eğitmeyi amaçlayan çeşitli aktiviteler gibi fizyoterapi yaklaşımlarının serebellar disfonksiyonlu kişilerde yürüyüş, gövde kontrolü ve aktivite kısıtlılıkları üzerinde olumlu etkisi ortaya konmuştur (5-7). Etkin sonuçlar alınmakla birlikte, ataksi rehabilitasyonu uzun soluklu tekrarlı aktiviteye dayalı ve yüksek motivasyon gerektiren bir süreçtir (2, 3).

Postüral kontrolün geliştirilmesi ataksi rehabilitasyonunda en önemli amaçlardan birisi olmasına rağmen, beklenilen aksine literatürde bu konuda yeterli sayıda yüksek kaliteli araştırmalar bulunmamaktadır. Rehabilitasyonda egzersiz tedavisi daima birincil yaklaşım olarak sunulurken, kısıtlı sayıdaki çalışmada postüral kontrolün geliştirilmesi amacıyla egzersizin teknoloji ile desteklenmesi konusunda umut vadeden ancak kanıt değeri daha yüksek araştırmalar gerektiren bazı yaklaşımlar önerilmektedir. Bu yaklaşımlardan birisi de, tüm vücut vibrasyonu (TVV)'dir (5, 8).

Tüm vücut vibrasyonu uygulamaları, çeşitli sağlıklı ve hastalık popülasyonlarında kas kuvveti, güç ve postüral kontrolü artırmak için son on yılda giderek daha popüler hale gelmiştir (9). Tüm vücut vibrasyonu, titreşimli platformlar kullanılarak ayaklardan vücudun geri kalanına iletilen vertikal sinüzoidal salınımlarla karakterize olan mekanik uyarılar sistemidir (10). TVV uygulaması ve parametreleri üzerine herhangi bir görüş birliği olmadığı için, bu çalışmalarda kullanılan uygulamalar da farklılıklar göstermektedir. Çalışmalarda; tek seferlik TVV uygulamasına karşın, tekrarlı uygulamalar; 2-6 Hz arası düşük frekanstaki

uygulamalara karşın, 20-40 Hz arası yüksek frekanstaki uygulamalar kullanılabilir.

Literatürde Multiple Skleroz (MS), Parkinson, Serebral Palsi ve inme gibi çeşitli nörolojik problemlerde TVV'nin etkinliğinin araştırıldığı kısıtlı sayıda çalışmada TVV'nin özellikle postüral kontrolün geliştirilmesini hedefleyen tedavi programlarında rol oynayabileceğine ilişkin sonuçlar sunulmaktadır. Mevcut kanıtlar, çalışmalardaki yöntem eksiklikleri ve grupların heterojenitesi nedeniyle sınırlı olmakla birlikte, nörolojik bozukluğu bulunan bireylerde TVV'nin etkilerinin araştırılmasını teşvik edici niteliktedir (9).

Bu çalışma TVV uygulaması ile desteklenen bireysel egzersiz programının postüral kontrol ve hastaların beklenti ve hedeflerine ne kadar ulaşıldığı ile ilgili memnuniyet düzeyi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla planlandı.

Çalışmamızın hipotezleri;

H0: Tüm vücut vibrasyonunun ataksili hastalarda postüral kontrol üzerine etkisi yoktur.

H1: Tüm vücut vibrasyonu ataksili hastalarda postüral kontrol üzerine etkilidir.

H0: Tüm vücut vibrasyonunun ataksili hastalarda, hastaların beklenti ve hedeflerine ne kadar ulaşıldığı ile ilgili memnuniyet düzeyi üzerine etkisi yoktur.

H2: Tüm vücut vibrasyonunun ataksili hastalarda, hastaların beklenti ve hedeflerine ne kadar ulaşıldığı ile ilgili memnuniyet düzeyi üzerine etkilidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ataksi

2.1.1. Tanım

Ataksi, kelime anlamı olarak bozukluk veya karışıklık anlamına gelirken; klinik olarak, istemli hareketin ortaya konmasında ortaya çıkan inkoordinasyon, dismetri, disdiadokokinezi ve tremor gibi çeşitli anomalileri tanımlamaktadır. Bir başka deyişle, hareketin kompozisyonunun bozulmasıdır. Serebellum ve bağlantılarını etkileyerek, Multiple Skleroz ve inme gibi çeşitli nörolojik hastalıklara bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (11).

'Ataksi' teriminin tarihi, Duchenne'in Tabes Dorsalis için 'lokomotor ataksi' terimini ortaya attığı on dokuzuncu yüzyılın ortasına kadar uzanmaktadır. Günümüzde bu terim, serebellum ve nöral bağlantılarının disfonksiyonuna bağlı olarak ortaya çıkan gross kassal inkoordinasyonun ortaya çıktığı klinik sendromunu belirtmektedir. Aynı zamanda progresif yürüme, duruş ve ekstremitate ataksisi ile karakterize belirli nörolojik hastalıkları belirtmek için de kullanılır (12-14).

2.1.2. Etyolojik Sınıflandırma

Kalıtsal ataksilere sebep olan gen ve mutasyonların keşfedilmesi ve kalıtsal olmayan ataksilerin moleküler sebeplerinin aydınlatılması sonucu ataksilerin doğru sınıflandırılması ile ilgili geniş bir görüş birliği oluşmuştur. Geçerli etyolojiye bağlı sınıflandırmalara göre, ataksi üç ana gruba ayrılır: kalıtsal ataksi, kalıtsal olmayan dejeneratif ataksi, ve dış faktörlere veya genetik olmayan iç nedenlere bağlı olan kazanılmış ataksiler (15, 16). Ataksilerin etyolojik sınıflandırılması Tablo 2.1.' de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Ataksilerin etyolojik sınıflandırılması.

<p>1. Kalıtsal Ataksiler</p> <p>1.1. Otozomal Resesif Ataksiler</p> <p>1.1.1. Friedreich Ataksisi (FA)</p> <p>1.1.2. Ataksi Telenjektazi (AT)</p> <p>1.1.3. Okulomotor Apraksi Tip 1 ile Otozomal Resesif Ataksi (AOA1)</p> <p>1.1.4. Okulomotor Apraksi Tip 2 ile Otozomal Resesif Ataksi (AOA2)</p> <p>1.1.5. Charlevoix-Saguney Otozomal Resesif Spastik Ataksi (ARSAC)</p> <p>1.1.6. İzole Vitamin E Eksikliğine Bağlı Ataksi (AVED)</p> <p>1.1.7. Marinesco-Sjögren Sendromu (MSS)</p> <p>1.1.8. POLG Mutasyonuna Bağlı Otozomal Resesif Ataksi (MIRAS, SANDO)</p> <p>1.1.9. Serebrotendinöz ksantomatozis (CTX)</p> <p>1.1.10. Refsum Hastalığı</p> <p>1.1.11. Abetalipoproteinemia</p> <p>1.1.12. Diğer Otozomal Resesif Ataksiler</p> <p>1.2. Otozomal Dominant Ataksiler</p> <p>1.2.1. Spinoserebellar Ataksiler (SCA)</p> <p>1.2.2. Epizodik Ataksiler (EA)</p> <p>1.3. X'e Bağlı Ataksiler</p> <p>1.3.1. Kırılgan X'e Bağlı Tremor/Ataksi Sendromu (FXTAS)</p> <p>1.3.2. Diğer X'e Bağlı Ataksiler</p> <p>1.4. Mitokondrial Mutasyonlara Bağlı Ataksiler</p> <p>2. Kalıtsal olmayan Dejeneratif Ataksiler</p> <p>2.1. Multi Sistem Atrofisi, Serebellar Tip (MSA-C)</p> <p>2.2. Sporadik Erişkin Başlangıçlı Kaynağı Bilinmeyen Ataksiler (SAOA)</p> <p>3. Kazanılmış Ataksiler</p> <p>3.1. Alkolik Serebellar Dejenerasyon (ACD)</p> <p>3.2. Diğer Toksin Sebeplere Bağlı Ataksiler</p> <p>3.3. Kazanılmış Vitamin Eksikliğine Bağlı Ataksiler</p> <p>3.4. Paraneoplastik Serebellar Dejenerasyon</p> <p>3.5. Diğer İmmün Aracılı Ataksiler</p> <p>3.6. Kronik MSS Enfeksiyonlarındaki Ataksi</p> <p>3.7. Yüzeysel Sideroz</p>

2.2. Ataksi Tipleri

Literatürde yaygın olarak kabul gören ataksi tipine göre sınıflandırmada; duyuşal, vestibüler ve serebellar olmak üzere başlıca 3 tip ataksi bulunmaktadır. (17) Bazı araştırmacılar, frontal ataksiyi dördüncü tip olarak bu sınıflandırmaya dahil etmektedir (18). Bazı vakalarda iki ya da üç ataksi tipine ait semptomlar bir arada görülebilir ve bu durum mikst ataksi olarak kabul edilir (19).

2.2.1. Duyusal Ataksi

Duyusal ataksi, periferik duyu sinirleri, dorsal kök gangliyonu ve spinal korddan medullaya uzanan dorsal kolonu içeren proprioseptif sistemi etkileyen herhangi bir patoloji sonucu ortaya çıkmaktadır. Gözler kapatıldığında kötüleşen denge kayıpları ve bozulmuş eklem pozisyon hissi göstermesi ile diğer ataksi tiplerinden ayrılır. Duyusal ataksi, dizartri ve nistagmus belirtileri göstermemesi ile tipiktir (1). Ayakta topuklar bitişik duruş sırasında, gözler kapatıldığında postüral salınımın amplitüdünde artış olur. Bu Romberg testinin pozitif olduğu durumdur ve duyuşal ataksiyi diğer ataksi tiplerinden ayıran en önemli bulgudur. Bu fenomen, hastalar için özellikle karanlık ortamlarda belirgin dezavantaj yaratır (20).

Duyusal ataksili hastalar, görsel geribildirim için gözlerini yerden ayırmadan, geniş destek yüzeyinde damgalama yürüyüşü veya ses kaynaklı duyuşal geribildirim için ayak tabanlarını ani olarak yere çarparak yürürler (19, 21).

Duyusal ataksi; Friedreich ataksisi ve Spinoserebellar ataksi gibi kalıtsal ataksi tiplerinde görülebilir. Ayrıca diyabetik veya alkolik nöropatide, B12 vitamini yetersizliğine bağlı nöropatide, Tabes Dorsalis'te, medulla spinalisin posterior kolununu tutan tümöral durumlarda ve Multiple Skleroz hastalıklarında da görülebilir (19).

2.2.2. Vestibüler Ataksi

Vestibüler ataksi, doğrudan vestibüler çekirdek ve/veya vestibüler çekirdeklerin afferent ve efferent bağlantılarını etkileyen periferik veya santral hastalıklar sonucu gelişir (22, 23). Vestibüler ataksisi olan bir hastanın, ayakta dururken ve otururken denge bozuklukları bulunur. Vestibüler ataksili hastalar; geniş

destek yüzeyinde, geriye ya da lezyon tarafına doğru eğilerek ve sendeleyerek yürüme eğilimindedir. Baş ve gövde hareketinin azalmasına ek olarak sıklıkla hastalığın ilerleyen süreçlerinde kol hareketleri de azalma gösterir (24). Özellikle hastalar, yoldan karşıdan karşıya geçerken veya alışveriş yaparken baş veya göz hareketi yapma ihtiyacı sebebiyle ciddi anlamda kısıtlanırlar.

Vestibüler ataksiye vertigo, bulantı, kusma, bulanık görme ve vestibüler sistemin kendi hareketini algılama ve hissetme rolünün yanı sıra; vestibülooküler refleks yoluyla bakışları sabitleme rolü sebebiyle nistagmus da eşlik edebilir (25). Vestibüler atakside, ekstremitate ataksisi hiçbir şekilde gözlenmez ve derin tendon refleksleri normal kabul edilir (21).

Vestibüler ataksi, medüller inme ve Multiple Skleroz gibi merkezi sebeplerin yanı sıra; menier, hidrops, iyi huylu paroksizmal vertigo ya da vestibüler nörit gibi periferik vestibüler hastalıklar sebebiyle de gelişebilir.

2.2.3. Frontal Ataksi

Frontal ataksi veya diğer adı ile yürüme ataksisi, nöroloji pratiğinde iyi bilinen bir klinik tablodur. Frontal ataksi, geniş destek yüzeyinde, gövde dik pozisyonda kararsız yürüyüş ile karakterize olup düşmeler yaygındır. Destek kullanıldığında bile, hasta gövdesini hiperekstansiyona alma eğilimi gösterir. Hastanın bacakları yürüme sırasında makaslama eğilimindedir ve bacaklar ile gövde arasında inkoordinasyon vardır.

Frontal atakside, duyuusal veya diğer serebellar bulgular gözlenmez. Genellikle medial frontal lobun disfonksiyonu, özellikle medial bifrontal hasara bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (18).

2.2.4. Serebellar Ataksi

Serebellum ve/veya serebellumun afferent ve efferent bağlantılarını etkileyen lezyonlara bağlı ortaya çıkan ataksi tipidir. Serebellum spesifik fonksiyonel alanlara bölünerek incelenebilir (26). Orta hat yapıları, vermis ve flokkulonodüler lobu etkileyen lezyonlar, vücudun aksiyel yapılarını etkileyen gövde ataksisi, titübasyon, yürüyüş ve denge anomalileri gibi bilateral semptomlara yol açar. Dizatri ve

nistagmus da bu patolojilere bağlı olarak gözlenebilir. Hemisferleri etkileyen lezyonlarda ise, primer olarak ipsilateral ekstremite semptomları gözlemlenir (11).

Serebellar ataksi, spinoeserebellar ataksi ve Friedreich ataksisi gibi kalıtsal ataksilerin yanı sıra; kronik alkolizm, paraneoplastik serebellar dejenerasyon, pontoserebellar köşe tümörleri ve Multiple Skleroz gibi hastalıklarda da görülebilir.

2.3. Atakside İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması (International Classification of Functioning, Disability and Health- ICF)

ICF, sağlık ve sağlıkla ilgili durumların tanımlanması ve değerlendirilmesi için ortak, standart bir dil ve çerçeve oluşturmak amacıyla, Dünya Sağlık Örgütü tarafından geliştirilmiş uluslararası bir sınıflandırma sistemidir (27). ICF modeli temel olarak üç bileşenden oluşmakla birlikte, iki alt bileşen olan çevresel ve kişisel faktörler de sınıflandırma kapsamında ele alınmaktadır;

Vücut işlev ve yapı bozuklukları: Vücut sistemleri (fizyolojik ve psikolojik işlevler) ve anatomik kısımlarındaki kayıp ya da bozukluklardır.

Aktivite kısıtlılıkları: Kişinin aktiviteleri gerçekleştirirken karşılaştığı zorluklar.

Katılım kısıtlılıkları : Yaşam durumlarında kişinin karşılaşılabileceği zorluklar.

Çevresel faktörler: Kişilerin içinde bulunduğu fiziksel, sosyal ve düşüncesele çevrelere ait faktörlerdir.

Kişisel faktörler: Kişilerin cinsiyet, yaş, eğitim, davranış şekilleri, kişiliği ve psikososyal durumu gibi çeşitli faktörleri içerir (27).

2.3.1. Serebellar Atakside Vücut İşlev ve Yapı Bozuklukları

Dismetri

Dismetri, hareketin doğru olmayan amplitüd ve yanlış yerleştiren kuvveti ile kendini gösteren, kas gücünün zamanlamasındaki bozukluktur. Hareket aşırı ölçüde/hedefi aşan (hipermetri) yada hareket yetersiz ölçüde/hedefe ulaşmayan (hipometri) şekilde gözlemlenebilir (28). Hipermetrik hareketler daha çok küçük,

hızlı, hedefe yönelik hareketlerde ve postüral düzeltmelerde; hipometrik hareketler ise küçük amplitüdümlü yavaş hareketlerde daha belirgindir (12). Dismetri, daha çok distal eklemlerde olmak üzere proksimal eklemlerde de görülebilir (29).

Dismetrinin altında yatan mekanizma olarak, agonist ve antagonist kaslar arasındaki ilişki ve agonist kasların kontraksiyon süresindeki bozukluklar işaret edilmektedir (30, 31). Üç fazda gerçekleşen kas kontraksiyonlarındaki (agonist/antagonist/agonist) ilk agonist kontraksiyonun serebellar lezyona bağlı olarak süresinin uzaması sonucu ortaya çıkan kontrol kaybı ile hareketin düzgünlüğü bozulur (32).

Tremor

Bir eklem etrafındaki agonist ve antagonist kasların alternatif kontraksiyonları ile ortaya çıkan salınım hareketidir. Serebellar ataksilerde görülen tremor istirahatte değil, ekstremitenin hareketi sırasında ortaya çıkar ve intensiyonel-kinetik veya hedef odaklı tremor olarak adlandırılır. Daha çok hareketin son noktasında gözlemlendiği için son nokta tremoru olarak da adlandırılır. Görsel ipuçları kullanıldığında tremor en şiddetli halini alır (33). Bu durum hareketin yavaşlama fazının kontrolündeki zorluk ile ilişkilendirilir.

Bazı özel olarak isimlendirilmiş kinetik tremor tipleri;

Postüral gövde tremoru, daha çok kişi oturmadan ayağa kalktığı sırada ortaya çıkar. Bu durum, agonist/antagonist kasların istemli postüral kokontraksiyonlarındaki bozukluk ve tüm vücudu içeren düzeltici hareketlerin etkilenmiş olmasından kaynaklanır (34). Daha çok anterior serebellar bölgeyi etkileyen lezyonlar sonucu gözlenir.

Titubasyon; vermis lezyonu sonrası baş ve üst gövdeyi etkileyen tremordur.

Postüral tremor; ekstremitenin verilen pozisyonda tutulması istendiğinde ortaya çıkan tremordur (26).

Dissinerji

“Hareket ayrışması” olarak da adlandırılan dissinerji; agonist, antagonist ve diğer sinerjist kaslar arasındaki koordinasyon kaybına bağlı olarak, normalde yumuşak geçiş ve sıralı performans gösteren eylem komponentlerinin yokluğudur.

Çoklu eklem hareketlerinin segmental komponentlerinin göreceli zamanlamasında hata oluşur. Serebellum; görsel hedeflere yönelik yapılan çoklu eklemlerin katılımını içeren hareketlerin programlanması, başlatılması ve sürdürülmesinde görev alır. Bu görevlerdeki aksaklık, çoklu eklemlerin katılımını içeren hareketlerde inkoordinasyona yol açar (35, 36). Serebellar disfonksiyonu olan kişiler, eklem komponentlerini birbirinden bağımsız olarak yapar ve “ayrışmış” hareketi gerçekleştirir. Kişiler, ekstremitenin daha distalindeki hareketleri yaparken ortaya çıkan kuvvetlere karşı proksimal eklemleri stabilize etme fonksiyonunu gerçekleştiremez (28).

Disdiadokokinezi

Hızlı alternatif hareketleri gerçekleştirmede zorluktur. Ön kolun pronasyonu/supinasyonu veya tekrarlı ayak bileği dorsi fleksiyon/plantar fleksiyonunda olduğu gibi hızlı alternatif hareketlerde ortaya çıkan düzensiz paternleri tanımlar. Hareketler beceriksiz ve yavaştır. Her tekrarda oluşan kuvvet değişkendir. Kişi hareketi yapmakta ısrarcı olursa, hareketin bozukluğunda artış olur ve hareket için gerekli olan amplitüdün çok üstünde yanlış bir yer değiştirme olur (28, 37).

Rebound Fenomeni

“Kontrol yoksunluğu”, agonist-antagonist ilişkideki disfonksiyona özellikle de hareketi durdurma disfonksiyonuna bağlı olarak ortaya çıkar. Bazı araştırmacılar bu fenomeni, antagonist cevaptaki gecikmeye sebep olan hipermetrinin bir formu olarak tanımlamaktadır (12).

Hipotoni

Pasif harekete karşı oluşan dirençteki azalma olarak tanımlanmaktadır. Serebellar lezyon sonrası, motor korteksin bazı nöronlar üzerine olan deşarjını azaltmasıyla ortaya çıkan arka plandaki spinal internöronların tonik aktivitelerindeki değişiklikler hipotoninin altında yatan mekanizma olarak kabul edilebilir (38). Kas içiğinin dinamik cevaplarındaki kayıplar, kas içiğini gerilmeye daha az duyarlı hale getirmektedir. Hastalar kassal “katılığı” arttırmakta zorlanır. Hipotoni,

genellikle lezyon sonrası akut dönemde gözlenir ve birkaç hafta içerisinde kaybolmaktadır. Nadiren kronik dönemde de görülmektedir (12, 37).

Nistagmus

Gözlerin salınımsal/iniş çıkışlı ritmik hareketleridir. Aslında vestibüler disfonksiyonun bir işareti olan nistagmus, serebellumun flokkulonodüler lobunu etkileyen lezyonlar sonrasında da görülebilir. Unilateral lezyonlarda osilasyon yapan göz lezyon tarafına deviyedir (28).

Dizartri

Artikülasyon bozukluğu olan dizartride konuşmanın dilbilgisi sembolleri normal olup mekanik özellikleri bozulmuştur. Kelimelerin kötü telaffuzu ve hecelerin uzaması ile karakterizedir. Konuşmanın normal akıcılığı kaybolmuştur ve sarhoşvari bir konuşma mevcuttur. Dil ve dudak kasları gibi oral kaslardaki koordinasyon kaybı söz konusudur (28).

Postür ve Yürüyüş Bozuklukları

Serebellar atakside çok yaygın olarak görülen postür ve yürüyüş problemleri, günlük yaşam aktiviteleri sırasında en fazla engel yaratan bozukluklardır (39). Anterior lob, vermis ve birbirine bağlı fastigial çekirdeği etkileyen lezyonları olan kişilerde baş ve gövdeyi etkileyen artmış postüral salınımlar söz konusudur. Bu salınımlar daha çok antero-posterior yöndedir. Medio-lateral yöndeki instabilite ise, postüral bir pertürbasyon sonrasında veya adım atarken mevcut duyuşal girdilerdeki değişikliklere bağlı olarak görülebilir (40, 41). Vestibuloserebellar lezyonu olan hastalar tüm yönlerde artmış postüral salınımlar gösterir. Vestibuloserebellar lezyonu olan hastalarda gözlerin kapalı olması, postüral salınımlara sadece minimal düzeyde etki eder (42).

Anterior lob, otomatik postüral düzeltmelerin modülasyonunda önemli rol oynar. Bu nedenle anterior lob lezyonu olan hastalarda ani ve beklenmeyen hareketlerde oluşturulan hipermetrik cevaplar instabiliteye yol açar (43). Bu durum, yanıtın doğru boyutunu ayarlamadaki yetersizliği yansıtır. Bununla birlikte, sağlıklı bireylere benzer şekilde serebellar ataksisi olan kişilerde tekrarlanan durumlarda

postüral yanıtın boyutunu azaltabilir ve tepki büyüklüğünü pertürbasyon boyutundaki beklenen değişime uygun olarak değiştirirler, fakat yine de ortaya çıkan cevabın boyutu yükselmiştir (43, 44).

Serebellar lezyonlarda, postüral cevaplarda ve hazırlayıcı postüral düzeltmelerde bozukluklar tanımlanmıştır. Örneğin, hazırlayıcı postüral düzeltmeler ve isteğe bağlı hareketler arasındaki zamansal koordinasyon bozulmuştur. Bu hazırlayıcı düzeltmelerin eksikliği, istemli hareketler sırasında denge kaybına yol açar; örneğin parmak ucunda ayağa kalkmadan önce öne eğilmemesi, kişinin kendisini geriye doğru itmesine yol açar (45).

Serebellar ekilenimi olan hastalar, geniş destek yüzeyinde yürüyüşe sahiptir. Bu yürüyüş, sendelemeler, düzensiz adımlar ve laterale doğru yönelmeler ile karakterizedir. Dengede karşılaşılan problemler, serebellar sendromların çoğunun ilk semptomlarıdır. Serebellar atakside, yürüyüşün dengesizliği açık bir şekilde gözlenebildiği gibi, hasta yürürken veya otururken aniden durduğunda, yürürken aniden döndüğünde daha belirgin olabilir (46).

Hastalar yürüyüşte sıklıkla kendilerini güvensiz hisseder ve duvar veya mobilyaları tutmak zorunda kalır (21). Denge ve yürüyüş problemleri, serebellar atakside görülen düşmelere yüksek oranda katkıda bulunur. Bununla birlikte, düşmelerin nedenleri genellikle multifaktöriyeldir ve serebellar disfonksiyonda düşme etyolojisinde içsel ve dışsal (çevresel) faktörlerin göreceli katkısı açıklığa kavuşturulamamıştır (47).

Dengedeki primer problemlerin yürüyüş üzerine doğrudan ve belirgin bir etkisi olmasına rağmen, alt ekstremitayı etkileyen dismetri ve dissinerji de yürüyüş sırasındaki dinamik dengeyi etkileyebilir (48).

Serebellar etkilenimi olan bireylerde yürüyüş, çift destek süresinde artış, ekstremiteler arası zayıf koordinasyon ve destek yüzeyinde artış olmasa bile adım genişliği ve bireysel eklem kinematiklerinde artmış değişkenlik gösterir (49, 50).

Yorgunluk ve Kuvvet Kaybı

Serebellar disfonksiyonun bir özelliği olarak spesifik olmayan kas zayıflığı tanımlanmıştır. Bu, geniş ve derin lezyonlarla daha sık görülür ve proksimal kas gruplarında daha belirgindir (19).

Yorgunluk, serebellar etkilenimin doğrudan bir sonucu olmamakla birlikte birçok hastada sıklıkla akut dönemde görülmekte ve ilerleyen süreçte etkisi azalmaktadır. Buna rağmen, kronik serebellar patolojileri olan bireylerde de görülebilmektedir (39).

Kognitif Bozukluklar

Serebellar etkilenimi olan bireylerde, bozulmuş yürütme ve görsel mekansal algılama becerisi, agramatizm ve uygunsuz davranışlar bildirilmiştir. Serebellar etkilenimi olan bireylerde en sık görülen nöropsikiyatrik belirtiler; dikkat dağınıklığı, perseverasyon, dikkat geçişlerinde güçlük, düşünmeden harekete geçme eğilimi, anhedoni ve pasifliktir. Bu regulasyon bozuklukları, esas olarak vermis ve fastigial nükleusu içeren "limbik serebellum" u etkileyen lezyonlarda görülür (51, 52).

Otonomik Bozukluklar

Serebellumun beyindeki otonomik merkezlerin aktivitesini ayarlama görevi nedeniyle, serebellar etkilenimi olan hastaların bazılarında otonomik bozukluklar görülebilir. Bu kişiler, istemli hareketlere karşı pupil dilatasyonu, yüz kızarması, hiperventilasyon veya bradikardi gibi anormal vazomotor yanıtlar gösterir. Multi sistem atrofisi (MSA) veya spinoserebellar ataksilerde yaygın olarak gözlenen otonomik bozukluklara kıyasla, serebellar ataksideki bozulmuş otonomik kontrolün bu bulguları genellikle göz ardı edilir (39).

2.3.2. Serebellar Atakside Aktivite ve Katılım Limitasyonları

İletişim Problemleri

Serebellar ataksili bireylerde, dizartri sonucu konuşmanın anlaşılabilirliğindeki azalmaya bağlı olarak iletişim problemleri yaygın olarak görülebilmektedir (53). Yapılan çalışmalarda iletişimsel katılımın yalnızca konuşma işlevine değil, aynı zamanda fiziksel yetenek, mobilite ve yorgunluk gibi faktörlere de bağlı olduğu ve bu semptomların iletişim, kişiler arası etkileşimler ve ilişkiler üzerindeki olumsuz etkileri ortaya konmuştur (54, 55).

Konuşma problemleri tek başına serebellar ataksili bireyler için büyük bir endişe kaynağı olmayabilir, ancak iletişimsel katılım bireylerin hayatlarını sürdürebilmeleri için olmazsa olmazdır. Bağımlılık, stres ve zaman baskısı gibi zor koşullar düşünüldüğünde, iletişim bir insanın hayatını kontrol altına alabilmesi için kaçınılmazdır (55).

Genel ve Enstrümental Günlük Yaşam Aktivitelerinde Kısıtlılıklar

Kişisel günlük yaşam aktiviteleri; tuvalet, giyinme, yemek yeme, kişisel bakım, ambulasyon ve banyo yapma gibi aktiviteleri içerirken; enstrümental günlük yaşam aktiviteleri ise iletişim, alışveriş, ulaşım, temizlik ve çamaşır yıkama gibi daha karmaşık aktiviteler içermektedir. Enstrümental günlük yaşam aktiviteleri daha yüksek bir merkezlerden gelen emirlerle ilgili faaliyetleri içermesi ve daha kompleks aktiviteler olmaları sebebiyle, kişisel günlük yaşam aktivitelerinden daha fazla engelliliğe ve bağımsızlık kaybına yol açmaktadır (56). Bu sebeple, kişisel günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız olan serebellar ataksili bireyler, enstrümental günlük yaşam aktivitelerinde başkalarına bağımlı olabilmektedir. MS'li bireylerde yapılan çalışmalarda, bireylerin %52'si kişisel günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızken, yalnızca %30'u enstrümental günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız olduğu ortaya konmuştur (57). Serebellar atakside çok yaygın olarak görülen postür ve yürüyüş problemleri günlük yaşam aktiviteleri sırasında en fazla engel yaratan bozukluklardır (39).

Düşme

Günümüzde, serebellar ataksilerin tedavisinde yalnızca hastalığın fonksiyonel sonuçlarını ve komplikasyonlarını önlemeyi amaçlayan başta fizyoterapi yaklaşımları olmak üzere bazı destekleyici tedavi seçenekleri kullanılmaktadır. Bu önemli sonuçlardan birisi de, yıkıcı fiziksel ve duygusal sonuçları olan düşmelerdir (58). Literatürde, Parkinson hastalığı, ilerleyici supranükleer palsi ve nöromusküler hastalıklar gibi bir çok nörolojik hastalıkta düşmeler yaygın olarak araştırılmıştır. Fakat, serebellar ataksi hastalarında düşmeler hakkında yapılan çalışmalar az olduğu için çok az şey bilinmektedir.

Hereditör serebellar ataksili bireylerde yapılmış olan en kapsamlı çalışmada bireylerin %74'ünün son 12 ayda en az bir düşmesi olduğu ortaya konmuştur. Bireylerin çoğunda düşmeler hastalığın erken aşamalarında (çoğunlukla hastalığın ilk iki yılında) gözlenmiş olup bireylerin %10'unda ise ortaya çıkan ilk bulgudur (59). Hastaların çoğunluğu anterior-posterior yönde düşmüştür; bu durum, serebellar ataksili hastaların gövde salınımını inceleyen çalışmalarda ayakta duruş ve yürüme aktiviteleri sırasında daha fazla anterior-posterior yönde instabilite olmasını desteklemektedir (60).

Çalışmalar, düşmelerin serebellar ataksi hastalarında (ciddi) yaralanmalar ve ileride düşme korkusu nedeniyle sıklıkla faaliyetlerden kaçınma, sosyal katılımda azalma gibi önemli sonuçları olduğunu göstermektedir (59).

Toplumsal Katılımda Azalma

Toplumsal katılım sadece bir görevi yerine getirme kapasitesi açısından değil, aynı zamanda iyilik hali ve yaşam memnuniyeti için de önemlidir (61). Serebellar ataksi ile yaşayan kişiler, hem bireysel hem de kombinasyon olarak, istihdam, ev işleri, sosyal etkileşimler gibi çeşitli yaşam alanlarına katılımı sınırlayabilen çeşitli duyuşsal, fiziksel, duyuşsal ve bilişsel bozukluklarla yaşamayı ve bunları yönetmeyi öğrenmelidir. Bu bozukluklar arasında ayrıca mobilite bozuklukları, yorgunluk, duyuş durum değışiklikleri ve depresyonun yanı sıra hafıza, dikkat ve yürütücü fonksiyonlarla ilgili ilişkili kognitif bozukluklar bulunmaktadır (62).

Sosyal katılım, başarılı bir iyileşmenin en önemli ve amaca uygun sonuçlarından biri olarak düşünülür (63). Bu sebeple uygun rehabilitasyon yaklaşımları, hastaların bağımsızlığını arttırmayı ve topluma yeniden entegrasyonu teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Toplumsal katılım, topluma yeniden entegrasyon başarısı için kritik olmasına rağmen bu alandaki literatür yetersiz kalmaktadır. Egzersizin toplumsal katılım üzerindeki etkisini açıklayabilecek bir takım mekanizmalar vardır. Egzersizler; mobilite, endurans, dengenin geliştirilmesi, yorgunluğun azaltılması ile bireylerin toplumsal aktivitelere katılımını desteklerler. Benzer şekilde fiziksel aktiviteyi geliştiren yaklaşımlar da iyilik halinin artırılması, depresyonun azaltılması gibi ikincil etkileri sayesinde toplumsal katılımı destekleyebilir. Dolayısıyla egzersiz,

fiziksel bağımsızlığı arttırmaya ve yaşam kalitesini yükseltmeye yardımcı olan çok gerçek bir koruma fonksiyonuna sahiptir (64).

Yaşam Kalitesinde Azalma

Sağlıkla ilgili yaşam kalitesi (SİYK); fiziksel sağlık ve semptomlar, psikososyal faktörler ve psikiyatrik koşullar da dahil olmak üzere, sağlık durumundan etkilenen yaşam veya fonksiyonun yönlerini içeren çok boyutlu bir yapıdır. SİYK, hastalığın etkilerini fiziksel bozukluk veya engellilik seviyelerinden daha ayrıntılı değerlendirilmesini sağlar (65).

Serebellar ataksiye sahip kişiler, genel popülasyondaki insanlardan ve diğer birçok kronik hastalığa (HIV/AIDS veya inme gibi) sahip insanlardan daha düşük sağlıkla ilgili yaşam kalitesine sahiptir. Mental ve psikolojik boyutlar nispeten daha düşük oranda etkilenirken, bu durum yaşam kalitesinin fiziksel boyutlarında özellikle belirgindir (66).

Friedreich ataksili bireylerde yapılan bir çalışmada, şiddetli hastalığı olan kişilerin, fiziksel fonksiyonlar dışında, hafif veya orta derecede hastalığı olanlardan daha kötü bir yaşam kalitesine sahip olmadıkları görülmüştür. Bu durum, hafif hastalığı olan kişilerin yaşam kalitelerini daha ağır hastalığı olanlarla çok farklı algılamaması, hastalık tanısı almanın yaşam kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum, klinisyenlerin rehabilitasyon yaklaşımları süresince dikkate almaları gereken önemli bir bulgudur (67).

ICF'ye göre serebellar ataksi sonrası vücut işlev ve yapı bozuklukları ile aktivite ve katılım kısıtlılıkları, Tablo 2.2.'de özetlenmiştir.

Tablo 2.2. Serebellar ataksida vücut işlev ve yapı bozuklukları ile aktivite ve katılım kısıtlılıkları.

Vücut İşlev ve Yapı Bozuklukları	Aktivite ve Katılım kısıtlılıkları
Dismetri	İletişim problemleri
Tremor	Temel ve enstrümental günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılıklar
Dissinerji	Düşme
Disdiadokokinezi	Yaşam kalitesinde azalma
Rebound fenomeni	Toplumsal katılımında azalma
Hipotoni	
Nistagmus	
Dizartri	
Postür ve yürüyüş bozuklukları	
Yorgunluk ve kuvvet kaybı	
Kognitif Bozukluklar	
Otonomik Bozukluklar	
Postüral kontrol bozuklukları	

ICF'nin bağlamsal etmenleri olan kişisel ve çevresel etmenler, bireylerin katılımı üzerine pozitif (kolaylaştırıcı) veya negatif (bariyer) yönde etkileyebilir. Kişisel etmenler; daha çok hastalığa ait semptomlar ve kişilikle ilgili emosyonel durum, cinsiyet, yaşam biçimi gibi durumlardan oluşmaktadır. Çevresel etmenler ise; diğer kişilerin tutum ve davranışları, çevrenin fiziksel özellikleri ve özel ihtiyaçları olan bireylere toplumsal desteğin durumu, devlet politikaları ve teknolojik destekler gibi durumlardan oluşmaktadır. Bu etmenlerin bireye özgü olduğu dikkate alınmalı ve buna göre stratejiler tanımlanmalıdır (55).

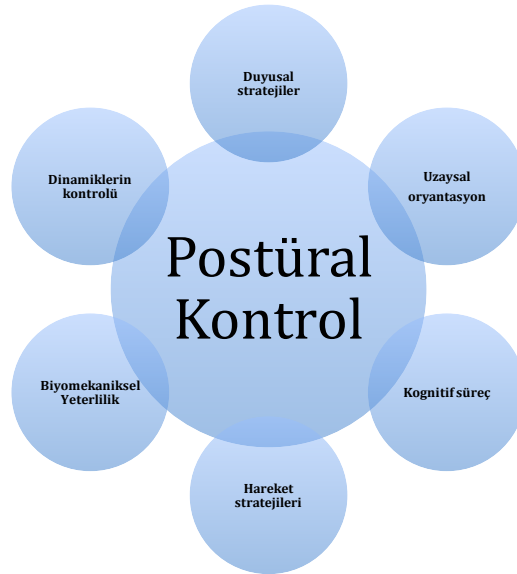
2.4. Postüral Kontrol

Postüral kontrol, stabilite ve oryantasyon amacıyla vücut pozisyonunun uzayda kontrol edilmesidir. Postüral kontrol, çoklu sensorimotor süreçlerin etkileşiminden türetilmiş karmaşık bir motor beceri olarak düşünülür. Postüral stabilite ve postüral oryantasyon olmak üzere iki bileşeni vardır (68).

Postüral oryantasyon, bir görev sırasında vücut segmentlerinin birbiriyle ve çevre ile vücut arasındaki uygun ilişkiyi devam ettirebilme yeteneğidir. Postüral oryantasyon, yer çekimi, destek yüzeyi, görsel çevre ve iç referanslara göre vücut düzgünlüğü ve tonusun aktif kontrolüdür. Postüral kontrolün uzaysal oryantasyonu, somatosensoriyel, vestibüler ve görsel sistemlerden gelen duyuusal bilgilerin yorumlanmasına dayanır.

Postüral stabilite, diğer adıyla denge, vücudun ağırlık merkezini destek yüzeyi içerisinde tutabilme yeteneğidir. Postüral stabilite, hem internal hem de eksternal olarak tetiklenen bozulmalar sırasında vücudun ağırlık merkezini stabilize etmek için sensorimotor stratejilerin koordinasyonunu içerir (68).

Postüral kontrol için önem taşıyan altı önemli kaynak Şekil 2.1.'de gösterilmektedir. Bu kaynakların herhangi birinde veya bir kaçından oluşan kombinasyonundaki bozukluk postüral kontrolde yetersizliğe yol açmaktadır. Bu kaynakların herhangi birindeki bozukluk, denge bozukluklarına ve düşme insidansının artmasına yol açabilir.



Şekil 2.1. Postüral kontrolün kaynakları.

Biyomekaniksel Yeterlilik

Dengede en önemli biyomekaniksel kısıtlılık, destek yüzeyinin genişliği ve kalitesidir. Ayak bileğindeki ağrı, kuvvet, eklem açıklığı veya kontrolündeki herhangi bir limitasyon, dengeyi etkiler (69). Vücudun ağırlık merkezinin destek yüzeyine uygun şekilde kontrol edilmesi normal biyomekaniksel özellikler gerektirir. Ayakta duruşta, stabilite limitleri koni şeklindedir. Merkezi sinir sisteminde (MSS) bu stabilite konisinin temsili bulunur ve MSS bu bilgiyi dengeyi sürdürmek için kullanır. Denge bozuklukları olan bireylerde, bu stabilite konisi genellikle çok küçüktür ya da merkezi temsilde bozukluk mevcuttur. Her iki durumda da dengenin sağlanması için gerekli olan hareket stratejilerinin seçimini etkiler (68).

Hareket Stratejileri

Stabilitenin geri kazanımı için destek yüzeyindeki değişikliklere cevap olarak açığa çıkan stratejilerdir. Hareket stratejilerinin üç temel tipi, ayakta duruş pozisyonunda dengeyi geri kazanmak için kullanılır, iki stratejide ayaklar yerinde tutulurken, diğer stratejide kişi adım alırken ve bir şeye uzanırken destek yüzeyi değiştirilir (70).

Ayak bileği stratejisi, sağlam bir yüzeyde ayakta dururken dengenin sağlanması için kullanılan, vücudun ayak bileği üzerinde esnek bir ters sarkaç benzeri hareket ettiği küçük miktarlarda salınım hareketleridir.

Kalça stratejisi, yeterli ayak bileği momentine izin vermeyen dar veya yumuşak yüzeylerde ayakta dururken yada ağırlık merkezinin hızla hareket ettirilmesi gerektiğinde kullanılan vücudun ağırlık merkezinin hızlıca hareket ettirilmesi için vücudun kalçalara tork uygulamasıdır (71). Dengeyi sürdürmek için ilk iki strateji yetersiz kaldığında adım alma stratejisi devreye girer.

Adım alma stratejisi, destek yüzeyi ve vücudun ağırlık merkezi arasındaki uyumu geri kazanmak için ortaya çıkan adım alma ya da sıçrama hareketidir. Ağırlık merkezini destek yüzeyinin dışına çıkmasına sebep olan eksternal pertürbasyonlara bağlı ortaya çıkar.

Duyusal Stratejiler

Somatosensoryel, görsel ve vestibüler sistemlerdeki duyuusal bilgiler karmaşık duyuusal çevreleri yorumlamak için birleştirilmelidir. Kişi bulunduğu mevcut duyuusal çevreyi değiştirdiği zaman, duyuların her birine bağımlılığını yeniden yapılandırması gerekir. Sağlıklı kişiler iyi aydınlatılmış ortamda, sert bir zeminde ayakta dururken, somatosensoryel (% 70), görme (% 10) ve vestibüler (% 20) bilgilere güvenirler. Ancak kişiler stabil olmayan bir yüzeyde durduğunda; postüral oryantasyon için somatosensoryel girdilere bağımlılığını azaltırken, görme ve vestibüler bilgilerin duyuusal ağırlılığını arttırırlar (72).

Duyusal şartlara bağlı olarak duyuusal bilgilerin ağırlılığının yeniden yapılandırılması yeteneği stabilitenin sürdürülebilmesi için önemlidir. Örneğin, iyi aydınlatılmış kaldırımdan, loş ışıklı bir bahçeye doğru yürürken olduğu gibi. Periferik vestibüler kayıp veya nöropatiden kaynaklanan somatosensoryel kaybı olan kişiler, postüral duyu bağımlılığını yeniden ağırlıklandırma yeteneğinde sınırlıdır ve bu nedenle, bu kişiler belirli duyuusal şartlarda düşme riski altındadır.

Uzaysal Oryantasyon

Vücut parçalarını yer çekimi, destek yüzeyi, görsel çevre ve iç referanslara göre yönlendirme yeteneği, postüral kontrolün kritik bir bileşenidir. Sağlıklı sinir sistemi, şartlara ve göreve bağlı olarak uzayda vücudun nasıl yönlendirildiğini otomatik olarak değiştirir. Örneğin, bir kişi yatay pozisyona kadar gövdesini destek yüzeyine dik olarak yön verebilir ve daha sonra postürünü yerçekimine göre yönlendirir. Sağlıklı kişiler karanlık bir ortamda yerçekimsel dikeyliği 0,5° dereceye kadar tanımlayabilir. Çalışmalar, dikeylik ya da diklik algısının çoklu sinirsel temsilleri olduğunu ortaya koymuştur (73). Dikeyliğin eğik veya yanlış içsel temsili yerçekimi ile hizalanmayan otomatik postüral dizilime neden olur ve bu nedenle kişinin dengesini kararsız kılar.

Dinamiklerin Kontrolü

Yürüme sırasında ve bir postürden diğerine geçiş sırasındaki denge kontrolü, vücudun ağırlık merkezinin karmaşık kontrolünü gerektirir. Sabit ayakta duruşun aksine, sağlıklı bir kişinin ağırlık merkezi yürüme ya da bir postürden diğerine geçiş sırasında destek yüzeyinin içinde değildir (74). Yürüyüş sırasındaki anterior postüral stabilite, salınım yapan kollar ile sağlanır; lateral stabilite, lateral gövde kontrolü ve ayağın laterale yerleştirilmesi ile sağlanır (75). Düşme eğiliminde olan yaşlı kişilerde, genellikle ağırlık merkezinin normalden daha fazla laterale sapması ya da ayağın yanlış yerleştirilmesi söz konusudur (76).

Kognitif Süreç

Postüral kontrolde birçok kognitif kaynak gerekmektedir. Destekli oturan kişilerle karşılaştırıldığında ayakta duruş pozisyonunda artmış reaksiyon sürelerinden de görülebileceği gibi, sessizce ayakta durmada bile kognitif süreçlere ihtiyaç duyulmaktadır. Postüral görev ne kadar zor ise, daha fazla kognitif süreç gerekir. Bu nedenle, kognitif bir görevdeki reaksiyon zamanı ve performans, postüral görevin zorluğunun artmasıyla gerilemektedir (77).

Postür kontrol ve diğer kognitif süreç gerektiren görevler, bilişsel kaynakları paylaştığından, postüral görevlerin performansı da bu ikincil kognitif görev tarafından bozulmaktadır. Nörolojik bozukluklara bağlı olarak sınırlı kognitif işleme sahip olan kişilerin, postürü kontrol etmek için mevcut bilişsel işlemlerinden daha fazlasını kullanmaları gerekir. İkincil kognitif bir görevle meşgul olduklarında postüral kontrole yetersiz kognitif süreç aktarmaları sonucu düşmeler görülebilmektedir (78).

2.5. Serebellar Atakside Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

2.5.1. Serebellar Atakside Değerlendirme

Rehabilitasyon yaklaşımlarının başarısı için serebellar ataksilerde değerlendirme ve elde edilen sonuçların doğru bir şekilde analiz edilmesi çok önemlidir. Serebellar ataksilerde klinik ölçümler, kişisel geri bildirimle dayalı

ölçümler ve laboratuvar ölçümleri gibi birçok değerlendirme yöntemi vardır. Kullanılan bu değerlendirmeler, ICF çerçevesi içinde ele alınacaktır.

2.5.2. Vücut İşlev ve Yapı Bozukluklarının Değerlendirilmesi

Klinikte hareket inkoordinasyonunun altında yatan mekanizmaları yansıtan bir dizi test kullanılır. Bu testler, ataksinin temel klinik işaretleri için özel olarak dizayn edilmiştir ve klinisyenlere hareket problemleri için tanımlayıcı bir tablo oluşturmayı hedeflemektedirler.

Dismetri ve Tremorun Değerlendirilmesi

Üst ekstremitede dismetri ve tremorun değerlendirilmesi için, kişi kolunu uzamış pozisyona getirerek (dirsek ekstansiyonu) işaret parmağı ile terapistin işaret parmağına dokunmaya çalışır. Terapistin kolu horizontal olarak yer değiştirirken, hızlı cevap için teşvik edilen kişi takip etmeye çalışır. Alternatif olarak, kişi hızla kendi burnuna ve terapistin işaret parmağına ardışık olarak dokunur. Hareketin başlatılmasındaki herhangi bir gecikmenin yanı sıra, son nokta tremoru ve dismetri kaydedilir. Eğer mümkünse test ayakta duruş pozisyonunda yapılır, bu sayede kol hareketleri sırasındaki postüral stabilizasyona bağlı ortaya çıkabilecek problemler kaydedilir (28).

Alt ekstremitede dismetri ve tremorun değerlendirilmesi için, kişi sırtüstü pozisyonda yatarken, bir bacağının topuğunu diğer bacağının tibiasının proksimalinin üzerine yerleştirir ve distale doğru kaydırır. Topuğu yerleştirirken ve hareketi gerçekleştirirken son nokta tremoru ve dismetri kaydedilir.

Kişinin topuğunu dizine yerleştirirken kullandığı metot ise, dissinerji komponentini gösterebilir. Ekstremiteyi tek bir sinerji halinde fleksiyona almak yerine, kalça ve diz fleksiyonlarından önce birini, sonra diğerini yapmayı tercih eder (28).

Disdiadokokinezinin Değerlendirilmesi

Disdiadokokinezi varlığının tespiti için, kişi elini sağlam ve uygun olan bir yere koyar (masa gibi) ve ardışık olarak avuç içi yukarı ve aşağı gelecek şekilde hızlı bir şekilde elini yerleştirir (önkolun hızlı bir şekilde pronasyon ve supinasyonu).

Serebellar disfonksiyonu olan kişi, hareketi yavaş ve pronasyon-supinasyonu abartılı şekilde yapar ve alternatif hareketler arasında geçişleri yaparken zorlanır. Bu fenomen, hareketi başlatmaktaki zorluk ve hareketin sonundaki dismetri ile açıklanır (45).

Rebound Fenomeninin Değerlendirilmesi

Terapist, kişinin dirseğini 90 derece fleksiyonda tutarak, dirsek fleksörlerinin kuvvetli bir izometrik kontraksiyonunu sağlar ve aniden uyguladığı direnci bırakır. Normalde ön kolun serbest bırakılmasının ardından, minimal amplitüdeki yer değiştirmeyi takiben başlangıç pozisyonuna dönmesi beklenir. Serebellar disfonksiyonu olan kişide ise, ön kolun hareketi kontrolsüz olarak devam eder. Eğer terapist önlem almazsa, kişi eliyle kendine oldukça sert bir şekilde vurabilir. Yapılan EMG çalışmalarında terapistin uyguladığı kuvvet bırakıldıktan sonra, biceps braki kasındaki aktivitenin devam ettiği ve trisepsin gecikmiş aktivasyonu gösterilmiştir. Bicepsin sessiz periyoda girişinin gecikmesi, trisepsin aktive olmasına engel olmuştur (79).

Asteni/Hipotoninin Değerlendirilmesi

Kişi kollarını 90 derece fleksiyon ya da 90 derece abduksiyona alır ve bu pozisyonu koruması istenir. Erken yorgunluk, testi pozitif yapar (80). Kişi kollarını 90 derece fleksiyonda tutar. Uzatılmış kollarda bileklere vurulur ve etkilenen ekstremiteler normalden daha geniş bir amplitüd içinde yer değiştirir ve osilasyon gösterir. Ekstremiteler sallanınca el bileğindeki salınım hareketinin sınırları normalden geniş olur (81).

Literatürde ayrıca, serebellar ataksisi olan hastaların vücut işlev ve yapı bozukluklarını değerlendirmek amacıyla özel olarak yapılandırılmış sınırlı sayıda ölçek bulunmaktadır.

Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği (UAAOÖ)

UAAOÖ; kalıtsal ataksilerde, ataksiye bağlı ortaya çıkan bozukluk düzeyini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Postür ve yürüme bozuklukları, kinetik fonksiyonlar, konuşma ve okülomotor bozukluklar olarak dört alt başlıktan oluşur.

Postür ve yürüme bozuklukları alt parametresi 7 soru 34 puandan, kinetik fonksiyonlar 7 soru 52 puandan, konuşma bozuklukları 2 soru 8 puandan ve okülomotor bozukluklar 3 soru 6 puandan oluşur. Skor aralığı 0-100 olup, skorun yükselmesi artmış hastalık şiddetini gösterir (82).

UAAOÖ ölçeğinin, ortalama uygulama süresi 20-30 dakikadır. Yapılan çalışmalarda ölçeğin, herediter ataksilerde mükemmel düzeyde geçerli ve güvenilir olduğu ortaya konmuştur (83).

Ataksi Değerlendirme ve Oranlama Ölçeği (ADOÖ)

ADOÖ, serebellar ataksilerin (Spinocerebellar, Friedreich ve sporadik ataksi) bozukluk seviyesinin kısmen nicel olarak değerlendirilmesine dayanan bir klinik ölçektir. Yürüyüş, ayakta duruş, oturma, konuşma bozukluğu, parmak takibi, parmak-burun testi, hızlı alternatif el hareketleri ve topuk-tibia testi olarak 8 maddedeki performansın değerlendirildiği bir ölçektir. Skor aralığı 0-40 olup, skorun yükselmesi artmış hastalık şiddetini gösterir (84).

ADOÖ ölçeğinin, ortalama uygulama süresi 15 dakikadır. Yapılan çalışmalarda ölçeğin, Spinocerebellar, Friedreich, ve sporadik ataksilerde mükemmel düzeyde geçerli ve güvenilir olduğu ortaya konmuştur (85, 86).

Kısa Ataksi Oranlama Ölçeği (KAOÖ)

Ataksi hastalarının değerlendirilmesinde sıklıkla karşılaşılan yorgunluk ve konsantrasyon kaybının azaltılması için, daha kısa sürede yapılabilecek bir oranlama ölçeği ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla üretilen Kısa Ataksi Oranlama Skalası, Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği'nin kısaltılmış versiyonudur. Postür ve yürüme bozukluklarından 1 madde, kinetik fonksiyonlardan alt ve üst ekstremitelere maddelerinden 1'er madde, konuşma ve okülomotor bozukluklar alt başlıklarından da 1'er madde olmak üzere 5 maddeden oluşmaktadır. Skor aralığı 0-30 olup, skorun yükselmesi artmış hastalık şiddetini gösterir. Friedreich ataksisi, Spinocerebellar, sporadik ve kazanılmış ataksilerde mükemmel düzeyde geçerli ve güvenilir olduğu ortaya konmuştur (87).

Modifiye Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği (MUAAOÖ)

Modifiye Uluslararası Kooperatif Ataksi Oranlama Ölçeği, UAAOÖ'ye 7 değerlendirme maddesi eklenerek genişletilmiştir. Kinetik fonksiyonlar alt başlığında 4 soru, konuşma bozuklukları alt başlığında 1 soru ve okülomotor bozukluklar alt başlığında ise 2 soru eklenmiştir. Skor aralığı 0-120 olup, skorun yükselmesi artmış hastalık şiddetini gösterir. Yapılan çalışmalarda ölçeğin, çeşitli sporadik ve kazanılmış ataksilerde mükemmel düzeyde geçerli ve güvenilir olduğu ortaya konmuştur (87).

Yürüyüşün Değerlendirilmesi

Serebellar atakside, normal yürüyüşten sapmaların ve nedenlerinin belirlenmesi, uygun rehabilitasyon yaklaşımlarının planlanması ve uygulanmasında çok önemlidir. Yürüyüşün değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler genel olarak ikiye ayrılır,

I) Teknolojik olarak geliştirilmiş yürüyüş analiz sistemleri; zaman-mesafe karakteristikleri, kinetik ve kinematik sistemleri değerlendiren ve daha çok laboratuvar ortamlarında değerlendirmeyi sağlayan çeşitli sistemlerdir. Yürüyüş parametrelerini objektif olarak değerlendiren bu yöntemler pahalı olmaları ve kullanımlarının nispeten zor olması sebebiyle daha çok bilimsel araştırmalarda kullanılır (88, 89).

II) Klinik değerlendirmeler ise, gözlemsel yürüyüş analizi ve ayak izi yöntemleri gibi uygulama kolaylıkları ve ekonomik olmaları sebebiyle klinik ortamda yaygın olarak kullanılır (88, 90).

Klinik uygulamalar kapsamında, bu değerlendirmelere ek olarak serebellar ataksili bireylerde yürüyüş sırasında değişen eksternal uyaranlara bağlı olarak kişinin dengesini değiştirme becerisini değerlendirmek amacıyla Dinamik Yürüme İndeksi de kullanılmaktadır (91).

2.5.3. Aktivite ve Katılım Limitasyonlarının Değerlendirilmesi

Dengenin Değerlendirilmesi

Serebellar ataksi hastalarında gözlenen denge kayıpları, agonist ve antagonist kaslar arasındaki sıralama ve zamanlamadaki problemler, planlama ve hareketin başlatılmasında karşılaşılan zorluklar, vücut salınımindaki artış ve düzeltici postüral ayarlamaların olmaması ile ilişkilidir. Denge ile ilişkili bozuklukların bu karmaşık yapısı, dengeyi değerlendirilmesini hem klinisyen hem de araştırmacılar için zor hale getirir (92).

Denge kayıplarının bu farklı komponentlerini göz ardı etmemek adına, serebellar ataksili hastalarda dengeyi değerlendirilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır.

Statik ve dinamik denge testleri, uygulama sürelerinin kısa ve uygulamalarının kolay olmaları sebebiyle klinikte yaygın olarak tercih edilir. Tek bacak duruş süresi, Süreli Kalk ve Yürü Testi (SKYT), Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT), 25 Metre Yürüme Testi bu testlerden bazılarıdır (92).

Performansa dayalı denge değerlendirilmesi, dengeyi değerlendirilmesi amacıyla seçilen aktiviteler sırasında, hastanın daha önceden belirlenmiş performans seviyelerine göre değerlendirilmesi esasına dayanır. Belirlenen performans seviyeleri için süre, mesafe ya da hareketin kalitesi önem kazanır (93). Berg Denge Ölçeği, Aktiviteye Özgü Denge Ölçeği ve Dinamik Yürüyüş İndeksi, dengeyi performansa dayalı değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bazı değerlendirmelerdir.

Dengenin laboratuvar testleri ile değerlendirilmesi, laboratuvar ortamında kullanılan cihazlar, dengeyi alt parametrelerinin objektif olarak değerlendirilmesini sağlamalarına rağmen, pahalı olmaları ve uygulamalarının klinik olarak pratik olmamaları sebebiyle klinikte kullanımları kısıtlıdır. Dinamik ve statik postürografi cihazları, çeşitli test seçenekleri ile denge ve postüral kontrolün objektif olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (94).

Günlük Yaşam Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

Serebellar ataksilerde günlük yaşam aktivitelerinin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntem, hem bilişsel hem de fiziksel alanları değerlendiren

Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü anketidir (95). Ayrıca Günlük Yaşam Aktiviteleri Skalası ve Barthel İndeksi de literatürde sıklıkla kullanılmaktadır (96, 97).

Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) yaptığı tanıma göre yaşam kalitesi; bireylerin yaşadıkları kültür ve değerler sistemi içinde amaçları, ilgi alanları, beklentileri ve yaşam standartları doğrultusunda yaşamın içerisindeki pozisyonlarını nasıl algıladıklarıdır (98).

Genel sağlık profilleri (SF-36 versiyon 1 ile versiyon 2) ve genel-fayda ölçümleri (EQ-5D), serebellar atakside yaşam kalitesinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (99, 100).

Toplumsal Katılım Değerlendirmesi

Özellikle sosyal fonksiyonlarda (aktivite, katılım) tedaviden beklentiler/hedefler bireyin yaşam biçimine ve isteklerine çok bağlıdır ve standardize ölçümler bunları değerlendirmede yetersiz kalırlar (101). Hedef belirleme yöntemi, rehabilitasyon yaklaşımlarının ayrılmaz bir parçasıdır; çünkü hastaları kendi hedeflerini ve önceliklerini belirlemeye teşvik etmekte ve hasta-terapist iletişimini ve koordinasyonunu desteklemektedir (102). Eğer rehabilitasyon amaçları hastanın kendisine aitse, birey daha fazla motivasyona sahip olacak ve dolayısıyla rehabilitasyon kazançlarının devam etmesi daha muhtemel olacaktır. Amaca Ulaşma Ölçeği (GAS) ve Kanada İş Performans Ölçümü, literatürde tedavi hedeflerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (103, 104).

2.5.4. Serebellar Atakside Fizyoterapi Yaklaşımları

Serebellar atakside fizyoterapi yaklaşımları, yıllar içinde çok büyük gelişim ve farklılaşmalar göstermiştir. Önceki yıllarda, serebellar disfonksiyonun yol açtığı bozuklukların giderilmesine yönelik uygulanacak fizyoterapi yaklaşımlarının etkisiz olacağı düşünülmekte, bu nedenle bozuklukların giderilmesine yönelik tedaviler yerine, yürüme yardımcıları ve ekstremitte ağırlıklarının kullanımı gibi çeşitli kompensatuar stratejilerden oluşan rehabilitasyon yaklaşımları tercih edilmekteydi (105, 106). Ancak, son yıllarda ortaya çıkan kanıtlar, serebellar hasarın varlığında

motor öğrenmenin mümkün olduğunu göstermekte ve nöral plastisiteyi desteklemeyi amaçlayan fizyoterapi yaklaşımlarının serebellar disfonksiyonu olan kişiler için uygun olabileceği görüşünü ortaya koymaktadır (107-109).

Serebellum, istemli hareketlerin koordinasyonu ve postüral kontroldeki kilit rolüne ek olarak motor öğrenme süreçlerinde de görevlidir (110-112). Serebellum, motor öğrenme sürecinde, motor kontrolde meydana gelen hataların adaptasyonu ve düzeltilmesini sağlayarak önemli bir görev üstlenmektedir (113, 114). Motor kontrolün sürdürülmesi sırasında oluşan adaptasyonlar günlük yaşamda sürekli olarak meydana gelmektedir. Bir nesneyi (örneğin, bir kalemi) tutarken kolu yeni 'uzunluğa' ve dinamiklere adapte etmek, gözlük takıldığında vestibulooküler refleksi adapte etmek ve tekrarlayan aktivitelerle ortaya çıkan kas yorgunluğuna adapte olmak gibi çeşitli görevlerin tamamının serebellar aktivite gerektirdiği görülmektedir (115). Çeşitli çalışmalarda, serebellar hasarı olan hastaların motor öğrenmenin adaptasyonel ve sıralı öğrenme komponentlerinde yetersiz olduğu ortaya konmuştur (116, 117).

Serebellar ataksi hastaları, visuomotor adaptasyon, seri reaksiyon zamanı görevleri, kuvvet alanlarına adaptasyon, ayrıca koşullu ve koşulsuz uyaranlar arasındaki aralığın kısa (≤ 400 ms) olduğu klasik koşullanma paradigmlarında olduğu gibi basit ve karmaşık motor becerilerinin öğrenilmesinde büyük oranda kayıp gösterebilirler (112, 118, 119).

Serebellar lezyon sonrası zayıf iyileşme, hasar gören yapıların (motor becerilerini öğrenmede ve yeniden öğrenmede kritik olarak görev alan) bir sonucu olabilir. Bununla birlikte serebellar lezyon sonrası, sağlıklı kişilere kıyasla daha yavaş ve daha uzun sürede de olsa motor öğrenme ve adaptasyonlar gözlenmiştir. Bu durumun, serebellumun hasar görmemiş bölgelerinin faaliyeti veya ekstraserebellar yapıların aktivitesi ile desteklendiği düşünülmektedir (44). Bu nedenle, serebellar hasarı olan hastalarda rehabilitasyonun motor öğrenmeyi geliştirerek, hastaların fonksiyonel düzeyleri üzerinde etkili olması muhtemeldir.

Serebellumun motor öğrenme sürecindeki tüm görevleri ve serebellar ataksili hastalarda motor öğrenme sürecinde yaşanan tüm problemler dikkate alınarak, rehabilitasyon sürecinde uygulanması gereken prensipler literatürde farklı çalışmalarda gösterilmeye çalışılmıştır.

Bir çok çalışmada uyarın-yanıt tasarımı kullanılmaktadır. Bu tasarımda performans, öğrenme mekanizmasından ziyade “uyarın-cevap” ilişkisinin sürdürüldüğü hareket temelli çalışma hafızasından etkilenmektedir. Aslında, serebellar dejenerasyonlu hastalara, öğrenme sırasında ipuçları belirli bir sıra izlenerek verildiğinde öğrenmenin de sıralı olarak gerçekleştiği görülmektedir. Temel hareketler için gerekli olan motor sıralamalar terapistler tarafından doğrudan talimat olarak verildiğinde, hedef odaklı rehabilitasyon sonrası fonksiyonel kazançlar sağlanabilmektedir (4, 117). Örneğin terapistler, hastaların denge reaksiyonlarını doğrudan gövdesini elleriyle destekleyerek veya sözel komutlar vererek dolaylı olarak değiştirerek, rijit aksiyel kontrolü önleyebilirler. Ayarlanmış görsel, somatosensoriyel ve vestibüler bilgiler de dahil olmak üzere bu çeşitli girdiler hastalara, denge egzersizlerini basitçe kendi kendilerine tekrar etmeleri ile karşılaştırıldığında denge becerilerini daha verimli bir şekilde kazanmalarını sağlar. Diğer bir örnek, kapalı (implicit) motor öğrenmeyi teşvik etmek için ayakta dururken ve yürürken nesnelere tutmak gibi bir motor ek görev (dual task) olabilir (4).

Serebellar ataksi hastaları, yoğun ve uzun süreli rehabilitasyon programlarından fayda sağlayacak yeterli motor öğrenme kapasitesine sahiptir ve iyi bir tedavi sonrası etkinlik söz konusudur (2-4). Bu amaçla yapılan çeşitli çalışmalarda, fizyoterapi yaklaşımlarının serebellar disfonksiyonlu kişilerde yürüyüş, gövde kontrolü ve aktivite kısıtlılıkları üzerinde olumlu bir etkisi olabileceğini düşündüren kanıtlar ortaya konmuştur (5).

Sistemik derlemelerde vurgulandığı gibi, serebellar ataksinin rehabilitasyonunda yüksek kaliteli araştırma çalışmaları/randomize kontrollü çalışmalar bulunmamaktadır. Buna rağmen literatür, serebellar ataksi tedavisi üzerine daha ileri araştırmalara izin verecek bazı yaklaşımları tanımlamaktadır (5, 8). En sık uygulanan fizyoterapi yaklaşımları, PNF, Frenkel egzersizleri ve dengeyi yeniden eğitmeyi amaçlayan çeşitli aktivitelerdir (6, 7). Serebellar ataksi rehabilitasyonunda kullanılan başlıca yaklaşımlar, aşağıda açıklanmıştır:

Denge Eğitimi

Serebellar ataksili hastalarda denge eğitimi, hastaların fonksiyonel problemlerinin iyileşmesinde önemli bir role sahiptir. Ancak denge eğitiminin hangi sırayla ve hangi prensipler dikkate alınarak yapılacağı çok önemlidir. Sıralama, aynı zamanda hastaların güvenliği açısından da dikkate alınması gereken bir prensip olmalıdır. Serebellar ataksili bireylerde yürüme ve kompleks dengesel fonksiyonların eğitimi, hastaların güvenlikten ödün vermeden yürümeyi ve ani denge kayıpları ile nasıl mücadele edeceğini öğrenerek başlar. Hastanın gövde stabilitesi geliştikten ve ağırlık aktarmayı öğrendikten sonra fonksiyonel yürüyüş denenmelidir. Eğer hastalar bu becerilere hakim olmadan, erken dönemde kompleks aktivitelere ve fonksiyonel yürümeye teşvik edilirse, yaralanma meydana gelebilir ve ilerleme engellenebilir (120).

Gelişim sırasına göre önce bağımsız gövde dengesinin ve hareketinin eğitimi, ardından baş-boyun kontrolünün eğitimi, üst ekstremitelerin koruyucu reaksiyon eğitimi ve gövde dengesini destekleme yeteneği eğitilmeli ve daha sonra alt ekstremitte dengesi ve hareket eğitimi ve en son ayaktaki serbest duruş eğitimi verilmelidir (121).

Postüral stabilitenin geliştirilebilmesi için, fizyoterapistler bozukluk derecesine bağlı olarak farklı antigravital postürlerden yararlanır. Bunlar, üst gövdeyi destekleyen dirsekler üzerinde yüzüstü yatma, emekleme, oturma, diz üstü ve ayakta dik duruş ve en son tek bacak üzerinde duruştur. Gelişmeler gözlemlendikçe dinamik postüral tepkiler; merdiven inme/çıkma, ağırlık aktarma içeren transferler, postür değişiklikleri gibi kontrollü mobilite aktivitelerinden yararlanarak zorlanabilir. Sırtüstünden oturmaya geçme, oturmadan ayağa kalkma ya da mat üzerine çömelme veya kalkma gibi. Postüral kontrolü daha da zorlaştırmak için proksimal stabilite üzerine distal ekstremitte hareketleri de eklenebilir (120). Bu pozisyonlarda, gövde ve ekstremitedeki eklemleri ve kasları uyararak, stabiliteyi kolaylaştıran özel egzersiz teknikleri kullanılır.

Geleneksel olarak farklı pozisyonlarda verilen denge eğitimi sırasında, gövde stabilizasyonunu desteklemek amacıyla eklem aproksimasyonları kullanılmaktadır. Aynı şekilde gövde kontrolü için kullanılan PNF tekniklerinden ritmik stabilizasyon, hastanın gövde kaslarının kontraksiyonunu sürdürmesine yardımcı olmak için

kullanılabilir. Bu durumda ritmik stabilizasyon, kuvvetlendirme amacıyla değil, kişilere stabilizasyon hissi vermek için sağlanır. Eğer hastalar gövde kaslarının koaktivasyonunu gerektiren bir kontraksiyonu sürdüremezlerse, bunun yerine sürekli olarak gövde hareketini azaltan PNF tekniklerinden yavaş-zıt-tut tekniği kullanılabilir (122).

Sert yüzeylere oranla yumuşak yüzeylerde postüral stabilitenin sağlanması için, serebellumda daha fazla proprioseptif girdinin işlenmesi gerekir. Dolayısıyla rehabilitasyon yaklaşımlarında kullanılan farklı pozisyonlarda öncelikle sert zeminler, daha sonra zorlaştırmak için yumuşak zeminler kullanılmalıdır. Aynı durum, stabil yüzeylerden daha az stabil yüzeylere geçişler içinde geçerlidir, örneğin sert bir sandalyede otururken yapılan egzersizlerden, egzersiz topu üzerinde otururken yapılan egzersizlere geçiş yapmak gibi. Egzersiz topu üzerinde otururken hafifçe zıplama ve bu pozisyonda egzersiz yapmak, kişinin vertikal farkındalığa kavuşmasına yardımcı olurken, derin gövde ekstansörlerinde aktivasyona da yardımcı olabilmektedir (80).

Daha sonra bu pozisyonlarda farklı yönlere ağırlık aktarmalar yapılabilir. Ağırlık aktarmalar sırasında önce hastalar her iki elini destek için kullanabilir, zamanla bu destek azaltılır ve en son farklı üst ekstremiteler ve baş pozisyonları ile stabilite sınırları zorlanır (80).

Pratik yoluyla yeterli düzeyde denge becerilerine ulaşıncaya, fonksiyonel yürüme eğitimine başlanmalıdır. Yürüme eğitimine başlamadan önce denge kontrolü elde edilemediği takdirde yürüme sendeleme şeklinde, tehlikeli ve daha fazla enerji harcaması ile gerçekleşeceğinden kişiler için yorucu olmaktadır. Öncelikle, yürüyüşün bileşenleri güvenli bir ortamda başarıyla uygulanana kadar eğitilmelidir. Güvenlik sağlamak ve hastanın eğitilen yürüyüş bileşenini öğrenmeye odaklanmasına izin vermek amacıyla harici stabilizasyon sağlamak için paralel bar kullanılabilir. Hasta paralel bar içerisinde yürümeye başladığında, gövde rotasyonu, adım uzunluğu gibi gerekli durumlarda sözel geribildirimler verilebilir veya görsel geribildirim amacıyla engeller ya da yerdeki kılavuz çizgileri kullanılabilir. Rehabilitasyonun ilerleyen zamanlarında bu görsel ve işitsel geribildirimler, hareketin otomatikleşmesi için bırakılmalıdır. Daha sonra daha az korunaklı çevrelerde eğitime devam edilmelidir (80, 120).

İlerleyen dönemlerde yürüme/dinamik denge eğitimini zorlaştırarak, dar iki çizgi üzerinde yürüme, geri yürüme, asker yürüyüşü (yavaşlatılmış yürüyüş), ani komutlarla durma ve dönme, baş hareketleri ile yürüme eğitimi yapılabilir (123, 124).

Ekstremitte Ataksisine Yönelik Uygulamalar

Koordinasyon, istenilen hareketin mümkün olan en verimli şekilde yürütülmesini sağlamak için, agonist, antagonist ve eklem stabilizatörleri de dahil olmak üzere kas kontraksiyonlarının optimal sırasını belirlemek için hem iç hem de dış duyu uyarılarının entegrasyonunu gerektiren karmaşık bir süreçtir. Ekstremitte ataksisine yönelik uygulanan koordinasyon eğitiminin amacı, tekrarlı nöromusküler yeniden eğitim yoluyla, hastalık sürecinin etkilerinden kaynaklanan hareketlerden daha hızlı, daha hassas ve daha güçlü otomatik motor davranış ile hareketi gerçekleştirme yeteneğini geliştirmektir (121).

Ekstremitte ataksisine yönelik kullanılan fizyoterapi yaklaşımlarında; çok eklemlili hareketlerde kas kontraksiyonlarının egzentrik-konsentrik komponentleri arasındaki dengeyi sağlayarak hareketin kontrolünün sağlanması amaçlanmaktadır (125). Bu sebeple egzersizler son derece yavaş yapılmalı ve kontrol kaybının gerçekleştiği noktada aproksimasyonlar uygulanarak kokontraksiyonlar uyarılmalıdır (126). Uygulanan eğitimde temel prensipler; I) Önce tek eklemlili hareketlerle başlanmalı, sonra çok eklemlili hareketler yapılmalı. II) Hareket hızı kontrol edilerek, hareketler kademeli olarak yavaşlatılmalı. III) Başlangıçta unilaterale hareketler tercih edilmeli ve zamanla sırasıyla bilaterale simetrik ve bilaterale resiprokal hareketlere geçilmeli (125).

Bu amaçlarla ortaya çıkan Frenkel egzersizleri eski bir rehabilitasyon yöntemi olarak kabul edilse de, bazı hastalarda etkili sonuçlar ortaya koymuştur (121). Yerçekimi elimine edilmiş pozisyondaki basit hareketlerden kompleks paternlere kadar artan zorluklardaki Frenkel egzersizleri, alt ve üst ekstremitelerin proprioseptif kontrolünü geliştirir. Egzersizler sırtüstü yatarken, otururken, ayakta dururken ve yürürken, dört farklı konumda yapılır. Hasta, egzersiz sırasında kabul edilebilir bir ilerleme kaydettiği zaman bir sonraki egzersize geçer. Hasta önce destek ile ekstremitte hareketini yapar, daha sonra yardımsız ekstremitenin bir

eklemine içeren hareketi yapar ve en son tüm ekstremitayı içeren hareketi yapar. Dikkatli bir konsantrasyon, yavaş tekrarlar ve diğer duyuların kullanımı ile koordinasyon geliştirilir (80, 120).

Benzer amaçlarla kullanılan PNF tekniklerinden ritmik stabilizasyon ve yavaş-zıt-tut teknikleri, orta ve şiddetli ataksilerde daha çok tercih edilebilir. Bu teknikler, üst ekstremitelerin fonksiyonel aktivitelerinde, alt ekstremitelerin ise mobilite aktivitelerinde daha koordineli hareket açığa çıkmasını sağlamaktadır (122, 127).

Visko-elastik (Lıkralı) Giysiler

Ekstremitenin visko-elastik direncinin veya ataletinin arttırılması, tremoru azaltır ve bazı durumlarda tremoru arttırabilen gerilme refleksinin hızını ve boyutunu düşürmeye yarar (128). Bu amaçla kullanılan likralı giysiler tarafından sağlanan visko-elastik direncin, serebellar bulguları olan kişilerde proksimal ve gövde stabilitesinin geliştirilmesinde ve fonksiyonların iyileştirilmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir (129). Bununla birlikte bugüne dek likralı giysiler ile yapılan vaka çalışmalarında herhangi bir fonksiyonel iyileşme ortaya konamamıştır. Ayrıca giysinin kullanımının zahmetli olması ve giyiminde yardımın gerekli olması, bağımsızlık potansiyelinde bir kayba neden olabilmektedir (130).

Ağırlık Kullanımı

Aksiyel iskeleti veya ekstremiteleri yükleyerek artan atalet, tremoru ve dismetriyi azaltabilir (106, 131). Üst ekstremitenin fonksiyonunun iyileştirilmesinde ağırlıkların etkinliğine dair çalışmalar değişkenlik göstermektedir, ancak fonksiyonlarda iyileşme ve bozulma olduğu kadar, bildirilen etki eksikliği de söz konusudur (132-134). Bunun nedeni, eklenecek yükün serebellar hastalıklarda etkilenen agonist-antagonist aktivitenin adaptif ölçeklendirilmesini gerektirmesi olabilir. Bu nedenle başlangıçta ekstremitayı hızlandırmak için gerekli olan agonist aktivitede bir artış görülebilir, buna antagonist "frenleme" aktivitesinde bir artış eşlik etmeyebilir. Sonuç olarak bu durum, hedefi aşmada (overshooting) bir artışa ve fonksiyondaki potansiyel bozulmaya neden olur (134).

Gövdeye ağırlık bağlanması dengeye yardımcı olabilir ve kullanılan ağırlık, dengenin bozulan yönünü dengelemek için simetrik veya asimetrik olabilir. (Örneğin geriye doğru düşmeye karşı dengelemek için ön yükleme sağlanır). Gövdeye ağırlık bağlanması ile yapılan çalışmalarda da tartışmalı sonuçlar ortaya konmuştur (135, 136). Rehabilitasyon uygulamaları sırasında gövdeye ağırlık bağlanması, Perlmutter ve Gregory tarafından önerilmiş ve 36 serebellar ataksili MS hastasının katıldığı randomize bir çalışmada incelenmiştir. Vücut ağırlığının % 1.5'lük kadar uygulanan gövdeye ağırlık bağlanması dengeyi ve yürüyüşü geliştirdiği ortaya konmuştur. Gövdeye ağırlık bağlanması mekanizması henüz net olarak ortaya konamamıştır; hareket kontrolü (postüral kontrol dahil) için somatosensoriyel katkılarda bir artış ve gövde ve ekstremiteleri içeren koordinasyon bozukluklarının şiddetinde mekanik bir azalma olabilir (135, 137).

Soğuk Uygulama

Soğuk uygulama, çeşitli kas ve sinir mekanizmasında ortaya çıkardığı fizyolojik cevaplara dayanarak, üst ekstremitte tremorunun azaltılmasında rol oynamaktadır. Soğuk uygulama sonucunda kas içiği duyarlılığı azalmakta, la afferent deşarjlarında azalma ve dolayısıyla uzun latensli gerilme refleksinin yanıtında azalma bu tabloyu izlemekte ve sinir iletim hızında azalma meydana gelmektedir (138, 139).

Serebellar ataksili hastalarda yapılan iki çalışmada, üst ekstremitelere yapılan soğuk uygulama sonrası üst ekstremitte tremorunda fonksiyonel olarak anlamlı azalmalar olduğu ortaya konmuştur. Her iki çalışmada da gelişim gösterilmesine rağmen, soğuk uygulama süresi ile ilgili farklılıklar söz konusudur; çalışmanın birinde 1 dakika soğuk uygulama yapılmışken, diğer çalışmada 15 dakika soğuk uygulama yapılmıştır (138, 139).

Soğuk uygulamayı kullanarak gerçekleştirilen geçici tremor kontrolü, belge imzalama, bilgisayar kullanımı ve yemek yeme gibi farklı fonksiyonel faaliyetleri gerçekleştirirken önemli işlevsel etkilere sahip olabilir. Şiddetli soğuk uygulama, şiddetli tremoru olan bireylerde ılımlı soğuk uygulamadan daha etkili olabilir. Genel olarak üst ekstremitte uygulanan soğuk uygulama, şiddetli proksimal tremoru olan bireyler için yararlı olmayabilir (138).

Biofeedback

Serebellar ataksi hastalarında EMG biofeedback kullanımının etkileri, sadece kısıtlı sayıdaki vaka raporları ile ortaya konmuştur. Kas aktivitesinin EMG biofeedback ve gevşeme eğitimi ile kombinasyon halinde eğitilmesini hedefleyen çalışmada tremorun azaldığı ortaya konmuştur. Fakat; bu çalışmada sadece yemek yeme aktivitesi ve kavrama fonksiyonu sırasında EMG biofeedback ile verilen eğitimin kas aktivasyonunda etkileri incelenmiş olup, diğer fonksiyonel aktiviteler değerlendirilmemiştir (140, 141). Başka bir çalışmada, görsel motor izleme görevinde kullanılan EMG biofeedback, birkaç haftalık eğitim sonrasında, eğitim verilen görevdeki kas aktivasyonunda iyileşmeler sağlamıştır, fakat bu etkilerin fonksiyonel görevler üzerindeki etkileri araştırılmamıştır (142).

Bir bilgisayar oyunu ile bağlantılı olarak verilen biofeedback eğitimi ile denge parametrelerinde gelişme ve düşme sayılarında azalma sağlanmıştır. Bu çalışmada verilen biofeedback eğitimi, postüral salınımın değerlendirme ölçütlerinden birisi olan basınç merkezinin hareketine ait görsel ve işitsel uyarılar aracılığıyla sağlanmıştır (143).

MS'li hastalarda uygulanan rehabilitasyon programında kullanılan biofeedback, yürüyüş ve dengeyi iyileştirmek için yararlı sonuçlar ortaya koymuştur. Çalışmada görsel geri bildirim, sanal bir dama tahtasının (gözlük aracılığıyla bakıldığında) hastanın baş hareketinin fonksiyonunu sağlaması şeklinde uygulanmıştır. İşitsel geribildirim hastanın adımları aracılığıyla oluşturulmuştur. Hastadan işitsel uyarılara uygun olarak yürümesi istenmiş ve sonuç olarak işitsel ve görsel geri bildirim yürüme parametrelerini iyileştirmiştir (144, 145).

Treadmill

Serebellar ataksili kişilerde, tutarlı olmayan adım uzunlukları, genişlemiş destek yüzeyi, tutarlı olmayan adım yörüngeleriyle birlikte eklem hareket açıklıklarının azalması, lateral gövde salınımları ve azalmış kadens ve hız gibi yürüyüş bozuklukları yaygın olarak görülmektedir (146). Bu bozukluklar, fonksiyonel mobiliteye önemli sınırlamalar getirebilir. Literatürde, treadmill eğitiminin bu gibi yürüyüş bozuklukları üzerine olan pozitif etkileri inme, Parkinson hastalığı ve omurilik yaralanmaları olan kişilerde kapsamlı bir şekilde incelenmiştir

(147-149). Serebellar ataksili bireylerde ise çalışmalar yetersiz olmasına rağmen 8-10 haftalık treadmill eğitiminin yürüme hızı, kadens ve adım uzunluğu gibi çeşitli yürüyüş parametreleri üzerine olumlu etkileri ortaya konmuştur (150, 151).

Çalışmalar, treadmill eğitiminin yoğun eğitim veya 'zorlu kullanım' yoluyla yürüyüş kalitesini iyileştirmek için kullanılabilceğini göstermektedir. Treadmillin oluşturduğu hareket, alt ekstremitelerde arasındaki koordinasyonu zorlar, terminal destek sırasında kalça ekstansiyonunu artırır ve direnci, kuvveti ve dengeyi artırarak kontrollü bir şekilde yürüyüş hızını geliştirmek için serebellar ataksili bireylerde kullanılabilir (147, 152).

Bağımsız yürüyemeyen serebellar ataksili bireylere vücut ağırlığı desteği ile verilen treadmill eğitimi, hastaların yürüme için ihtiyaç duydukları yardımı azaltmış ve yürüme mesafeleri arttırmıştır (151, 153). Yine de yapılan bu vaka çalışmalarının randomize kontrollü çalışmalarla doğrulanması gereklidir. Bu tür bir programdan sonra gözlemlenen iyileşme paternleri, yoğun ve tekrar sayısı yüksek yürüyüş eğitiminden (örneğin, belirli görev eğitiminden) kaynaklanmış olabilir.

Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Serebellar ataksi rehabilitasyonunda Xbox Kinect oyunları veya Wii oyunları gibi sanal gerçeklik rehabilitasyon sistemleri tamamlayıcı stratejiler olarak kullanılabilir (154). Serebellar ataksi hastalarının uzun dönem tedaviye ihtiyaç duydukları düşünülürse, bir süre sonra rehabilitasyon yaklaşımları sıkıcı hale gelebilmektedir. Bu noktada, teknoloji alanındaki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan sanal gerçeklik uygulamaları; terapistlere değerli yeni tedavi olanakları sağlamaktadır (155). Sanal gerçeklik uygulamaları, denge ve multisegmental koordinasyon gerektirir ve oyun temelli yönü katılımcıların tedaviye uyumunu kolaylaştırır ve katılımını artırır (156).

Sanal gerçeklik uygulamalarında, sadece el-göz koordinasyonunu artıran oyunlar değil, tüm vücudu bir bütün olarak harekete geçiren video-oyun sistemleri daha çok tercih edilmektedir. Aslında hiçbir oyun sistemi, hastaları motor öğrenme prensipleri dahilinde çalıştırıp rehabilite etme ve motor becerilerini artırma amacıyla tasarlanmamıştır. Ancak göreve özel yoğun tekrar sağlamaları, motor performansı zorlama özelliğine sahip olmaları, tekrarlı bilateral, unilateral, simetrik ve asimetric

aktiviteleri uyarmaları, çeşitlilik sağlamaları (tekrarsız tekrar), amaca yönelik ve anlamlı aktiviteleri kullanmaları, artırılmış görsel ve işitsel geri bildirim sağlamaları, ayna nöronların aktivasyonunu uyarmaları, çift görev (dual-task) içermeleri, rehberlik ve yardım sağlamaları sebebiyle motor öğrenmeyi desteklerler (157-159).

Microsoft-Xbox ve Nintendo Wii oyun konsolu sistemleri nörolojik hastaların rehabilitasyonlarında yaygın olarak kullanılan, en önemli sanal gerçeklik uygulamalarıdır. Bu sistemler hastaların egzersizlerini ev ortamında yapmalarını sağlayarak ev dışına çıkmakta zorluk yaşayan hastaların rehabilitasyona katılımını sağlayabilmektedir (160).

Nintendo Wii uygulamalarının MS hastalarının denge üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, özellikle statik dengeyi daha fazla geliştirdiği gösterilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak gözler açık ve kapalı olarak yapılan statik denge testlerindeki gelişim, Wii oyunlarındaki statik dengeye odaklanan görsel geri bildirim egzersizlerine dayandırılmıştır (161).

Dejeneratif serebellar ataksisi olan bireylerde Microsoft-Xbox kullanılarak yapılan çalışmada; dinamik denge, multisegmental koordinasyon ve hedefe yönelik alt ekstremitelerdeki hareketleri içeren oyunlar seçilerek 6 hafta tedavi uygulanmış ve hastalık şiddet ölçeği skorunda gelişme kaydedilmiştir (162). Microsoft-Xbox kullanılarak MS hastalarında yapılan başka bir çalışmada, telerehabilitasyon programıyla postüral kontroldeki gelişim ortaya konmuştur (163).

Yürüme Yardımcısı

Denge bozukluklarını telafi etmek için yürüme yardımcılarının kullanılması, serebellar ataksi hastalarında özel olarak incelenmemesine rağmen, baston veya yürüteç kullanımı dengenin çok zayıf olduğu durumlarda postüral stabiliteyi artırabilir. Bununla birlikte, serebellar ataksilerde üst ekstremiteler de tremor ve dismetri sebebiyle etkilediğinden, yürüme yardımcılarının kullanımı zor olabilmektedir. Yürüme yardımcılarının uygunsuz kullanımı, artan düşme riski ile ilişkili olduğu için, yürüme yardımcılarının kullanımına yönelik verilecek olan yardım ve eğitim çok önemlidir (164). Klinik deneyimler, yürüme yardımcılarının her vaka için ayrı ayrı ele alınması ve kişiye özgü değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Parmak uçları ile gerçekleştirilen hafif dokunuşun postüral kontrol üzerine olan etkileri literatürde ayrıntılı olarak incelenmiştir. Temas kuvvet seviyeleri vücuda fiziksel destek sağlamak için yetersiz olsa bile, parmak uçlarından alınan somatosensoriyel ipuçları güçlü bir referans yönelimi sağlamaktadır. Çalışmalar serebellar ataksili bireylerin, hafif dokunma temasını klasik bir yürüme yardımcısından stratejik olarak daha yararlı bulduklarını göstermektedir. Bu durum, bazı kişilerin neden kuvvetli temasa ve alt ekstremitedeki kas kuvvetlerinde azalmaya yol açan geleneksel bastonlar yerine, hafif teması teşvik etmeye yardımcı olan Nordic sopaları tercih ettiklerini açıklayabilir (165).

Akuaterapi

Literatürde serebellar ataksi hastaları için akuaterapinin etkinliğini doğrudan inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte genel kanıtlar, serebellar ataksili kişiler için akuaterapi uygulamalarını bir egzersiz şekli olarak desteklemektedir. Serebellar ataksisi olan kişiler için akuaterapi uygulamaları faydalı olabilir, çünkü su aktiviteleri düşük risk ve meydan okuma sunmakta ve karada genellikle bulunmayan hareket özgürlüğü sağlamaktadırlar. Akuaterapinin sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi üzerinde faydalı etkiler sunduğu da bilinmektedir (166). Fizyolojik ve fonksiyonel faydalar ile ilgili varsayımları araştırmak için çalışmalara ihtiyaç vardır.

Fiziksel Uygunluk ve “Wellness” Yaklaşımları

Genel kanıtlar, genel fiziksel uygunluk eğitiminin, yoga ve pilatesin serebellar ataksili bireyler için güç, esneklik ve dengenin korunmasına yardımcı olabileceğini ve psikososyal olarak destekleyeceğini düşündürmektedir. At binme gibi aktiviteler de benzer avantajlar sağlayabilir. Literatürde serebellar ataksili bireylerde pilates, yoga ya da benzeri egzersiz formlarını doğrudan araştıran hiçbir çalışma bulunmamaktadır, bu nedenle gelecekte daha ayrıntılı araştırmalara gerek duyulmaktadır. Sadece bir vaka çalışmasında, Friedreich ataksisi olan bir hastada uygulanan aerobik eğitimin bazı yararlar sağladığı gösterilmiştir (167). Ataksinin çok erken evrelerinde, koordinasyon sistemi için zorlayıcı özellikte, örneğin masa tenisi, squash veya badminton gibi sportif egzersizler de seçilebilir (154).

Somatosensoriyel Girdiyi Arttırmaya Yönelik Uygulamalar

Serebellum, hareketin duyuşal kontrolünde de çok önemli görevler üstlenmektedir. Serebellum duyuşal uyararı aldığında, uyararı hareketin geçici olarak düzenlenmesi amacıyla kullanılır, korteksten gelecek motor cevap için hazırlık yapar ve gerekli hareket paternlerini hatırlayarak devreye girmelerini sağlar. Duyusal bilgilerin tahminini sağlama yeteneği olan bu ‘ileri besleme’ modeli, hareket gerçekleşmeden önce serebellum motor kortekse efferent uyarı yollayarak, hareket sırasındaki reaktif düzeltme sayısının azaltılmasını sağlar (168).

Serebellumun, hem hareketin öncesinde hem de hareket sırasında duyu bilgisinin entegrasyonuna katkıda bulunduğu bilinmektedir. Bir başka deyişle serebellum, yalnızca bir motor programının yürütülmesinde değil, gelecekteki motor aktivitenin planlanmasında da önemli bir role sahiptir (169). Optimal serebellar fonksiyon için duyuşal geribildirim gereklidir. Serebellumun duyuşal afferentleri, kas iççikleri, eklem reseptörleri, kutanöz afferentler ve diğer periferel duyu sistemleri tarafından sağlanır. Serebellum veya bağlantılarını etkileyen lezyonlar, hatalı bir geri bildirim ile sonuçlanır. Bu sadece kas kontraksiyonlarının optimal diziliminde değil, aynı zamanda amaçlanan motor görevini tamamlamak için gerekli kas aktivitesinin planlanmasında da hatalarla sonuçlanır (120).

Somatosensoriyel girdiler, görsel ve vestibüler afferentlerle birlikte statik ve dinamik dengenin korunmasında, postüral stabilizasyonun sağlanmasında önemli rol oynamaktadır (170). Somatosensoriyel girdiyi arttırmayı hedefleyen uygulamaların ortak özelliği, çeşitli yapılarda yer alan proprioseptörleri uyararak, somatosensoriyel girdiyi arttırmak ve bu sayede vücut farkındalığını geliştirerek postüral instabiliteyi azaltmaktır.

Yapılan çalışmalarda serebellumun motor öğrenme üzerindeki bir diğer fonksiyonunda ‘procedural’ öğrenme sırasında gözlendiği ortaya konmuştur. Dolayısıyla serebellar lezyonu olan kişilerde yeni fonksiyonların öğrenilmesi ve geliştirilmesinde problemler ile karşılaşılması muhtemeldir. Bu problemler ile baş edebilmek için rehabilitasyonun ilk anlarından itibaren ‘procedural’ öğrenmenin en önemli komponentlerinden biri olan “doğru proprioseptif girdi” geliştirilmelidir (171).

Rehabilitasyonda proprioseptif geribildirimini güçlendirmek, fizyoterapi yaklaşımlarının mantıksal birincil odak noktası olmalıdır. Serebellar bozukluğu olan kişiler, eğitilen motor becerisinin başarısını veya başarısızlığını proprioseptif geribildirim yoluyla gösterebilir. Kombine proprioseptif ve serebellar bozukluklar olduğunda; görsel geribildirim, proprioseptif geribildirim yerini alacaktır. Bununla birlikte; proprioseptif yolların sağlam olduğu durumlarda, görsel geribildirim, proprioseptif geribildirim yerini alacak olursa rehabilitasyon sonuçlarındaki başarı oranı azalacaktır. Aslında, bazı araştırmacılar görsel geribildirimini azaltmanın, bazı serebellar bozukluklar için performans sonuçlarını gerçekten iyileştirdiğini göstermiştir (120). Serebellar ataksi rehabilitasyonunda proprioseptif girdiyi artırmak amacıyla kullanılan yaklaşımlar aşağıda açıklanmıştır:

-Proprioseptif Nöromuskuler Fasilitasyon tekniklerinden olan aproksimasyon; proprioseptif girdiyi arttırmak amacıyla hastanın uygun postüre getirilerek, eklemlere dik yönde uygulanan basınç aracılığıyla eklem reseptörlerinin uyarılmasını yöntemidir (172).

-Theraband uygulamaları; direncin sürdürülmesi ve eklem aproksimasyonları sağladıkları için proprioseptif girdiyi arttırmak amacıyla rehabilitasyonda yardımcı olabilmektedir (80).

-Johnstone basınç splintleri; plastik (PVC), şeffaf materyalden yapılmış ve nefes ile şişirilen bu splintler, ekstremitelere basınç uygulanarak, hem kutanöz reseptörleri hem de proprioseptörleri uyarırlar (6).

-Farklı zemin ve unstabil yüzeylerin kullanımı; sert yüzeylere oranla yumuşak yüzeylerde postüral stabilitenin sağlanması için, serebellumda daha fazla proprioseptif girdinin işlenmesi gerekir. Dolayısıyla rehabilitasyon yaklaşımlarında kullanılan farklı pozisyonlarda öncelikle sert zeminler, daha sonra zorlaştırmak için yumuşak zeminler kullanılmalıdır (80). Egzersiz topu, denge tahtası gibi materyallerin yardımıyla yapılan ağırlık aktarma aktiviteleri, proprioseptif girdiyi arttırmak için rehabilitasyon yaklaşımları içerisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (173, 174).

-Vibrasyon uygulamaları; proprioseptif girdiyi arttırmak amacıyla son zamanlarda popüler hale gelmiştir. Lokal veya tüm vücut vibrasyonu şeklinde uygulanabilir (175, 176).

2.6. Tüm Vücut Vibrasyonu (TVV)

Tüm vücut vibrasyonu son yıllarda popüler olmasına rağmen, vibrasyon uygulamaları aslında yeni bir kavram değildir, 16. yüzyılda Japonca bir kitap olan “Sau-Tsai-Tou-Hoei” da perküsyon, vibrasyon ve basıncın sağlık üzerindeki etkileri tartışılmıştır (177). Ayrıca 1808 yılında John Barclay, “İnsan Vücudunun Kas Hareketi” kitabında vibrasyonla tedavi edilen bir kas spazmı vakasından bahsetmiştir (178). Tüm Vücut vibrasyonu ise, ilk defa 1880 yılında ünlü nörolog Jean Martin Charcot tarafından Parkinson hastaları üzerinde ‘Vibrasyon sandalyeleri’ ile uygulanmıştır (179).

Tüm vücut vibrasyonu (TVV) uygulamaları, çeşitli sağlıklı ve hastalık popülasyonlarında kas kuvveti, güç ve postüral kontrolünün geliştirilmesinde son on yılda giderek daha popüler olmuştur (9). Tüm vücut vibrasyonu, titreşimli platformlar kullanılarak ayaklardan vücudun geri kalanına iletilen vertikal sinüzoidal salınımlarla karakterize olan mekanik uyarılar sistemidir (10).

TVV uygulamasının etkileri ve bu etkileri açığa çıkaran mekanizmalar uygulama sırasında kullanılan bazı değişkenlere göre farklılık gösterebilmektedir. Bu değişkenler aşağıda özetlenmiştir :

- Vücut pozisyonu: Statik ya da dinamik postürler kullanılabilir. Statik postürde, kişiler ayaklar omuz genişliğinde açık dururken, kalçalar-dizler ve ayak bilekleri hafif fleksiyon pozisyonunda tutularak (squat pozisyonu), vibrasyonun etkilerinin pelvis seviyesinde azaltılması sağlanır (180). Dinamik postürler ise, platform üzerinde yapılabilen farklı egzersizlerde, çalıştırılmak istenen kaslara yönelik olarak kullanılan özel postürlerdir. (Lunge pozisyonu veya tek bacak üstünde çömelme gibi.)
- Amplitüd: Salınım hareketinin derecesi, iki tepe nokta arasındaki dikey yer değiştirmeyi ifade eder. (milimetre olarak)
- Frekans: Hertz (Hz) cinsinden saniyede verilen uyarıların sayısı anlamına gelir. Salınım döngülerinin tekrar hızıdır.
- Durasyon: Kişinin platform üzerinde harcadığı toplam süredir. (Saniye veya dakika olarak).

- Titreşim tipi: Alternatif (sağ-sol) vertikal osilasyonlar / horizontal eksen etrafında osilasyonlar, vertikal osilasyonlar veya çok yönlü osilasyonlar şeklinde verilebilir.
- Büyüklük: Salınımın ivmelenmesi olarak tanımlanan vibrasyonun gücü anlamına gelir. (Yer çekimi kuvveti (g) cinsinden, Dünya'nın yer çekim alanı nedeniyle oluşan akselasyon, 1 g veya 9.81 m/s^2) (10).

Yapılan çalışmalarda genellikle TVV; 25-50 Hz frekansta, 2-10 mm amplitüdde, 30 sn - 10 dakika uygulanmıştır (181). Fakat, özel bir fizyolojik cevap elde etmek için gerekli olan optimal değişkenlere ilişkin görüş birliği bulunmamaktadır (182). Tüm vücut vibrasyonunun, vücudun farklı yapı ve sistemleri üzerine çeşitli etki mekanizmaları aşağıda özetlenmiştir:

2.6.1. TVV ve Kas Aktivasyonu ilişkisi

Vibrasyon uygulaması sonrası kas aktivasyonunda, kuvvet eğitimi ile gözlemlenen kuvvet ve güç performansındaki gelişmelere benzer etkiler meydana geldiği gözlenmiştir. Etkinin benzerliği muhtemelen tıpkı nöromusküler sistem üzerine uygulanan yerçekimi yükünü arttıran kuvvetlendirme ve pliometrik egzersizlerde olduğu gibi, vibrasyonun oluşturduğu yükün özellikleriyle ilişkilidir. Çalışmalarda vibrasyon uygulamasının yerçekimi yükünü 14 g'ye ($14 \cdot 9.8 \text{ N/kg}$) kadar çıkarabildiği gösterilmiştir (183, 184).

Vibrasyonun mekanik etkisi, kas-tendon kompleksinin uzunluğunda hızlı ve kısa değişiklikler (pertürbasyon) üretmektir. Bu değişiklikler, refleks kas aktivitesi ile kas sertliğini modüle eden duyuşal reseptörler tarafından saptanır ve vibrasyon dalgalarının etkisini azaltmak için cevap oluşturulur. Kasın kendisine veya tendonuna uygulanan mekanik vibrasyonlar "Tonik Vibrasyon Refleksi" olarak adlandırılan bir refleks kas kontraksiyonu ortaya çıkarır (185). Vibrasyon sonucu yumuşak dokuların yeniden formasyonu, kas iğciklerini aktive eder ve gerilim-refleks halkasının güçlenmesine yol açar. Böylece, vibrasyon uyarımı sırasındaki uyarıcı etki esas olarak alfa motor nöronun refleks aktivasyonu ile ilgilidir (178).

Refleks kas aktivitesi, nöromusküler sistemin mekanik vibrasyon sonucu kas-tendon kompleksinin uzunluğunda ortaya çıkan hızlı ve kısa değişikliklere karşı oluşan güçlü cevabı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu reaksiyon sadece monosinaptik

değil, aynı zamanda polisinaptik yollar ile de etkin olmaktadır. Kasın birincil sonlanmaları, ikincil sonlanmalara ve golgi tendonu organına göre vibrasyona karşı daha duyarlıdır. Vibrasyon sadece nöromusküler içciklerle değil aynı zamanda deri, eklemler ve sekonder sonlanmalarla da algılanır (186). Sonuç olarak, tüm vücut ya da lokal olarak uygulanan vibrasyon sonucu, bu duyuşal yapılar vibrasyon uygulaması sırasında gama sistemini uyarır ve birincil sonlanmaların hassasiyetini arttırır.

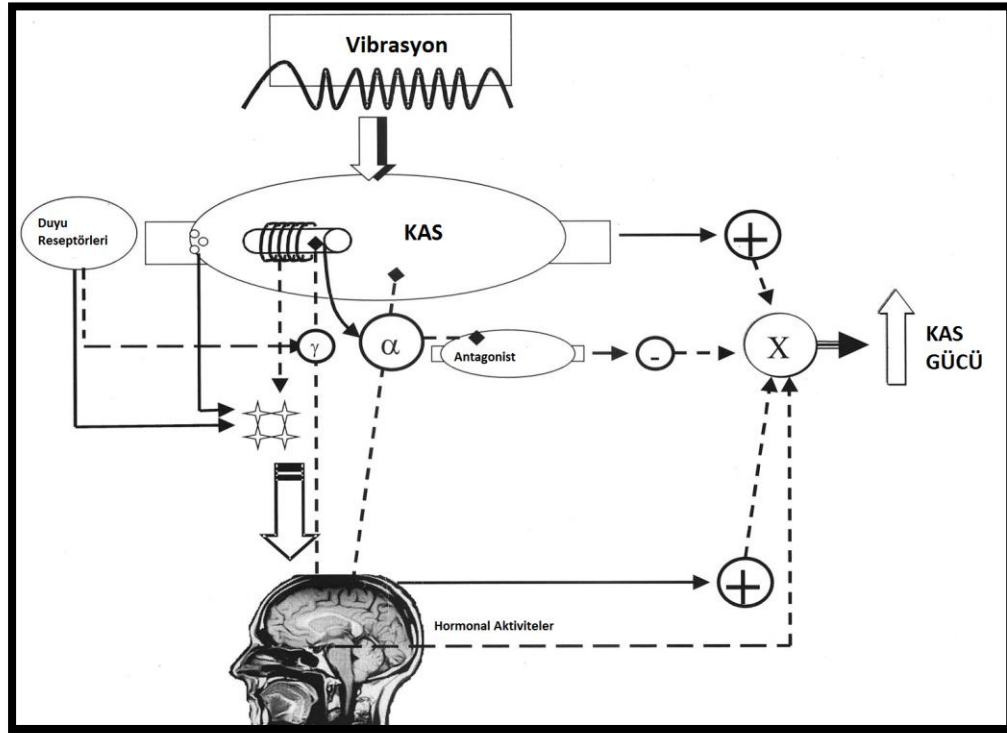
Vibrasyon sonrası nöromusküler performansın akut olarak arttırılması muhtemelen germe refleksinin duyarlılığındaki artış ile ilgilidir. Ayrıca vibrasyon uygulamasının, Ia-inhibitör nöronlar vasıtasıyla antagonist kasların aktivasyonunu inhibe ettiğı görölmektedir, böylece intramüsküler koordinasyon modelleri değıştirilerek, vibrasyon tarafından uyarılan eklemler etrafında azaltılmış bir frenleme kuvveti sağlanır. Yapılan çalışmalarda vibrasyon uygulaması sonrası eklem hareket açıklığında ve kasların esnekliğinde artış saptanmıştır (178). Bu nedenle, vibrasyon, yukarıdaki parametrelerdeki gerçek değışiklik minimal olsa da, kas gerilmesi ve hızlı eklem rotasyonu sırasında meydana gelen proprioseptif deşarjı uyarabilir.

Kas performansındaki bu değışiklikler, vibrasyon uygulamasının süresine bağılıdır. Örneğın kısa süreli uygulama (1 dakika uygulama ve 1 dakika dinlenme şeklinde 4 -5 dakika uygulama), daha sonra yapılacak istemli kas kuvvetini arttırırken, uzun süreli vibrasyon kasın güç üretme kapasitesini düşürür (187).

Ayrıca vibrasyon uygulamasının merkezi motor komutasına etkisini de göz önüne almak gerekir. Primer ve sekonder somatosensoriyel korteksin, supplementer motor alan ile birlikte afferent sinyallerin merkezi işlem ünitesini oluşturduğı bilinmektedir (188). Farklı frekanslarda uygulanan vibrasyon, kinestetik yanılsama üreterek, supplementer motor alanı, kaudal singulat motor alanı ve beynin 4a alanını aktive ettiğı gösterilmiştir. Vibrasyon uyarımları ile harekete geçirilen supplementer motor alan, normalde kendi kendine başlatılan (self-initiated) hareketler öncesinde harekete geçirilir (189). Dolayısıyla vibrasyon uyarımları, sıradaki istemli hareketleri kolaylaştıracak çevresel ve merkezi yapıların uyarılma durumunu etkiler.

Özetle, farklı duyuşal yapılar tarafından algılanan vibrasyon uyarısı, nöromusküler sistemi uyararak refleks kas aktivasyonu üretir. Vibrasyon uyarısı

nispeten kısa ise, iskelet kasının daha güçlü ve etkili bir şekilde istemli olarak aktivasyonu için potansiyel oluşturur. Bu farklı mekanizmaların göreceli önemi henüz bilinmemekle birlikte, gelecekteki çalışmalarda transkraniyal manyetik stimülasyon ve H-refleksi gibi yöntemler ile vibrasyonun çeşitli uyarılmış yanıtlara etkisini inceleyerek ortaya konabilir. Nöromusküler performans artışını belirleyen potansiyel mekanizmaların bir özeti şematik olarak Şekil 2.2.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Vibrasyon uygulaması sonrası nöromusküler performans artışını belirleyen potansiyel mekanizmalar (178).

Vibrasyon sonrası ortaya çıkan nöromusküler adaptasyonlarda hormonal faktörler de etkilidir. İnsan vücudu yerçekimi ivmesindeki değişiklikler de dahil olmak üzere, çevresel değişikliklere tepki olarak sinirsel ve hormonal yanıtlar oluşturur. Mikrograviteye uzun süreli maruz kalınmasının, kas kütlesinde ve kasın güç üretme kapasitesinde, androjen seviyelerinde ve büyüme hormonunda azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (190, 191). Bunun nedeni, kas iskelet sisteminde fiziksel gerilimin olmaması, hidrostatik basıncın kaybedilmesi ve duyu motor sisteminin değişmesi nedeniyle mikrogravitenin vücudun homeostasisine karşı güçlü bir

pertürbasyon oluşturmaları gerçeğidir. Buna karşılık, kuvvetlendirme egzersizleri ile yerçekimi yükündeki artışın, androjen ve büyüme hormonu seviyelerini arttırdığı gösterilmiştir.

Bu egzersiz şekli, kas iskelet yapıları üzerinde yüksek stres oluşturur ve yüksek seviyede nöral aktivite gerektirir. Homeostatik koşullara kıyasla artan bir talebi temsil eder ve daha sonra hızlı fizyolojik tepkileri uyarır. Kuvvet eğitimi egzersizleri sırasında hızlı endokrin aktivasyon, merkezi komuta tarafından tetiklenir ve hipotalamus ve otonom merkezlere iletilir. Yanıtlar ayrıca, proprioseptörlerden ve kastaki mekanoreseptörlerden gelen geribildirim etkileriyle desteklenmektedir (178). Vibrasyon uygulamasının yerçekimi yükünü arttırdığı bilindiğinden, benzer hormonal etkileri ortaya çıkarabileceği varsayılmaktadır.

Vibrasyonun mekanik özellikleri, spesifik hormonal sekresyon için yeterli bir uyarı sağlayabilir. Örneğin, duyuşal geribildirim üzerindeki etkilere ek olarak vibrasyon, insanlarda testosteron ve büyüme hormonu düzeylerini de artırır (192). Dahası, son araştırmalar proprioseptörler ile hormonal yanıtlar arasındaki etkileşimi vurgulamaktadır. Örneğin, spesifik kasların vibrasyonla uyarılan aktivasyonundan sonra, biyolojik olarak tahlil edilebilir büyüme hormonu sekresyonu üzerindeki bir kas afferent-hipofiz eksenin modülasyonu tanımlanmıştır (191). Vibrasyon uygulamasından sonra gözlemlenen yüksek testosteron seviyelerinin artan kuvvet çıktısı ile ilişkili olduğunu ileri sürmek mantıklı görünmektedir. Özellikle, bu durumun androjen hormonunun iskelet kasındaki kalsiyum taşıma mekanizmalarına olası etkisi, daha güçlü bir kas aktivasyonunu kolaylaştırabilir.

Vibrasyonlar, germe reflekslerinin duyarlılığındaki artışa ve beyindeki spesifik alanların uyarılmasına bağılı olarak nöromusküler sistemin artmış bir uyarılma durumunu sağlar. Merkezi etki, spesifik hormonların salgılanmasını tetikleyen hipotalamus-hipofiz eksenini de etkiler. Tüm bu faktörler, iskelet kasının güç üretme kapasitesindeki artışa katkıda bulunur.

2.6.2. TVV ve Periferik Vaskülarizasyon

Vücut vibrasyona maruz kaldığında, periferik arterlerde değışikliğe neden olabilecek ritmik kas kontraksiyonlarını uyardığı öngörölmüştür (193). Kaslardaki kılcal damarların genişlemesi, hücreler ve kılcal damarlar arasındaki besin

maddeleri, metabolik yan ürünler ve oksijen alışverişini kolaylaştırır (194). TVV'nin, popliteal arterin kan akış ortalama hızının arttırdığı gösterilmiştir; bu, maruz kalan kaslardaki küçük damarların vazodilatasyonunu gösteren diğer bir işarettir. Kan akışındaki bu artış, kan viskozitesinde vibrasyondan kaynaklanan düşüşe bağlı olabilir (194).

Artmış periferik kan akımında rol oynayabilecek bir diğer faktör de, gelişmiş endotel fonksiyonudur. Vibrasyonu takiben kan akışındaki belirgin artışın altında yatan mekanizma, artmış endotelyal nitrik oksit (NO) sentez aktivitesi ve NO konsantrasyonuyla sonuçlanan pulsatil endotel stresine bağlı olabilir (195, 196). NO'ya ek olarak, vazokonstriktör olan endotelin-1 gibi diğer endotelyal faktörlerin azalması da, vibrasyona bağlı ortaya çıkan vazodilatör yanıtta rol oynayabilir (197).

2.6.3. TVV ve Endokrin Sistem

Yapılan çalışmalarda, insan vücudu TVV'ye maruz bırakıldığında deneyimlediği ilave yerçekimi yükünün bir anabolik hormonal tepki oluşturduğu bildirilmiştir (183). Bu durum, anabolik hormonların artmış kan seviyeleri ile artan kas kütlesi ve kuvveti arasındaki pozitif ilişkiyi ortaya koyan klasik kuvvetlendirme eğitimi ile karşılaştırılabilir seviyededir (198, 199). Tek seanslık TVV uygulamasının, serum testosteron ve insan büyüme hormonu düzeylerini şiddetle artırdığı ve kortizol düzeylerini düşürdüğü gösterilmiştir (192).

Buna ek olarak hayvan araştırmalarında TVV'ye kronik maruz kalmanın bir lipolitik etkiyi uyardığı gösterilmiştir (200). Rittweger ve ark., metabolik gücün vibrasyon eğitimiyle arttığını ve vibrasyon eğitimi sırasında enerji gereksinimlerinin orta şiddetteki yürüyüş ile benzer olduğunu bildirmiştir (201). Tek seanslık TVV uygulaması, muhtemelen kas kontraksiyonları yoluyla glikoz alımını ve kullanımını arttırarak, plazma glukozunu geçici olarak düşürür (202).

Bu bulgular TVV eğitiminin, yağsız vücut kütlelerinin artmasına ve yağ kütlelerinin azalmasına yol açabilecek artmış enerji harcamasının yanı sıra, anabolik hormonların baskınlığını uyandırarak obezite ve sarkopeni gibi durumları tedavi etme potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir.

2.6.4. TVV ve Kemik Formasyonu

Kemik, sağlıklı kalması için mekanik uyarılara gereksinim duyan canlı bir dokudur (203). Yerçekimi kuvveti, kas kuvvetleri ve yer reaksiyon kuvveti; günlük yaşam aktiviteleri sırasında iskelete uygulanan yükler arasında yer alır ve kemik modellemeye/yeniden modellemeye katkıda bulunur. İskelet sistemine yük taşıyan fiziksel aktiviteler, yaş, hareket azlığı veya nörolojik bozukluklarla birlikte ortaya çıkan kemik yapıdaki bozulmaları azaltır veya sona erdirir. Mekanik yüklenme ile kemik adaptasyonu arasındaki ilişki o kadar önemlidir ki, yük taşıyan fiziksel aktivitenin şiddetinin veya sıklığının azaltılması, aşırı kemik yıkımı ve kemik mineral yoğunluğunda azalmaya neden olmaktadır (203, 204). Bu sebeple osteoporozlu kişilerde kemik kaybının önlenmesi için, günlük fiziksel aktivitelerini arttırmaları şiddetle önerilir (205). Bununla birlikte, kaslar zayıf olduğunda veya mobilite ve nörolojik bozuklukların varlığında bu yöntem uygulanabilir olmayabilir.

TVV'nin fiziksel aktiviteye benzer şekilde kemikte mekanik iletimi aktive ettiği ve osteogenezi uyardığı düşünülmektedir (206). 1-10 Hz arasında değişen frekanslarda kontrollü dinamik yüklenme ile, yetişkin sıçanlarda intermedüller basınçta dalgalanmalar yarattığı ortaya konmuştur (207). Sonuç olarak, sıvı akışı yüklenmeye yanıt olarak kemik kanalı ve lakünlerinin hücre dışı boşlukları boyunca artmış ve sıvı akışındaki artış yüklenme frekansı ile orantılı olmuştur. Sıvı akışından kaynaklanan hücre membranlarındaki kayma gerilimleri, kemik hücrelerini uyarır (207, 208). Ekstrasellüler sıvı akışının kuvvetleri, membran mekanoreseptörlerinin aktivasyonu, fokal adezyon proteinleri, sitoskeletal sinyalizasyon veya hücre dışı lif organizasyonu gibi çeşitli mekanizmalar yoluyla hücresel yanıtlara dönüştürülebilir (209).

Literatürde, kemikteki mekanik iletimi kolaylaştırmak ve sıvı akışını artırmak için mekanik yüklemeyi sağlamak amacıyla vibrasyon uyarıları önerilmiştir (208). TVV, normal günlük aktiviteler sırasında gözlenen kemik üzerindeki mekanik yüklenmeleri taklit eden bir yöntem olarak hayvan ve insan çalışmalarında yaygın olarak kullanılmıştır (210-212).

Ayrıca fiziksel aktivite sırasında kas kontraksiyonundan kemiğe uygulanan kuvvetler de, kemiğin hücre dışı boşluklarından sıvı akışı oluşturarak mekanotransdüksiyona neden olabilir (213). Tonik vibrasyon refleksi, TVV sırasında

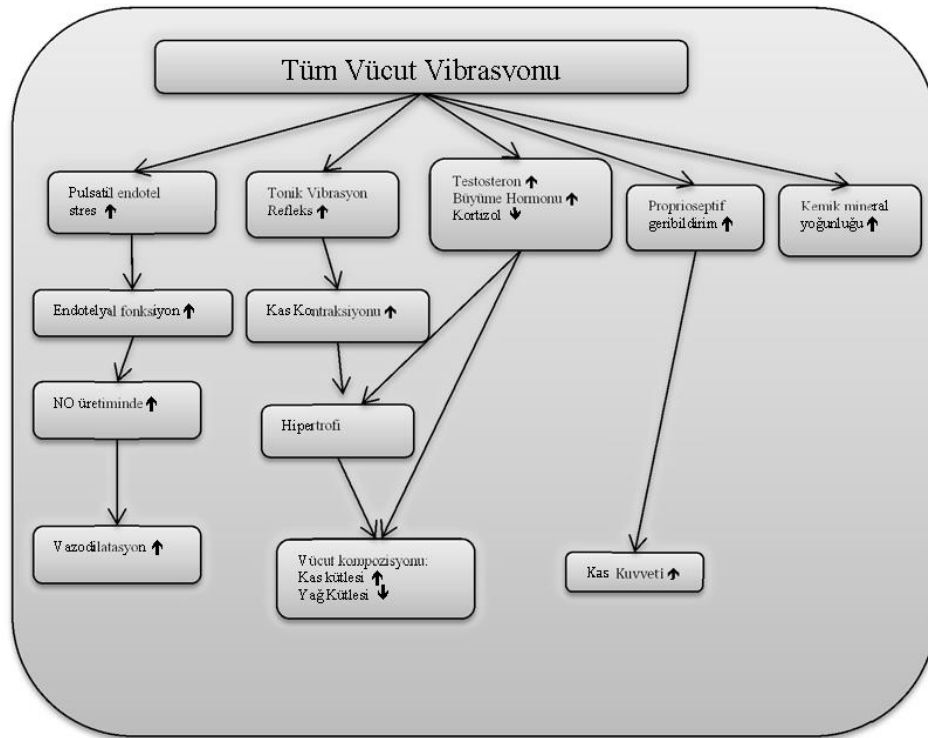
kesintisiz olarak aktive olur ve böylece uyaran durana kadar kaslar döngüsel olarak kasılmaya ve gevşemeye devam eder (214). Sonuç olarak kemik yapılar, tonik vibrasyon refleksinden gelen kas kontraksiyonlarının oluşturduğu kuvvetlere tepki gösterir. TVV, endokrin sistem yoluyla dolaylı olarak da kemik yapının yeniden modellenmesinin düzenlenmesini de etkileyebilir. TVV'nin kemik mineral yoğunluğu ile pozitif ilişkili olan testosteron hormonu ve epifiz büyüme plaklarında önemli etkisi olan büyüme hormonu düzeylerini şiddetle değiştirdiği gösterilmiştir (192, 215).

2.6.5. TVV ve Proprioepsiyon (Duyusal Sistem)

Kas orta noktasına veya tendonlara uygulanan mekanik vibrasyonların duyuşal reseptörleri stimüle ettiği, temel olarak kas uzunluk değişimlerine hassas olan kas iğciklerini tetikleyerek 'Tonik Vibrasyon Refleksi' (TVR) olarak adlandırılan kasın tonik bir kontraksiyonuna yol açtığı bilinmektedir (216, 217). Vibrasyon sadece nöromusküler kas iğcikleriyle değil; aynı zamanda cilt, eklemler ve sekonder sinir uçlarıyla da algılanır (186).

Tüm vücut vibrasyonun etkilerinden sorumlu mekanizmalar kesin olarak bilinmemekle birlikte, özetle TVV'nin, γ -halkasını etkileyen subkuten proprioseptörleri uyarıp, kas iğciğinin duyarlılığını arttırdığı kabul edilmektedir. TVV, kas iğciği aktivasyonunu uyararak, α -afferent ve α -efferent yollarıyla kas kontraksiyonuna neden olur ve hastanın platform üzerindeki pozisyonuna bağlı olarak golgi tendon organlarını, tonik vibrasyon refleksi gibi kas aktivitesini ve hatta antagonist vibrasyon reflekslerini aktif hale getirebilir (218, 219).

TVV, eklem mekanoreseptörlerinin aktivasyonu ile gama efferentlerinin uyarılması arasındaki ilişki sayesinde kas sertliğinde ve eklem stabilitesinde artışa neden olur. Ayakta duruş pozisyonunda, TVV sadece kas ve tendonlar üzerinde değil, aynı zamanda eklem yapıları üzerinde de etkiye sahiptir (220, 221). Bu durum, TVV'nin proprioseptif eklem mekanoreseptörlerinden elde edilen ek güçlü bir duyuşal etki yarattığı anlamına gelir. Ayrıca TVV'nin proprioepsiyonu nasıl geliştirebileceğini açıklamakta önemli bir faktör olabilir (10). Tüm Vücut Vibrasyonunun fizyolojik etkileri Şekil 2.3.' de özetlenmiştir.



Şekil 2.3. Tüm vücut vibrasyonunun fizyolojik etkileri.

2.6.6. TVV Uygulamalarında Kontraendike Durumlar

TVV'nin uygun olmayan şekillerde kullanılması durumunda, insan vücudunun rezonans alanlarından kaynaklanan bazı tehlikeli etkiler söz konusu olabilir. Doğada bulunan tüm maddeler gibi, insan vücudunun dokuları da rezonans olarak adlandırılan kendi doğal frekansında titretilmektedir. Örneğin; iç organların ve omurganın 8 Hz, gözlerin 20 Hz, beynin 18 Hz ve kasların 7-15 Hz arasında bir rezonansa sahip oldukları belirtilmektedir. Rezonans frekansı; vücut ağırlığı, kas sertliği ve vücut pozisyonu gibi faktörlerden etkilenmektedir (222). Rezonans frekansları ile ilgili yeterli sayıda araştırma bulunmadığından, TVV'nin bazı durumlarda kullanılmasının kontraendike olduğu düşünülmektedir (10). Bu olası kontraendike durumlar Tablo 2.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Tüm vücut vibrasyonu için olası kontraendike durumlar.

Gebelik	Epilepsi
Akut trombüs	Akut enfeksiyonlar
Ciddi kardiyovasküler hastalık	Kalp pili
Organ yetmezliği	Böbrek taşı
Kalça ve diz implantları	Şiddetli migren
Akut herni, diskopati, spondiloliz	Tümörler
Cerrahi yada kaza sonrası akut yaralanmalar	Yeni yerleştirilen intrauterin cihazlar, metal pimler veya plakalar
Şiddetli diyabet	

2.6.7. Rehabilitasyon Yaklaşımlarında TVV

Tüm vücut vibrasyonu, pek çok araştırmacı tarafından, fiziksel performansı, fonksiyonu, hormon üretimini artırmak ve kemik yapısı gibi fizyolojik özelliklerin iyileştirilmesi için olası bir araç olarak kabul edilmiştir (223-225). Son yıllarda ise, artan sayıda araştırmacı tarafından yaşlıların ve nörolojik bozuklukları olan hastaların rehabilitasyonunu desteklediği iddia edilmektedir (180, 225, 226).

Literatürde MS, Parkinson, Serebral Palsi ve inme gibi çeşitli nörolojik problemlerde TVV'nin etkinliğinin araştırıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. TVV uygulaması ve parametreleri üzerine herhangi bir görüş birliği olmadığı için, bu çalışmalarda kullanılan uygulamalar da farklılıklar göstermektedir. Çalışmalarda; tek seferlik TVV uygulamasına karşın, tekrarlı uygulamalar; 2-6 Hz arası düşük frekanstaki uygulamalara karşın, 20-40 Hz arası yüksek frekanstaki uygulamalar kullanılabilmektedir (9). Mobilite, motor semptomlar, postüral kontrol, denge, kas kuvveti, spastisite, günlük yaşam aktiviteleri ve propriosepsiyonun değerlendirildiği bu çalışmaların bazılarında ilerleme kaydedilirken, bazılarında ise herhangi bir gelişme gösterilememiştir (226-230).

TVV'nin nörolojik hastalıklarda etkilerini değerlendiren araştırmaların niteliği ve miktarı, son yıllarda ortaya çıkan bir yöntem olmasına rağmen iyi sonuçlar içermektedir. TVV ile yapılan tek uygulamanın; mobilite, postüral kontrol, motor bozukluklar ve kas kuvveti üzerine olumlu etkileri açısından zayıf ve orta derecede

kanıtlar bulunmaktadır. Tekrarlı TVV uygulamalarında ise; denge, mobilite, motor bozukluk ve kas kuvveti üzerinde olumlu etkiler gösteren bir araştırma bulunmamaktadır. Bununla birlikte, tekrarlı TVV eğitiminin, inme ve serebral palsili hastalarda geleneksel egzersiz ve kuvvetlendirme eğitimi kullanılarak elde edilen kazanımlara göre benzer sonuçlar ürettiği gösterilmiştir. TVV'nin yorgunluk etkisini minimale indirerek benzer kazanımları ürettiği düşünülürse, bu yöntem nörolojik hastalarda faydalı olarak kabul edilebilir. Mevcut kanıtlar, çalışmaların yetersizliği ve heterojenliği ile sınırlı olmasına rağmen; bu erken sonuçlar, nörolojik rahatsızlıkları olan kişilerde TVV'nin etkilerinin araştırılmasını teşvik edici niteliktedir (9).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Tüm vücut vibrasyonunun serebellar ataksili hastalarda postüral kontrol üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla planlanan bu çalışma; Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ‘Nörolojik Rehabilitasyon Ünitesi’nde gerçekleştirildi. Çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan gerekli izin ve onay alındı (GO 14/397).

Çalışmaya nöroloji uzmanı tarafından ataksi tanısı konmuş, 18 yaş üstü 24 hasta dahil edildi. Hastalardan 1’i atak geçirdiği için, 2’si fonksiyonel seviye olarak egzersizlere ve tedavi seanslarına uyum gösteremediği için, 1’i ayak bileğini kırdığı için çalışma dışı bırakıldı. Çalışmamız; toplam 20 hasta ile tamamlandı.

Çalışmaya dahil olmayı kabul eden bireylere, çalışma detaylıca anlatıldı ve Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulunca öngörülen aydınlatılmış onam formu ile imzalı onayları alındı.

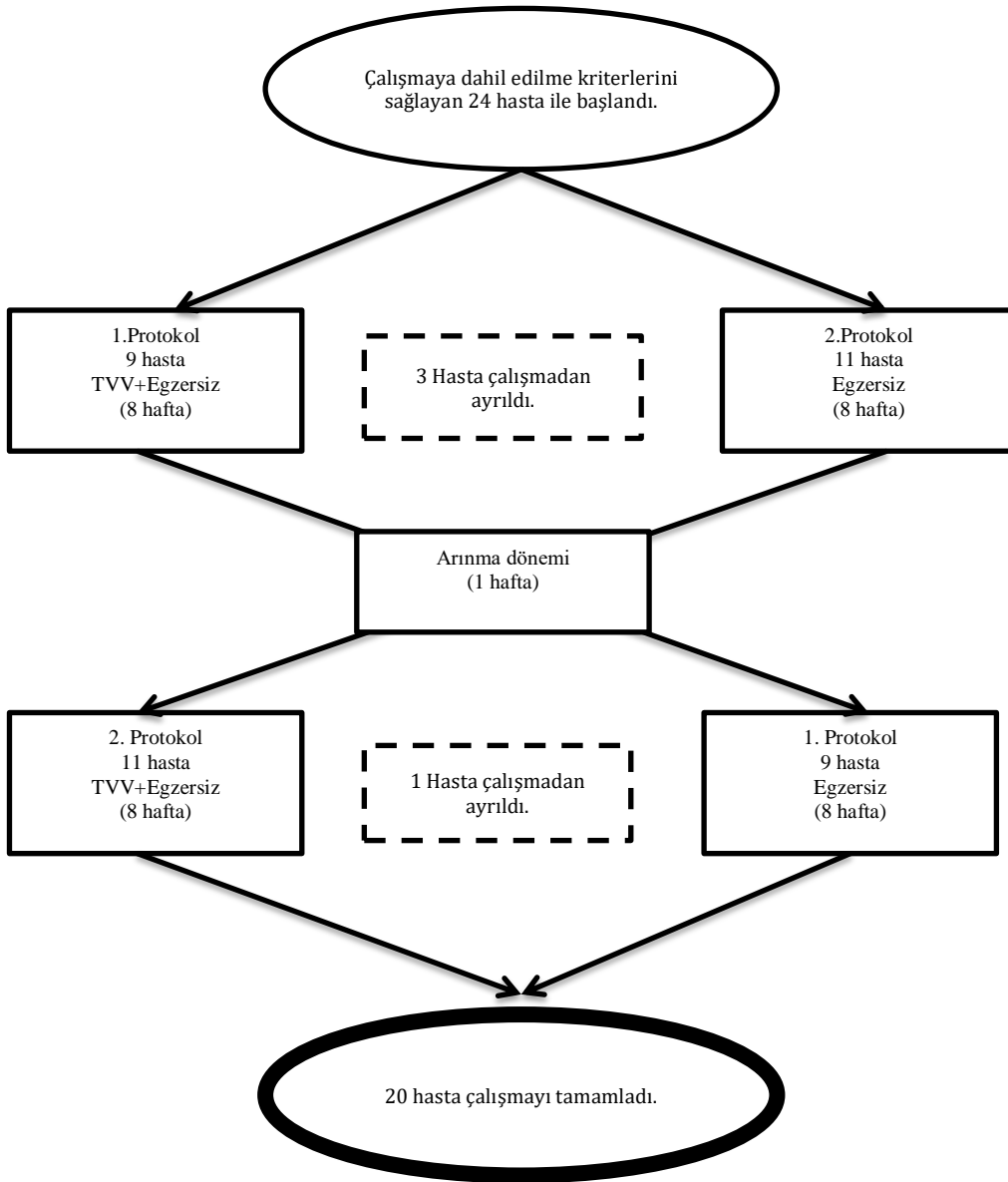
Dahil edilme kriterleri: Çalışmaya klinik ve laboratuvar denge testlerini tamamlayacak düzeyde ayakta durabilen, bağımsız yürüyebilen, Mini Mental Durum Testi puanı 24 ve üzeri olan ve serebellar ataksi bulguları ön planda olan ataksik hastalar dahil edildi.

Dahil edilmeme kriterleri: Bağımsız yürüyemeyen, vestibüler ve duyuusal ataksi etkilenimi olan, sistemik problemleri ve kognitif etkilenimi olan, postüral kontrolü etkileyebilecek ortopedik ve ek nörolojik problemleri olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

3.2. Yöntem

Tüm vücut vibrasyonunun serebellar ataksili hastalarda postüral kontrol üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla planlanan 17 haftalık çalışmaya 24 hasta dahil edildi. Çalışma, çapraz geçişli (cross over) olarak dizayn edildi ve bu sayede tüm vücut vibrasyonu uygulamasının etkinliği aynı hastalar üzerinde incelendi.

Hastalar, bilgisayar programı aracılığıyla randomize olarak 2 gruba ayrıldı. Birinci protokolde ilk 8 hafta tüm vücut vibrasyonu ve egzersiz programı birlikte uygulandı ve 1 haftalık arınma döneminden sonra 8 hafta sadece egzersiz programı uygulandı. İkinci protokolde ise ilk 8 hafta sadece egzersiz programı ve 1 haftalık arınma döneminden sonra 8 hafta tüm vücut vibrasyonu ve egzersiz programı birlikte uygulandı. Çalışmanın akış şeması Şekil 3.1.'de gösterildi.



Şekil 3.1. Çalışmanın akış şeması.

3.3. Değerlendirmeler

ICF'ye uyumlu olarak seçilen yaklaşımlardan oluşan değerlendirme programı, çalışmaya kör, aynı fizyoterapist tarafından her iki tedavi programından önce ve sonra olmak üzere toplam dört kez uygulandı.

3.3.1. Demografik Bilgiler ve Hikaye

Değerlendirme öncesi katılımcıların yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, hikayesi, şikayetleri, hastalığın tipi, mesleği, özgeçmiş ve soygeçmiş, varsa kullanılan ilaçları kaydedildi.

3.3.2. Vücut Yapı ve İşlev Bozukluklarının Değerlendirilmesi

Yorgunluk Değerlendirmesi

Olguların yorgunluk şiddetlerini değerlendirmek için Görsel Analog Skalası (VAS) kullanıldı. Olgulardan yorgunluk şiddetlerini 0'dan 10'a kadar numaralandırılmış 10 cm'lik bir çizgi üzerinde işaretlemeleri istendi (0 = yorgunluk yok, 10 = şiddetli yorgunluk) (231).

Ağrı Değerlendirmesi

Olguların ağrı şiddetlerini değerlendirmek amacıyla VAS kullanıldı. Bu skalada, olgulardan 0-10 arasında numaralandırılmış 10 cm'lik bir çizgi üzerinde ağrı şiddetlerini işaretlemeleri istendi. (0 = hiç ağrı yok, 10 = dayanılmayacak şiddetle ağrı var) (232).

Hastalık Şiddetinin Değerlendirilmesi

Hastalık şiddetinin değerlendirilmesi için kullanılan Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği 4 alt başlıktan oluşur; postür ve yürüme bozuklukları, kinetik fonksiyonlar, konuşma ve okülomotor bozukluklar. Postür ve yürüme bozuklukları alt parametresi 7 soru 34 puandan, kinetik fonksiyonlar 7 soru 52 puandan, konuşma bozuklukları 2 soru 8 puandan, okülomotor bozukluklar 3 soru 6 puandan oluşur. Skor aralığı 0-100 olup, skorun yükselmesi artmış hastalık şiddetini gösterir (82).

Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği bu çalışmada hastalığın semptomlarındaki değişimlerin izlenmesi amacıyla kullanıldı.

Gövde Kontrolünün Değerlendirilmesi

Gövde kontrolünün değerlendirilmesi için kullanılan Gövde Bozukluk Ölçeği'nin 3'ü statik denge, 10'u dinamik denge, 4'ü stabilizatör kasların koordinasyon yeteneği ile ilgili toplam 17 maddesi vardır ve 0-23 puan arası toplam puan kaydedilir. Yüksek puan, gövde kontrolünün iyi olduğunu gösterir (233, 234).

3.3.3. Aktivite Kısıtlılıklarının Değerlendirilmesi

Düşme Değerlendirilmesi

Bireylerin son 6 ay içindeki düşme hikayeleri kaydedildi ve düşme korkusu (var/yok şeklinde) sorgulandı.

Fonksiyonel Mobilite Becerilerinin Değerlendirilmesi

Olguların fonksiyonel mobilite becerilerinin değerlendirilmesi için Süreli Kalk ve Yürü Testi kullanıldı. Olgulardan oturduğu sandalyeden kalkıp 3 metrelik mesafeyi yürümesi, geri dönmesi, aynı mesafeyi tekrar yürümesi ve sandalyeye oturması istendi, bu sırada kronometre ile süre ölçüldü. 3 tekrar yapılarak ortalama süre hesaplandı. Testin tamamlanma süresi ≤ 10 saniye ise fonksiyonel mobilitenin normal olduğu, < 20 saniye ise mobilitenin iyi olduğu ve kişinin yardımcı cihaz olmadan yürüyebileceği, dışarıya yalnız çıkabileceği, < 30 saniye ise mobilite ile ilgili problem mevcut olduğu ve kişinin yardımcı cihaz kullanması gerektiği, dışarıya yalnız çıkamayacağı sonucuna varıldı. Test, daha sonra kognitif ve motor ek görevler eklenerek tekrarlandı (235).

Stabilite Limitlerinin Değerlendirilmesi

Olguların stabilite limitlerini ölçmek amacıyla Fonksiyonel Uzanma Testi kullanıldı. Olgulardan destek yüzeyi sabit olacak şekilde bir duvar kenarında ayakta durması ve dominant taraf üst ekstremitelerini yumruk yaparak 90° fleksiyonda tutması istendi. Bu pozisyonda başlangıç noktası işaretlendi. Daha sonra olgudan

adım almadan öne doğru uzanması istendi ve başlangıç noktası ile uzanabildiği nokta arasındaki mesafe mezura ile ölçüldü. 3 tekrar yapıldı ve ortalama mesafe hesaplandı. Olgunun 15.2 cm veya daha az uzanması düşme riskinin ciddi derecede artmış olduğunu, 15.2 - 25.4 cm arası uzanma ise düşme riskinin orta derecede artmış olduğunu gösterir (236).

Yürüme Performansının Değerlendirilmesi

Olguların yürüme performansları için 10 metre yürüme testi yapıldı. Olgulardan 10 metre mesafeyi yürümesi istendi ve kronometre ile süre kaydedildi. 3 tekrar yapılarak ortalama süre hesaplandı. Yürüme mesafesi (10 metre) elde edilen ortalama süreye bölünerek yürüme hızı (m/s) elde edildi. <0,4 m/s yürüme hızı, ev içerisinde ambule; 0,4-0,8 m/s yürüme hızı, ev dışında limitli ambule ve > 0,8 m/s yürüme hızı ise ev dışında ambule olabileceğini gösterdi (237).

Performans Temelli Denge Değerlendirilmesi

Olguların performans temelli dengeleri Berg Denge Ölçeği ile değerlendirildi. 14 farklı görevin performansına 0 (uygulanamaz) ile 4 (normal performans) arasında puan verilmesini içeren bir skaladır. 56 puan üzerinden değerlendirilen bu ölçekte; 0-20 arası puanlar denge bozukluğunu, 21-40 arası puanlar denge kabul edilebilir olduğunu, 41-56 arası puanlar dengeyi göstermektedir (238, 239).

Günlük Yaşam Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

Olguların günlük yaşam aktiviteleri Barthel İndeksi ile değerlendirildi. Barthel İndeksi, 10 temel günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığı değerlendirir; yemek yeme, banyo, kendine bakım, giyim, mesane kontrolü, barsak kontrolü, tuvalet kullanımı, sandalye/yatak transfer, mobilite ve merdiven aktiviteleri. Toplam puan 0-100 aralığında olup, puan arttıkça günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık artışını gösterir (97, 240).

Postüral Kontrolün Değerlendirilmesi

Karmaşık bir yapısı olan postüral kontrol mekanizmasının değerlendirilmesinde, bu konuda geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmış, verdiği

sonuçlar altın standart olarak kabul edilen Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP) sistemi kullanıldı. BDP bireyin görsel, vestibüler ve somatosensori sistemlerinden gelen bilgileri kullanma veya bu sistemlerden gelen bilgileri koordine edebilme yeteneğini değerlendirir (241).

Çalıřmamızda postüral kontrol, ‘*Neurocom Smart Balance Master System*’ ile deęerlendirildi (řekil 3.2.). Sistem gerektięi zaman hareket edebilen bir platformdan ve görsel evre oluřturan paravandan meydana gelmektedir. Ayrıca, sistem içerisinde testler sırasında kiřilerin dūřmesine engel olmak için bir askı sistemi bulunmaktadır. Sistem gūnlük yařamda karřılařılabilecek çeřitli durumlara benzer řekilde dūzenlenmiř farklı test pozisyonları kullanır. Ataksi ile ilgili birçok çalıřmada postüral kontrolūn deęerlendirmesinde kullanılan geçerli ve gūvenilir bir testtir (242).



şekil 3.2. ‘*Neurocom Smart Balance Master System*’ Bilgisayarlı Dinamik Postürografi.

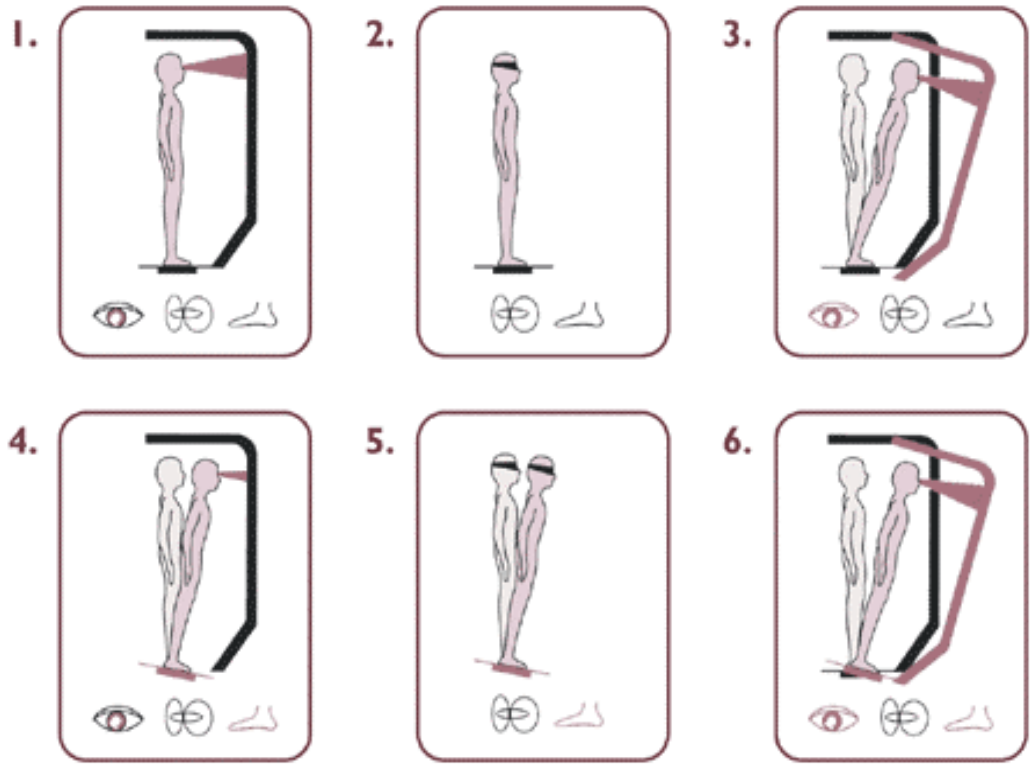
Bu sistemde yapılan başlıca testler; Duyu Organizasyon testi (DOT), Adaptasyon Testi (ADT), Stabilité limitleri testi (SLT), Ritmik Ağırlık Aktarma Testi (RAAT)'dir. Çalışmamızda olgular çalışmanın hipotezleri ile uyumlu olarak DOT, ADT ve SLT ile değerlendirildi.

Değerlendirmeye başlamadan önce yorgunluk etkisinin ortadan kaldırılabilmesi için, her olgu test öncesi 15 dakika dinlendirildi ve BDP değerlendirmesinin yapıldığı gün diğer değerlendirmeler yapılmadı. BDP değerlendirmesine başlandıktan sonra, test parametreleri arasında dinlenme molası verilmedi.

Duyu Organizasyon Testi (DOT)

Görsel ve proprioseptif veriler değiştirildiğinde bireyin gravite merkezinin konumunu kontrol etme yeteneğini değerlendiren, statik ve dinamik denge hakkında bilgi sağlayan bir testtir (243). DOT, postüral kontrolü sağlayan somatosensorial, görsel ve vestibüler sistemlerdeki normalden sapmaları objektif olarak belirleyen ve kolaydan zora doğru uygulanan altı bölümden oluşur (Şekil 3.3.). Test sırasında;

- 1- Bireyden gözleri açık ayakta dik durması istenir ve bu pozisyonda sadece statik denge değerlendirilir.
- 2- Aynı test, bu sefer gözler kapalı olarak tekrarlanır.
- 3- Kişinin üzerinde durduğu platform sabitken, görsel çevreyi sağlayan paravan hareket eder, gözler açıktır.
- 4- Sadece platform hareketli, paravan sabittir, gözler açıktır.
- 5- Aynı test, bu sefer gözler kapalı olarak tekrarlanır.
- 6- Hem platform hem de paravan hareketlidir, gözler açıktır.



Şekil 3.3. Duyu Organizasyon Testi'nin 6 pozisyonu (244).

Testler sırasında platform ve paravan, hastanın postüral salınımla eş zamanlı olarak salınım yapar, bu konumlarda proprioseptif bilginin kesinliği ortadan kalkar. 6. konum değerlendirmenin en zor kısmıdır. Gözler açık, destek yüzeyi ve görsel çevre hareketlidir. Proprioseptif bilgiler ve görsel bilgiler bozulduğu için, denge sadece vestibüler sistem tarafından sağlanır (Tablo 3.1.) (245).









Tablo 3.1. Duyu Organizasyon Testi'nde konumlar ve duyu sistemlerinin ilişkisi.

Çevre		Beklenen Duyusal Sistem Cevabı		
Konum	Görme	Yüzey	Dezavantajlı sistem	Kullanılan sistem
Konum 1	Gözler açık	Sabit		Somatosensöriyel
Konum 2	Gözler kapalı	Sabit	Görsel	Somatosensöriyel
Konum 3	Hareketli görsel çevre	Sabit	Görsel	Somatosensöriyel
Konum 4	Gözler açık	Hareketli	Somatosensöriyel	Görsel
Konum 5	Gözler kapalı	Hareketli	Somatosensöriyel & görsel	Vestibüler
Konum 6	Hareketli görsel çevre	Hareketli	Somatosensöriyel & görsel	Vestibüler

Her bir konumda test üç defa tekrarlandı ve elde edilen puanların ortalaması alınarak o konum için denge puanı hesaplandı. DOT puanları yorumlanırken, bireyden elde edilen veriler, maksimum teorik sınır ile karşılaştırıldı. Elde edilen puanlar 0 ile 100 arasında yer alır ve 100 puan kusursuz kararlılık anlamını taşır. Tüm puanların ağırlıklı ortalaması alındı ve sonuçta birleşik puan elde edildi. 6 aşamadan oluşan test uygulanırken, olgulara testler öncesinde karşılaşıcağı durumlar özetlendi ve “gözlerinizi kapatın ve sabit durmaya çalışın” gibi gerekli uyarılar ile komutlar verildi ve hesaplanan tüm puanlar kaydedildi.

Duyu analizi, duyu algılanmasında fonksiyon kaybının ve/veya anormal duyu önceliğinin araştırılmasıdır. Altı test konumunun ortalama denge puanlarının birbirine oranlarının analizi ile elde edilir (Tablo 3.2.). Değerlendirme 100 puan üzerinden yapılmaktadır.

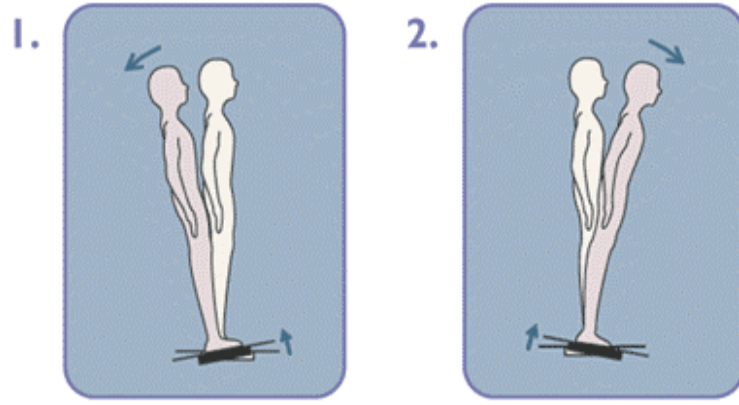
Tablo 3.2. Duyu analizi ve işlevsel anlamları.

Oran adı	Test durumları		Oran Çifti	Önem
SOM Somatosensori	 2	 1	K2 /K1	Soru: Görsel ipucu yokluğunda sallanma artıyor mu? ^{1,2} Düşük puanlar: Somatosensory referansların zayıf kullanımını gösterir
VIS Görsel	 4	 1	K4 /K1	Soru: Somatosensory ipucu hatalı olduğunda sallanma artıyor mu? ^{1,2} Düşük puanlar: Görsel referansların zayıf kullanımını gösterir
VEST Vestibüler	 5	 1	K5/ K1	Soru: Görsel ipucu yokluğunda ve somatosensory ipucu hatalı olduğunda sallanma artıyor mu? Düşük puanlar: Vestibüler referansların zayıf kullanımını veya yokluğunu gösterir
PREF Görsel Öncelik	 3	 6	K3+K6/ K2 + K5	Soru: Hatalı görsel ipucu görsel uyarı olmaması durumuyla karşılaştırıldığında sallanma artıyor mu? Düşük puanlar: Görsel veriler güvenilir olmasa bile görsel ipucuna çok fazla güvenildiğini gösterir

K: konum

Adaptasyon Testi (ADP)

Adaptif postüral yanıt sisteminin testi olarak kabul edilen ADT, hastanın destek yüzeyi oryantasyonunda meydana gelen beklenmedik bir değişimin neden olduğu somatosensoriyel girdiye adapte olma yeteneğini değerlendirir. Test sırasında platform antero-posterior rotasyon yaparak sırasıyla önce 5 kez hastanın ayakucu, sonra ise 5 kez hastanın topuğu yukarı doğru aniden kaldırılır (Şekil 3.4.) (246).



Şekil 3.4. Adaptasyon Testi uygulama konumları (247).

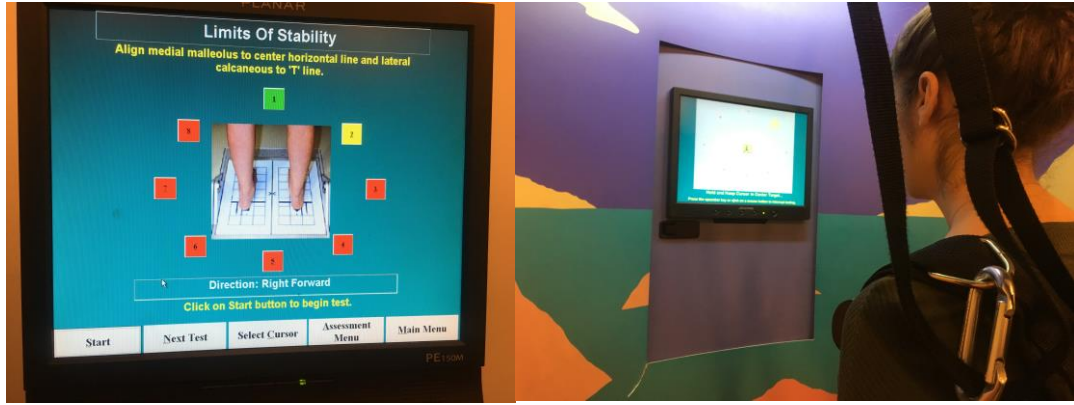
Her bir deneme sonrasında kişinin vücudunu dik tutacak yeterli enerjiyi harcayarak tekrardan dengesini sağlaması ve dengenin sağlanması için gereken enerji miktarının bir önceki denemeye karşılaştırıldığında azalmış olması beklenir. Testin sağladığı sayısal değerler, tepki veya salınım enerjisini göstermektedir. Salınım enerji puanı toplama için kuvvet platformuna uygulanan kuvvetin ölçümüyle elde edilir. 0 ile 200 arasında puanlanır. 5 tekrarın ortalaması alınarak değerlendirme yapılmaktadır. Düşme durumunda o denemenin puanı 200 olarak kabul edilmektedir ve salınım enerji puanının 0'a yakın olması daha iyi postüral adaptasyonu göstermektedir (243, 248).

Test öncesinde olgulara platformun öncelikle parmaklar yukarı gelecek şekilde geriye doğru hareket edeceği “sizi birisi geriye doğru çekiymiş gibi düşünün” ve bunun 5 defa üst üste tekrarlanacağı daha sonra da platformun parmaklar aşağı gelecek şekilde öne doğru 5 defa üst üste hareket edeceği sözel

olarak anlatıldı ve deneme yaptırılmadı. Parmaklar yukarı ve parmaklar aşağı pozisyonlarından elde edilen değerler, ayrı ayrı ortalama alınarak kaydedildi.

Stabilite Limitleri Testi (SLT)

Stabilite Limitleri Testi, gravite merkezinin destek yüzeyi üzerindeki hareket kontrol yeteneğini değerlendirir. Gravite merkezinin istemli kontrolü hastadan 8 farklı yöne ağırlık aktarması istenilerek sağlanır (Şekil 3.5.). Bu sırada, reaksiyon zamanı, hareketin hızı, ulaşılabilen son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü değerlendirilir (249).



Şekil 3.5. Stabilite Limitleri Testi

SLT sırasında hareketin doğruluğu:

Reaksiyon Zamanı; verilen sinyal ile hareketin başlangıcı arasındaki süredir. Hedeflenen, hızlı bir reaksiyon zamanıdır. Bu sürenin uzaması, duyu-algı bozuklukları (dikkatsizlik, sinyali görememe vb.) veya motor planlama bozuklukları sonucu görülebilmektedir.

Maksimum son nokta; bireyin test sırasında ulaşabileceği maksimum noktadır (Maximum Excursion- MXE).

Ulaşılan son nokta; bireyin test sırasında pozisyonu koruyabildiği son noktadır (EndPoint Excursion- EPE).

Hareketin hızı; bireyin test sırasındaki hareketinin hızıdır (Movement Velocity-MVL).

Yön kontrolü; bireyin düzgün ve devamlı bir şekilde hedefe ilerleyip ilerlemediğidir (Directional Control- DCL) (249).

Testten önce görsel bilginin sağlanması için, paravan içindeki monitör açılarak kişinin göz seviyesine göre ayarlandı. Hastaya, diz fleksiyonu yapmaması, öne - arkaya eğilmemesi ve ayaklarını zeminden ayırmaması, sadece vücut ağırlığını aktararak hareket etmesi gerektiği anlatıldı. Testin başında olguyu ifade eden insan figürü, merkezdeki kare içerisinde durmaktadır. Bireyden, verilen sinyal ile insan figürünü bulunduğu yerden çıkartıp çevrede yer alan karelere doğru sırayla yönlendirmesi - ağırlık aktarması istendi. Testin anlaşılması zor olduğundan her hastada test öncesinde öne ve arkaya ağırlık aktarmalar 1 defa denenerek testin anlaşılması sağlandı. Reaksiyon zamanı, hareketin hızı, ulaşılan son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü değerlendirildi.

3.3.4. Katılımın Değerlendirmesi

Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi

Olguların yaşam kalitesi Nottingham Sağlık Profili (NSP) ile değerlendirildi. NSP; sağlığın fiziksel, duygusal ve sosyal yönlerinin subjektif algılanışını değerlendiren, katılımcının kendisinin cevapladığı bir ankettir. NSP, sağlığın 6 boyutunu kategori olarak değerlendirir: Enerji seviyesi, ağrı, fiziksel aktivite, uyku, emosyonel reaksiyonlar, sosyal izolasyon. Anket, toplam 38 sorudan oluşmaktadır ve sorular evet/hayır şeklinde cevaplandırılır. Her bir alt kategorinin puan aralığı 0-100'dür, NSP için toplam puan aralığı 0-600'dür. NSP'deki daha yüksek puanlar, daha düşük yaşam kalitesini temsil etmektedir (250, 251).

Tedavi Amacına Ulaşma Düzeyinin Değerlendirilmesi

Olguların tedaviye katılımı Amaca Ulaşma Ölçeği (GAS) ile değerlendirildi. Hasta merkezli tedavi yaklaşımlarında yaygın olarak kullanılan bu ölçek hastanın tedavi sonucunda varmak istediği hedefin, fizyoterapist ve hasta tarafından birlikte oluşturulmasını içermektedir. Her hasta etkili bir şekilde kendi hedeflerini belirleyebilir, ancak bu hedefler standart bir şekilde skorlanır. Her hedef, 5 puanlık bir skala ile derecelendirilir. 0 = Hasta beklenen seviyeye ulaşıyor; +1 = biraz

beklenenden fazla; +2 = beklenenden çok daha fazla; -1 = beklenenden biraz daha az; -2 = beklenenden çok daha düşük (252). Her olgu toplam 5 hedef seçti ve hedefler, önem derecesi ve zorluk açısından hasta ve fizyoterapist tarafından ağırlıklandırıldı. Genel puan, Turner-Stokes tarafından tanımlanan ve literatürde yaygın olarak kullanılan hesaplama yöntemi kullanılarak hesaplandı (101).

Postüral kontrolün bileşenlerinin ve postüral kontrolün aktivite ve katılım düzeylerine etkisinin değerlendirilmesi için kullanılan değerlendirme yöntemleri Tablo 3.3.'de gösterildi.

Tablo 3.3. Postüral kontrolün bileşenleri ve aktivite ve katılım düzeylerine etkisinin değerlendirilmesi için kullanılan yöntemler.

Postüral Kontrol Bileşenleri	Duyusal Stratejiler	Duyu Organizasyon Testi
	Hareket Stratejileri	Adaptasyon Testi
	Biyomekaniksel Yeterlilik	Stabilite Limitleri Testi
		Klinik Stabilite Limitleri
		Ağrı ve Yorgunluk
	Dinamiklerin Kontrolü	Gövde Kontrolü
		Hastalık Şiddeti
	Uzaysal Oryantasyon	Performans Temelli Denge
		Yürüme Performansı
	Kongitif Süreç	Dual Task ile Fonksiyonel Mobilite
Postüral Kontrolün Aktivite ve Katılım Düzeylerine Etkisi	Amaca Ulaşma Düzeyi	
	Yaşam Kalitesi	
	Günlük Yaşam Aktiviteleri	

3.4. Tedavi

Randomize olarak 2 gruba ayrılan olgular haftada 3 gün, günde 1 saat toplam 16 hafta (8 hafta × 2) süre ile tedaviye alındı. Birinci protokolde ilk 8 hafta tüm vücut vibrasyonu ve egzersiz programı birlikte uygulandı ve 1 haftalık arınma döneminden sonra 8 hafta sadece egzersiz programı uygulandı. İkinci protokolde ise ilk 8 hafta sadece egzersiz programı uygulandı ve 1 haftalık arınma döneminden sonra 8 hafta tüm vücut vibrasyonu ve egzersiz programı birlikte uygulandı.

3.4.1. Tüm Vücut Vibrasyonu

Çalışmada Chattanooga firmasının *Compex® Winplate* isimli vibrasyon cihazı kullanıldı (Şekil 3.6.). Tüm vücut vibrasyonu olgulara 1 dakika uygulama ve 1 dakika dinlenme şeklinde 4 set halinde uygulandı. Çalışma kapsamında verilen TVV, 30 Hz frekans ve düşük amplitüdü (2mm) vertikal osilasyonlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.6. *Compex® Winplate* Tüm vücut vibrasyon cihazı

3.4.2. Egzersiz Programı

Egzersiz programlarında hastaların bireysel ihtiyaçları dikkate alınarak gövde stabilizasyonu, denge ve fonksiyonel egzersizlerinden oluşan egzersiz eğitimi uygulandı.

Uygulanan egzersiz programının temel hedefleri; gövde ve proksimal stabilizasyonu artırmak, dış uyaranlara ve yerçekimine karşı denge ve postüral

reaksiyonları geliştirmek, üst ekstremitelerin fonksiyonlarını geliştirmek, fonksiyonel yürüme ve bağımsızlığı arttırmak olarak belirlendi.

Egzersizlerin zorluk derecesi, olguların bireysel performansına uygun olarak belirlendi ve bir tedavi seansı yaklaşık 60 dakikalık egzersiz programından oluşturuldu. Olgulara uygulanan egzersiz programı, genel olarak aşağıdaki egzersiz yaklaşımlarından seçildi:

- MAT aktiviteleri (Farklı pozisyonlarda PNF tekniklerinden aproksimasyonlar ile)
- Statik ve dinamik denge egzersizleri (Farklı pozisyonlarda PNF tekniklerinden Ritmik Stabilizasyon ve Stabilizing Reversal ile)
- Frenkel Koordinasyon egzersizleri (Duyusal uyarım teknikleri ile birlikte)
- Farklı zeminlerde ağırlık aktarma ve yürüme eğitimi (Dar iki çizgi üzerinde yürüme, tandem yürüme, asker yürüyüşü, değişik zeminlerde yürüme, ani komutlarla durma ve dönme)
- Fonksiyonel aktiviteler; oturmadan ayağa kalkma, merdiven inme/çıkma, ayakta dik duruş pozisyonunda top aktiviteleri gibi.

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizleri IBM SPSS 20.0 istatistik paket programı kullanılarak yapıldı. Ölçümle belirlenen değişkenler, aritmetik ortalama \pm standart sapma ($X \pm SD$) olarak ifade edildi ve sayımla belirlenen değişkenler için (%) değeri hesaplandı.

Egzersiz ve TVV ile birlikte egzersiz programlarının etkinliği için tedavi programlarının öncesi ve sonrası ikili karşılaştırmaları için Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanıldı ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Her iki tedavi programının da etkili olduğu durumlarda hangi tedavi programının daha etkili olduğunu belirlemek amacıyla tedavi öncesi ve sonrası farklarının karşılaştırılması için değişim oranı, [(Tedavi sonrası-Tedavi öncesi)/Tedavi öncesi] hesaplandı. Farkların ve değişim oranlarının karşılaştırılması için Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanıldı ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan (Mini Mental Durum Test puan ortalaması $26,85 \pm 1,72$ olan) serebellar ataksi tanısı almış ve bağımsız yürüeyebilen 24 hasta ile başlandı. Hastalar randomize olarak 2 gruba ayrıldı. Çapraz geçişli olarak planlanan çalışma kapsamında hastaların tamamına egzersiz tedavisi (Egzersiz programı) ve tüm vücut vibrasyonu ile birlikte egzersiz tedavisi (TVV ile birlikte Egzersiz programı) sırayla uygulandı. 4 hasta farklı sebeplerle çalışmayı bıraktı ve sonuç olarak toplam 20 hasta ile çalışma tamamlandı.

Çalışmanın birincil sonlanım noktası Duyu Organizasyon Testi'ne göre tedavi öncesi ve tedavi programını tamamlayan bireyler üzerinden hesaplanan çalışmanın gücü %81,4'dür.

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Ataksili hastalarda tüm vücut vibrasyonunun postüral kontrol üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yaptığımız çalışmayı; 13 kadın (%65), 7 erkek (%35) olmak üzere 20 ataksili hasta tamamladı. Hastaların tanıları incelendiğinde, 12'sinin (%60) MS, 4'ünün (%20) Serebellar Atrofi, 4'ünün (%20) Spinocerebellar Dejenerasyon olduğu görüldü. Hastaların tanımlayıcı özellikleri Tablo 4.1.'de gösterildi.

Tablo 4.1. Tanımlayıcı özellikler.

	X±SS (n:20)
Yaş (yıl)	34,00±9,15
Boy (cm)	167,80±11,82
Vücut ağırlığı (kg)	66,10±13,66
Vücut kitle indeksi (kg/cm ²)	23,34±3,11
Hastalık durasyonu (yıl)	9,36±5,20

4.2. Düşme ile İlgili Bulgular

20 ataksili hastanın 8'inin (%40'ının) son 6 ay içerisinde en az bir kez düşme şikayeti yaşadığı belirlenirken, 12'sinin (%60'ının) son 6 ay içerisinde herhangi bir düşme şikayeti yaşamadığı belirlendi.

Düşme öyküsü bulunan hastaların 2'sinin (%16,6'sının) 1 kez, 3'ünün (%25'inin) 2 kez ve 7'sinin (%58,4'ünün) ise 3 ve üzeri düşme şikayeti yaşadığı belirlendi.

İçlerinde düşmeyen hastalarında bulunduğu 9 hastanın (%45'inin) düşme korkusu varken, 11 hastanın (%55'inin) düşme korkusunun olmadığı belirlendi.

Çalışma süresince yeni bir düşme öyküsüne rastlanmazken, egzersiz ve TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programları sonrasında düşme korkusu açısından herhangi bir farklılığa raslanmadı.

4.3. Ağrı ve Yorgunluk ile İlgili Bulgular

TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası ağrı ve yorgunluk şiddetinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı gözlemlendi ($p < 0,05$). Egzersiz programı sonrası ise ağrı ve yorgunluk şiddetinde bir değişiklik gözlemlenmedi ($p > 0,05$). Tedavi programlarına göre hastaların ağrı ve yorgunluk şiddetlerinin karşılaştırılması Tablo 4.2.'de gösterildi.

Tablo 4.2. Ağrı ve yorgunluk şiddetlerinin karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
Ağrı (VAS 0-10)	2,35±2,60	1,67±2,56	-1,572	0,116	2,85±2,86	1,72±2,30	-2,731	0,006*
Yorgunluk (VAS 0-10)	3,35±2,94	2,80±2,77	-1,627	0,104	4,70±2,80	2,25±2,31	-3,448	0,001*

* $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.4. Hastalık Şiddeti ile İlgili Bulgular

Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği'ndeki (UAOÖ) kinetik fonksiyon bozukluk puanları ile UAOÖ toplam hastalık şiddeti puanlarının hem egzersiz programı, hem de TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı bulunurken ($p<0,05$); postür ve yürüme bozuklukları puanının sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı belirlendi ($p<0,05$). Konuşma ve okülomotor bozuklukların ise, her iki tedavi programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik göstermediği saptandı ($p>0,05$). Hastaların UAOÖ'deki hastalık şiddetleri ile ilgili bulguları Tablo 4.3.'de gösterildi.

Tablo 4.3. Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
UAOÖ Postür ve Yürüme Bozuklukları (0-34)	5,80±3,20	5,25±3,12	-1,866	0,062	6,70±3,04	4,45±2,70	-3,854	0,000*
UAOÖ Kinetik Fonksiyonlar (0-52)	4,85±3,52	3,60±2,77	-3,289	0,001*	5,70±3,93	3,25±3,04	-3,746	0,000*
UAOÖ Konuşma Bozuklukları (0-8)	0,75±1,11	0,70±1,12	-1,000	0,317	0,80±1,15	0,75±1,11	-1,000	0,317
UAOÖ Okülomotor Bozukluklar (0-6)	1,15±1,34	1,10±1,37	-1,000	0,317	1,15±1,34	1,05±1,31	-1,414	0,157
UAOÖ Toplam Puan (0-100)	12,55±7,66	10,65±7,13	-3,248	0,001*	14,35±7,58	9,55±6,44	-3,933	0,000*

UAOÖ: Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği , * $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

UAOÖ kinetik fonksiyonlar ve toplam puanlar üzerinde egzersiz ya da TVV ile birlikte egzersiz yaklaşımından hangisinin daha etkili olduğunu değerlendirmek amacıyla, UAOÖ kinetik fonksiyonlar ve toplam puanlarındaki değişim oranları hesaplandı. Tedaviler sonrasında, UAOÖ kinetik fonksiyonlar puanlarında TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen azalma oranının (%50,79) egzersiz programı sonrasındaki azalma oranı (%27,74)'na göre daha fazla olduğu bulundu ($p<0,05$). UAOÖ toplam puanlarında da benzer şekilde TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen azalma oranı (%36,51) egzersiz programı sonrasındaki azalma oranına (%19,99) göre daha fazla kaydedildi ($p<0,05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği kinetik fonksiyonlar ve toplam puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	p
UAOÖ Kinetik Fonksiyonlar	27,74±21,80	50,79±29,92	-2,101	0,036*
UAOÖ Toplam Puan	19,99±20,30	36,51±18,89	-2,352	0,019*

UAOÖ: Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği , * $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.5. Gövde Kontrolü ile İlgili Bulgular

Gövde Bozukluk Ölçeği'nin dinamik denge puanları ile toplam puanlarının hem egzersiz programı, hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p<0,05$); statik denge ve koordinasyon puanlarının ise, sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı belirlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Gövde Bozukluk Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
GBÖ Statik Denge (0-7)	6,90±0,44	6,85±0,48	-0,447	0,655	6,55±0,88	7,00±0,00	2,041	0,041*
GBÖ Dinamik Denge (0-10)	7,70±2,90	8,20±2,64	2,428	0,015*	6,60±3,21	8,80±1,98	3,099	0,002*
GBÖ Koordinasyon (0-6)	5,15±1,42	5,35±1,22	1,300	0,194	4,95±1,31	5,75±0,78	2,724	0,006*
GBÖ Toplam Puan (0-23)	19,75±4,15	20,04±3,71	2,414	0,016*	17,80±4,28	21,60±2,66	3,419	0,001*

GBÖ: Gövde Bozukluk Ölçeği , * $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Gövde Bozukluk Ölçeği dinamik denge ve toplam puanlarındaki değişim oranı her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen artış oranlarının [(%71,73)/(%26,33)], egzersiz programı sonrasındaki artış oranlarından [(%10,62)/(%4,25)] daha fazla olduğu bulundu. ($p<0,05$) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Gövde Bozukluk Ölçeği dinamik denge ve toplam puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	p
GBÖ Dinamik Denge	10,62±16,85	71,73±10,34	2,923	0,003*
GBÖ Toplam Puan	4,25±06,98	26,33±26,81	3,352	0,001*

GBÖ: Gövde Bozukluk Ölçeği , * $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.6. Performans Temelli Denge ile İlgili Bulgular

Hastaların egzersiz programı ve TVV ile birlikte egzersiz programı öncesi ve sonrasında performans temelli denge ile ilgili bulguları karşılaştırıldığında; Berg Denge Ölçeği puanının hem egzersiz programı, hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Berg Denge Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
Berg Denge Ölçeği (0-56)	50,00±5,65	50,95±4,86	2,491	0,013*	48,80±4,96	52,65±3,86	3,734	0,000*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Berg Denge Ölçeği puanlarındaki değişim oranı her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişme oranının (%8,35) egzersiz programı sonrasındaki artıştan (%2,20) daha fazla olduğu bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Berg Denge Ölçeği puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	p
Berg Denge Ölçeği	2,20±4,11	8,35±6,80	3,249	0,001*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.7. Stabilite Limitleri ile İlgili Bulgular

Fonksiyonel Uzanma Testi sonucunda uzanılan mesafenin hem egzersiz programı, hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Fonksiyonel Uzanma Testi sonuçları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi ($X\pm SS$)	Egzersiz sonrası ($X\pm SS$)	Z	p	Egzersiz öncesi ($X\pm SS$)	Egzersiz sonrası ($X\pm SS$)	Z	p
Fonksiyonel Uzanma Testi (cm)	23,48 \pm 5,54	25,68 \pm 4,35	2,315	0,021*	22,83 \pm 4,03	26,13 \pm 4,50	3,920	0,000*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Fonksiyonel Uzanma Testindeki değişim oranları, her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen değişimin egzersiz programı sonrasındaki değişime benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Fonksiyonel Uzanma Testi sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (% $\pm SS$) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (% $\pm SS$) (n:20)	Z	p
Fonksiyonel Uzanma Testi (cm)	12,18 \pm 17,36	14,88 \pm 9,68	0,672	0,502

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.8. Yürüme Performansı ile İlgili Bulgular

Hastaların egzersiz programı ve TVV ile birlikte egzersiz programı öncesi ve sonrasında yürüme performansı ile ilgili bulguları karşılaştırıldığında; 10 metre yürüme testi süresinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak

anlamli bir sekilde azaldigi bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programi sonrasI istatistiksel olarak anlamli bir degisiklik saptanmadI ($p>0,05$) (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. 10 metre Yürüme Testi sonuçları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
10 metre Yürüme Testi (sn)	8,25±2,74	8,06±2,38	-1,232	0,218	8,55±2,65	7,91±2,34	-3,248	0,001*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.9. Fonksiyonel Mobilite Becerileri ile İlgili Bulgular

Hastaların TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası Süreli Kalk ve Yürü Testi'nin üç farklı versiyonunda da sürenin; istatistiksel olarak anlamli bir sekilde azaldigi bulundu ($p<0,05$). Hastaların Süreli Kalk ve Yürü Testi ile ilgili bulgular Tablo 4.12.'de gösterildi.

Tablo 4.12. Süreli Kalk ve Yürü Testi sonuçları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SKYT (sn)	9,60±4,46	9,48±4,21	-0,765	0,444	9,89±4,54	9,11±4,29	-3,472	0,001*
SKYT Kognitif ek görev (sn)	10,91±5,24	10,93±5,34	-0,075	0,940	11,31±5,51	10,59±5,47	-2,558	0,011*
SKYT Motor ek görev (sn)	10,56±4,86	10,44±5,17	-0,747	0,455	10,69±4,78	10,02±4,54	-2,987	0,003*

SKYT: Süreli kalk ve yürü testi, * $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.10. Postüral Kontrol ile İlgili Bulgular

4.10.1. Duyu Organizasyon Testi Bulguları

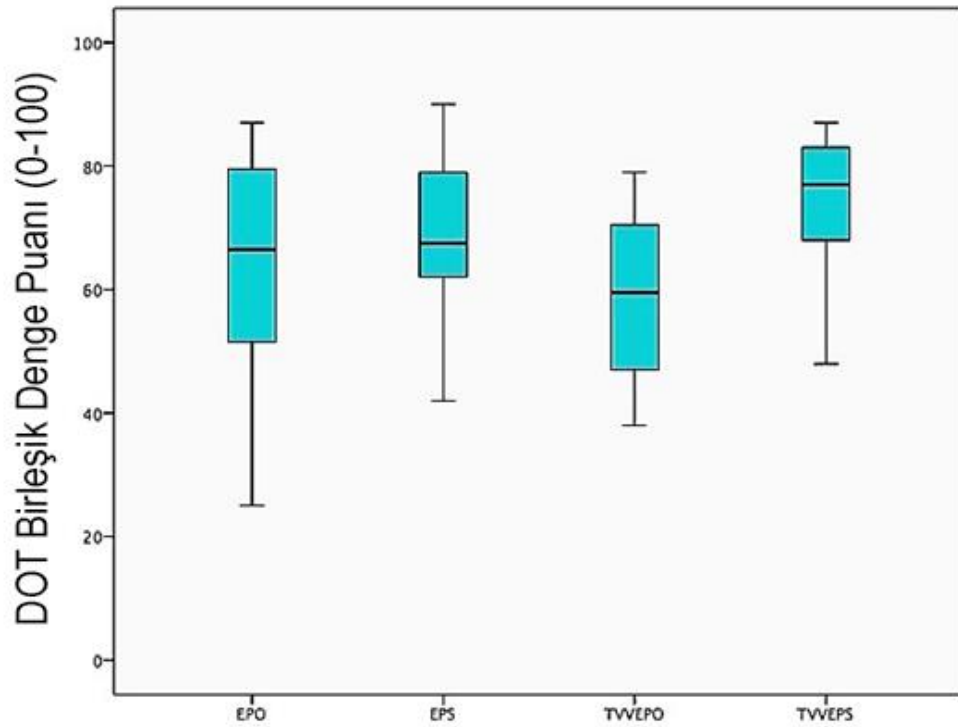
Egzersiz programı ile Duyu Organizasyon Testi'nin birleşik denge puanı ile 4. ve 5. konum puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenirken, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası Duyu Organizasyon Testi'nin tüm konumlarında (K1, K2, K3, K4, K5, K6) ve birleşik denge puanında istatistiksel olarak anlamlı bir artış belirlendi ($p < 0,05$) (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. Duyu Organizasyon Testi puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
DOT K1 (0-100)	90,50±3,96	90,15±3,77	-0,891	0,373	88,60±8,36	91,45±3,91	2,234	0,025*
DOT K2 (0-100)	86,50±6,50	87,75±5,64	1,570	0,116	85,25±9,15	88,50±5,48	2,536	0,011*
DOT K3 (0-100)	83,80±10,65	86,95±6,99	1,855	0,064	82,65±8,26	88,10±4,96	3,103	0,002*
DOT K4 (0-100)	67,55±26,86	75,40±14,17	2,201	0,028*	66,75±15,51	79,45±7,91	3,362	0,001*
DOT K5 (0-100)	44,45±28,41	49,65±26,22	2,506	0,012*	30,60±24,85	63,65±13,25	3,921	0,000*
DOT K6 (0-100)	42,35±29,93	50,75±21,54	1,631	0,103	34,20±22,48	61,90±19,99	3,823	0,000*
DOT Birleşik Denge Puanı (0-100)	63,40±18,57	69,10±13,15	2,942	0,003*	58,70±13,53	73,95±11,19	3,734	0,000*

DOT: Duyu Organizasyon Testi, K1: Konum1, K2: Konum2, K3: Konum3, K4: Konum 4, K5: Konum5, K6: Konum6, * $p < 0,05$, *Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Egzersiz programları öncesi ve sonrası Duyu Organizasyon Testi puanları Şekil 4.1.'de gösterildi.



EPO: Egzersiz Programı Öncesi, EPS: Egzersiz Programı Sonrası, TVVEPO: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Öncesi, TVVEPS: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Sonrası, DOT: Duyu Organizasyon Testi.

Şekil 4.1. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Duyu Organizasyon Testi puanları.

Duyu Organizasyon Testi'nin birleşik denge puanlarındaki değişim her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişim oranı (%30,28) egzersiz programı sonrasındaki gelişimden (%14,12) daha fazla olduğu bulundu ($p < 0,05$). Duyu Organizasyon Testinin 5. konumun puanlarındaki değişim her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişim oranı (%243,93) egzersiz programı sonrasındaki gelişimden (%13,45) daha fazla olduğu bulundu ($p < 0,05$). Duyu Organizasyon Testinin 4. konumundaki değişim her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişim oranı (%24,82) egzersiz programı sonrasındaki gelişim oranına (%7,01) benzer olduğu bulundu ($p > 0,05$) (Tablo 4.14.).

Tablo 4.14. Duyu Organizasyon Testi 4.-5. konum ve birleşik denge puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	p
DOT K4	7,01±18,08	24,82±29,62	1,938	0,053
DOT K5	13,45±27,46	243,93±352,62	3,045	0,002*
DOT Birleşik Denge Puanı	14,12±21,08	30,28±26,96	2,987	0,003*

DOT: Duyu Organizasyon Testi, K5: Konum 5, * $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Duyusal analiz puanlarından vestibüler ve görsel duyuların hem egzersiz programı hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p < 0,05$), somatosensori ve görsel tercih puanlarında ise tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik belirlenmedi ($p > 0,05$) (Tablo 4.15.).

Tablo 4.15. Duyusal analiz puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
Somatosensori	95,50±4,44	96,55±3,87	1,067	0,286	95,88±3,79	96,35±3,86	1,449	0,147
Görsel	74,43±28,77	83,26±14,22	2,221	0,026*	76,10±20,04	86,83±7,29	2,613	0,009*
Vestibüler	48,57±30,30	54,67±28,28	2,495	0,013*	44,52±21,85	69,35±13,03	3,733	0,000*
Görsel tercih (Görsel duyuya bağımlılık)	92,88±10,92	95,70±5,64	0,511	0,609	94,12±8,71	96,05±7,04	1,293	0,196

* $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Vestibüler duyudaki değişim her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen artış oranının (%101,18) egzersiz programı sonrasındaki artış oranından (%14,10) daha fazla olduğu bulundu. ($p<0,05$) Görsel duyudaki değişim oranı her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen değişim oranı (%20,69) egzersiz programı sonrasındaki değişim oranına (%7,25) benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.16.).

Tablo 4.16. Vestibüler ve görsel duyu analizi puanlarının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	p
Vestibüler	14,10±27,46	101,18±121,85	2,792	0,005*
Görsel	7,25±18,80	20,69±29,40	1,328	0,184

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.10.2. Adaptasyon Testi Bulguları

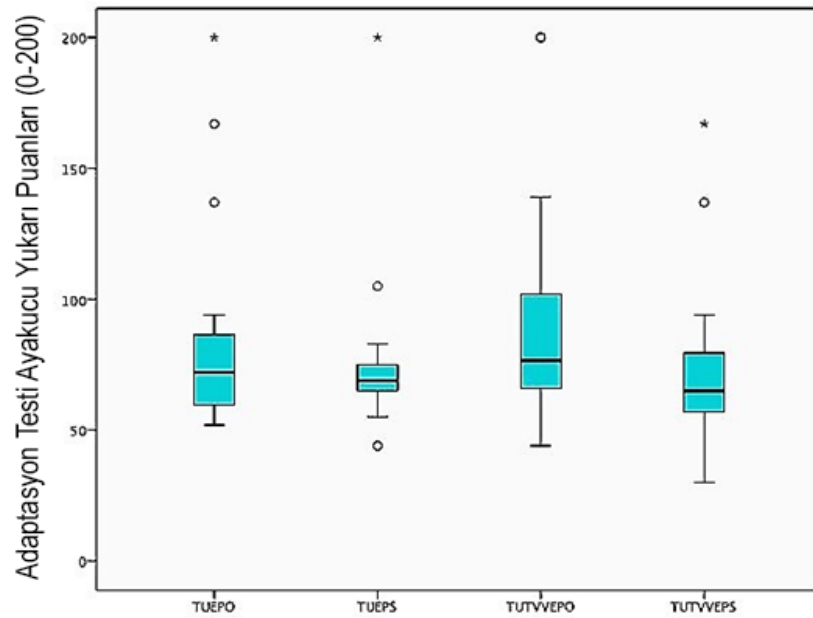
Hastaların her iki tedavi öncesi ve sonrasında değerlendirilen Adaptasyon testi sonuçları karşılaştırıldığında; Ayakucu yukarı ve aşağı puanlarının TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programı sonrası ise istatistiksel olarak anlamlı değişiklik olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Tablo 4.17.).

Tablo 4.17. Adaptasyon Testi puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
Ayakucu Yukarı (0-200)	83,30±39,64	76,05±31,68	-1,107	0,268	91,75±44,20	73,30±31,30	-3,531	0,000*
Ayakucu Aşağı (0-200)	64,65±34,13	64,60±26,66	0,524	0,601	70,25±26,26	55,55±11,54	-3,439	0,001*

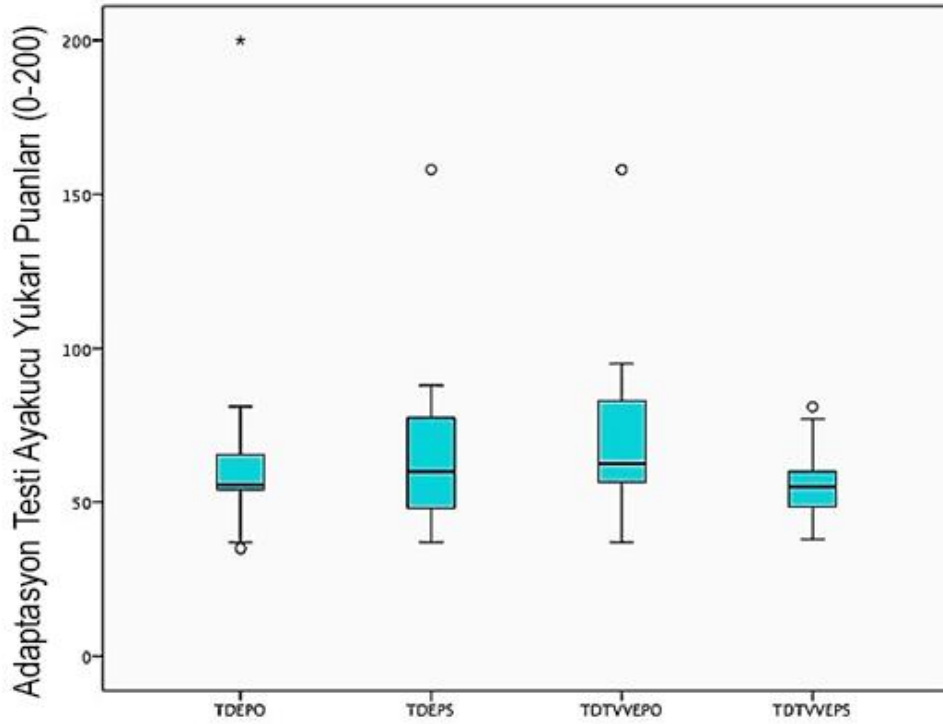
* $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Egzersiz programları öncesi ve sonrası Adaptasyon Testi Ayakucu Yukarı puanları Şekil 4.2. ve Ayakucu Aşağı puanları ise Şekil 4.3.'de gösterildi.



TUEPO: Egzersiz programı öncesi, TUEPS: Egzersiz programı sonrası, TUTVVEPO: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Öncesi, TUTVVEPS: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Sonrası

Şekil 4.2. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Adaptasyon Testi Ayakucu Yukarı puanları.



TDEPO: Egzersiz programı öncesi, TDEPS: Egzersiz programı sonrası, TDTVVEPO: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Öncesi, TDTVVEPS: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Sonrası

Şekil 4.3. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Adaptasyon Testi Ayakucu Aşağı puanları.

4.10.3. Stabilite Limitleri Testi Bulguları

Ön stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p < 0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p > 0,05$). Reaksiyon zamanı ve hareketin hızı parametrelerinde ise tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo 4.18.).

Tablo 4.18. Ön stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTft	0,84±0,37	0,86±0,36	0,411	0,681	1,13±0,66	0,85±0,30	-1,773	0,076
SLTfmvl	3,56±1,62	4,53±1,89	1,736	0,082	3,89±1,75	4,25±1,71	0,915	0,360
SLTfepe	64,80±18,88	69,65±20,36	1,178	0,239	58,45±21,42	76,65±19,63	3,303	0,001*
SLTfmxe	90,35±9,17	88,35±11,78	-0,934	0,350	83,35±18,33	93,35±7,90	2,203	0,028*
SLTfdcl	83,75±11,41	82,15±15,24	-0,181	0,856	77,55±16,95	85,60±7,40	2,255	0,024*

SLTft: Stabilite limitleri ön reaksiyon zamanı, *SLTfmvl*: stabilite limitleri testi ön hareketin hızı, *SLTfepe*: Stabilite limitleri testi ön ulaşılan son nokta, *SLTfmxe*: stabilite limitleri testi ön maksimum son nokta, *SLTfdcl*: stabilite limitleri testi ön yön kontrolü, * $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Sağ-ön (çapraz) stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p < 0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p > 0,05$). Reaksiyon zamanı ve hareketin hızı parametrelerinde ise, tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo 4.19.).

Tablo 4.19. Sağ ön stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTrfrt	0,90±0,39	0,79±0,41	1,437	0,151	0,96±0,46	0,93±0,35	-0,355	0,723
SLTrfmvl	4,20±1,43	4,42±1,46	0,363	0,717	3,86±1,31	4,39±1,46	1,383	0,167
SLTrfepe	81,05±21,68	87,90±20,44	1,147	0,251	75,45±27,03	91,05±12,89	2,035	0,042*
SLTrfmxe	98,20±7,36	99,25±10,12	0,758	0,448	94,35±11,01	100,30±5,66	2,488	0,013*
SLTrfdcl	81,15±11,92	80,50±13,44	-0,168	0,866	77,80±12,88	85,60±5,73	1,961	0,050*

*SLTrfrt: Stabilite limitleri sağ ön reaksiyon zamanı, SLTrfmvl: stabilite limitleri testi sağ ön hareketin hızı, SLTrfepe: Stabilite limitleri testi sağ ön ulaşılan son nokta, SLTrfmxe: stabilite limitleri testi sağ ön maksimum son nokta, SLTrfdcl: stabilite limitleri testi sağ ön yön kontrolü, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Stabilite Limitleri Testinin sağ stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta ve maksimum son nokta parametrelerinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Reaksiyon zamanı, hareketin hızı ve yön kontrolü parametrelerinde ise, tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.20.).

Tablo 4.20. Sağ stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTrrt	1,01±0,48	0,91±0,44	-1,083	0,279	1,05±0,46	0,98±0,43	-0,840	0,401
SLTrmvl	3,89±1,00	4,84±1,73	1,794	0,073	4,03±1,81	4,09±0,88	0,822	0,411
SLTrepe	80,30±15,22	81,90±15,83	0,243	0,808	66,90±22,27	85,70±12,01	3,306	0,001*
SLTrmxe	94,25±6,99	95,20±8,16	0,646	0,591	87,45±14,39	96,30±5,35	3,328	0,001*
SLTrdcl	83,05±6,09	81,45±14,54	-0,262	0,794	78,25±21,86	84,65±4,78	0,868	0,385

*SLTrrt: Stabilite limitleri sağ reaksiyon zamanı, SLTrmvl: stabilite limitleri testi sağ hareketin hızı, SLTrepe: Stabilite limitleri testi sağ ulaşılan son nokta, SLTrmxe: stabilite limitleri testi sağ maksimum son nokta, SLTrdcl: stabilite limitleri testi sağ yön kontrolü, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Sağ arka stabilite limitlerinde reaksiyon zamanı ve hareketin hızı, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Ulaşılan son nokta parametresinde ise, tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.21.).

Tablo 4.21. Sağ arka stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTrbrt	0,94±0,79	0,68±0,57	-1,531	0,126	1,16±1,02	0,64±0,35	-2,296	0,022*
SLTrbmv1	3,49±1,43	4,85±5,35	0,972	0,331	2,85±1,66	3,70±1,33	1,973	0,049*
SLTrbepe	65,40±19,62	67,60±23,18	0,616	0,538	53,70±26,57	64,95±18,57	1,755	0,079
SLTrbmxe	81,30±22,10	87,50±11,75	0,635	0,526	68,20±28,72	87,10±11,03	2,932	0,003*
SLTrbdcl	56,15±28,59	60,45±18,02	0,564	0,573	43,75±29,30	65,05±13,39	2,918	0,004*

*SLTrbrt: Stabilite limitleri sağ arka reaksiyon zamanı, SLTrbmv1: stabilite limitleri testi sağ arka hareketin hızı, SLTrbepe: Stabilite limitleri testi sağ arka ulaşılan son nokta, SLTrbmxe: stabilite limitleri testi sağ arka maksimum son nokta, SLTrbdcl: stabilite limitleri testi sağ arka yön kontrolü, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Arka stabilite limitlerinde reaksiyon zamanının egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği bulunurken ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Maksimum son nokta parametresi ve yön kontrolünde TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Ulaşılan son nokta parametresinin ise; hem egzersiz programı, hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulundu ($p<0,05$). Hareketin hızı parametresinde ise, tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.22.).

Tablo 4.22. Arka stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTbrt	1,01±0,89	0,49±0,35	-2,240	0,025*	1,17±1,26	0,91±0,40	0,654	0,513
SLTbmv1	2,73±1,33	2,78±1,19	0,224	0,823	2,27±1,43	2,57±1,15	0,846	0,398
SLTbepe	48,95±17,19	57,00±16,53	2,806	0,005*	40,10±20,16	55,00±14,23	2,697	0,007*
SLTbmxe	63,70±20,25	68,40±17,09	1,139	0,255	54,30±28,77	72,20±12,25	2,576	0,010*
SLTdcl	53,05±26,40	56,40±30,99	1,046	0,296	45,65±30,77	67,45±15,33	2,614	0,009*

*SLTbrt: Stabilite limitleri arka reaksiyon zamanı, SLTbmv1: stabilite limitleri testi arka hareketin hızı, SLTbepe: Stabilite limitleri testi arka ulaşılan son nokta, SLTbmxe: stabilite limitleri testi arka maksimum son nokta, SLTdcl: stabilite limitleri testi arka yön kontrolü, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Arka stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta parametresindeki değişim oranı her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişimin egzersiz programı sonrasındaki gelişime benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.23.).

Tablo 4.23. Arka stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta parametresinin tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	P
SLTbepe	15,00±19,67	25,62±47,99	0,155	0,877

*SLTbepe: Stabilite limitleri testi arkaya ulaşılan son nokta, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Sol arka stabilite limitlerinde reaksiyon zamanı parametresinin egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği bulunurken ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Ulaşılan son nokta parametresinin her iki tedavi programı sonrası, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulundu ($p<0,05$). Maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Hareketin hızı parametresinde ise, tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.24.).

Tablo 4.24. Sol arka stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTlbrt	1,11±0,46	0,85±0,53	-2,035	0,042*	1,23±0,82	0,90±0,47	-1,531	0,126
SLTlbmvl	3,47±1,41	3,68±1,49	0,299	0,765	2,86±1,70	3,56±1,56	1,718	0,086
SLTlbepe	54,30±19,09	66,40±22,39	2,174	0,030*	44,65±20,37	70,85±19,34	3,664	0,000*
SLTlbmxe	85,75±13,40	87,20±15,39	0,355	0,723	72,75±24,71	89,55±10,65	2,638	0,008*
SLTlbdcl	55,40±25,50	58,85±23,15	0,161	0,872	49,00±27,09	67,05±13,60	2,540	0,011*

*SLTlbrt: Stabilite limitleri sol arka reaksiyon zamanı, SLTlbmvl: stabilite limitleri testi sol arka hareketin hızı, SLTlbepe: Stabilite limitleri testi sol arka ulaşılan son nokta, SLTlbmxe: stabilite limitleri testi sol arka maksimum son nokta, SLTlbdcl: stabilite limitleri testi sol arka yön kontrolü, * $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Sol arka stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta parametresindeki değişim oranı her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişimin (%61,86) egzersiz programı sonrasındaki gelişimden (%8,76) daha fazla olduğu bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.25.).

Tablo 4.25. Sol arka stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta parametresinin tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	P
SLTlbepe	8,76±46,27	61,86±63,37	2,535	0,011*

*SLTlbepe: Stabilite limitleri testi sol arkaya ulaşılan son nokta, * $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Sol stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Reaksiyon zamanı ve hareketin hızı parametrelerinde ise, tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.26.).

Tablo 4.26. Sol stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTlrt	1,01±0,76	0,88±0,39	0,000	1,000	0,86±0,33	0,90±0,30	0,242	0,809
SLTlmvl	4,65±2,07	4,52±1,52	0,598	0,550	4,14±1,44	4,61±1,68	1,494	0,135
SLTlepe	72,90±23,42	77,20±11,53	0,479	0,632	66,05±16,90	81,50±14,06	2,878	0,004*
SLTlmxe	89,05±23,22	90,35±7,32	1,209	0,227	84,85±14,13	94,55±9,58	2,690	0,007*
SLTldcl	79,70±20,49	86,55±5,71	1,457	0,145	81,60±8,75	86,85±6,70	2,136	0,033*

*SLTlrt: Stabilite limitleri sol reaksiyon zamanı, SLTlmvl: stabilite limitleri testi sol hareketin hızı, SLTlepe: Stabilite limitleri testi sol ulaşılan son nokta, SLTlmxe: stabilite limitleri testi sol maksimum son nokta, SLTldcl: stabilite limitleri testi sol yön kontrolü, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Sol ön stabilite limitlerinde maksimum son nokta parametresinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulunurken ($p<0,05$), egzersiz programı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Yön kontrolü parametresinin her iki tedavi programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulundu ($p<0,05$). Reaksiyon zamanı, hareketin hızı ve ulaşılan son nokta parametrelerinde ise, tedavi programları sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.27.).

Tablo 4.27. Sol ön stabilite limitleri puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
SLTlfrt	0,81±0,36	0,71±0,34	-0,765	0,444	0,78±0,45	0,86±0,34	0,653	0,514
SLTlfmvl	4,73±1,94	5,35±2,73	1,420	0,156	3,83±1,53	4,65±1,63	1,812	0,070
SLTlfepe	78,15±25,11	84,10±22,66	1,370	0,191	73,85±26,94	83,20±20,64	1,456	0,145
SLTlfmxe	96,45±13,61	95,45±17,61	-0,037	0,970	88,70±18,12	99,40±8,79	2,241	0,025*
SLTlfdcl	68,35±28,21	82,20±8,56	2,479	0,013*	72,85±17,99	85,30±7,31	2,932	0,003*

*SLTlfrt: Stabilite limitleri sol ön reaksiyon zamanı, SLTlfmvl: stabilite limitleri testi sol ön hareketin hızı, SLTlfepe: Stabilite limitleri testi sol ön ulaşılan son nokta, SLTlfmxe: stabilite limitleri testi sol ön maksimum son nokta, SLTlfdcl: stabilite limitleri testi sol ön yön kontrolü, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

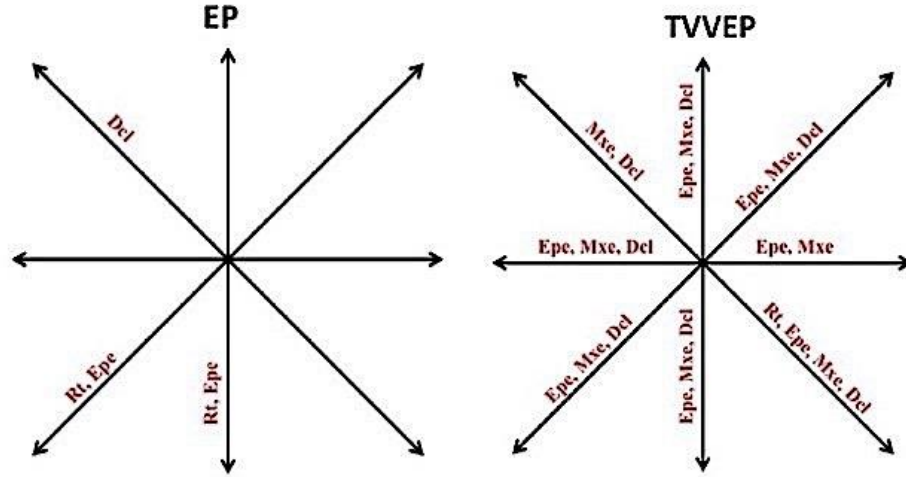
Sol ön stabilite limitlerinde yön kontrolü parametresindeki değişim oranı her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişimin (%38,69) egzersiz programı sonrasındaki gelişimden (%17,47) daha fazla olduğu bulundu (p<0,05) (Tablo 4.28.).

Tablo 4.28. Sol ön stabilite limitlerinde yön kontrolü parametresinin tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	P
SLTlfdcl	17,47±33,42	38,69±106,61	3,211	0,001*

*SLTlfdcl: Stabilite limitleri testi sol öne yön kontrolü, *p<0,05, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi*

Egzersiz programları sonrası Stabilite Limitleri Testi'nde farklılık görülen yönler ve parametreler Şekil 4.4.'de gösterildi ($p<0,05$).



Rt: Reaksiyon zamanı, Epe: Öne ulaşılan son nokta, Mxe: Maksimum son nokta, Dcl: Yön kontrolü, EP: Egzersiz programı, TVVEP: TVV ile birlikte egzersiz programı

Şekil 4.4. Egzersiz programları sonrası Stabilite Limitleri Testi'nde farklılık görülen yönler ve parametreler.

4.11. Tedavi Amacına Ulaşma Düzeyi ile İlgili Bulgular

Hastaların tedavi amacına ulaşma düzeyi ile ilgili bulguları karşılaştırıldığında; Amaca Ulaşma Ölçeği puanının hem egzersiz programı hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.29.).

Tablo 4.29. Amaca Ulaşma Ölçeği puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
Amaca Ulaşma Ölçeği	35,73±0,47	49,15±10,72	3,662	0,000*	35,77±0,57	56,61±10,86	3,845	0,000*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

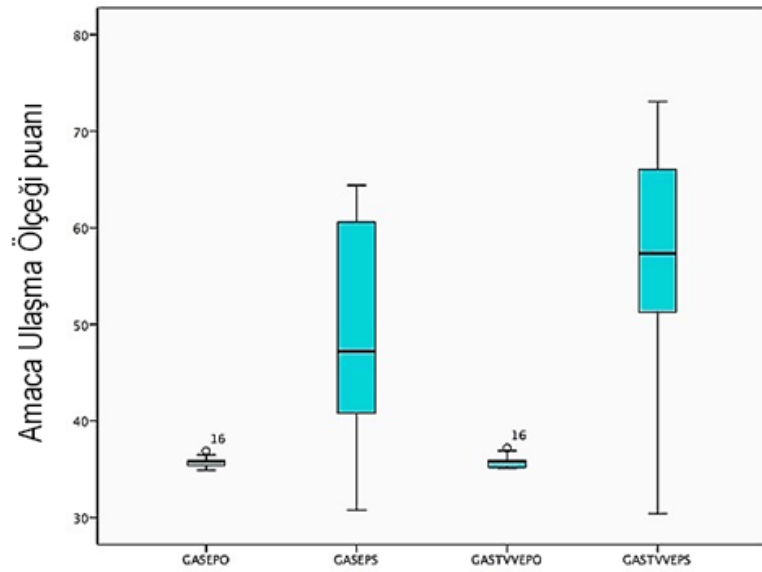
Amaca Ulaşma Ölçeği puanlarındaki değişim oranı her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen artış oranı (%58,47) egzersiz programı sonrasındaki artış oranından (%37,61) daha fazla olduğu bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.30.).

Tablo 4.30. Amaca Ulaşma Ölçeği puanının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	p
Amaca Ulaşma Ölçeği	37,61±30,03	58,47±31,13	2,501	0,012*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Egzersiz programları öncesi ve sonrası Amaca Ulaşma Ölçeği puanları Şekil 4.5'de gösterildi.



GASEPO: Egzersiz programı öncesi, GASEPS: Egzersiz programı sonrası, GASTVVEPO: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Öncesi, GASTVVEPS: Tüm Vücut Vibrasyonu ile Birlikte Egzersiz Programı Sonrası

Şekil 4.5. Egzersiz programları öncesi ve sonrası Amaca Ulaşma Ölçeği puanları.

4.12. Günlük Yaşam Aktiviteleri ile İlgili Bulgular

Hastaların egzersiz programı ve TVV ile birlikte egzersiz programı öncesi ve sonrasında değerlendirilen günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili bulguları karşılaştırıldığında, Barthel İndeksi puanının hem egzersiz programı hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.31.).

Tablo 4.31. Barthel İndeksi puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
Barthel İndeksi (0-100)	94,50±7,05	95,75±6,34	2,236	0,025*	93,50±6,70	98,25±4,94	2,709	0,007*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Barthel İndeksi puanlarındaki değişim her iki tedavi programında karşılaştırıldığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen artış oranı (%5,44) egzersiz programı sonrasındaki artış oranından (%1,41) daha fazla olduğu bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.32.).

Tablo 4.32. Barthel İndeksi puanının tedavi öncesi ve sonrası değişim oranlarının karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (%±SS) (n:20)	Z	p
Barthel İndeksi	1,41±2,51	5,44±7,40	2,169	0,030*

* $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

4.13. Yaşam Kalitesi ile İlgili Bulgular

Nottingham Sağlık Profili (NSP) enerji seviyesi, ağrı, uyku ve fiziksel aktivite alt başlıkları ile toplam puanlarının TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı bulunurken ($p < 0,05$), egzersiz programı sonrası ise istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı ($p > 0,05$). Emosyonel reaksiyonlar, sosyal izolasyon alt başlıklarının puanlarında ise her iki tedavi programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik belirlenmedi ($p > 0,05$) (Tablo 4.33.).

Tablo 4.33. Nottingham Sağlık Profili puanları ve karşılaştırılması.

	Egzersiz Programı (n:20)				TVV ile Birlikte Egzersiz Programı (n:20)			
	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p	Egzersiz öncesi (X±SS)	Egzersiz sonrası (X±SS)	Z	p
NSP ES (0-100)	27,84±36,88	27,20±34,70	-0,272	0,785	32,96±38,93	17,40±32,80	-2,214	0,027*
NSP A (0-100)	13,44±20,04	10,93±15,64	-0,593	0,553	13,73±18,10	7,83±15,13	-2,705	0,007*
NSP ER (0-100)	17,84±25,04	10,47±14,06	-1,820	0,069	13,65±17,49	10,04±21,13	-1,364	0,137
NSP SE (0-100)	8,23±15,60	8,76±18,52	0,000	1,000	12,62±23,59	3,02±7,48	-1,753	0,080
NSP U (0-100)	7,72±15,42	10,80±22,71	1,289	0,197	11,00±22,48	6,74±15,12	-2,066	0,039*
NSP FA (0-100)	15,85±15,59	11,19±12,53	-1,332	0,183	15,84±18,61	9,71±13,04	-2,082	0,037*
NSP Toplam Puan (0-600)	90,93±92,27	79,36±74,96	-0,879	0,389	100,32±96,22	54,77±75,03	-3,337	0,001*

NSP: Nottingham Sağlık Profili, EP: Enerji Seviyesi, A: Ağrı, ER: Emosyonel Reaksiyonlar, SE: Sosyal İzolasyon, U: Uyku, FA: Fiziksel Aktivite, * $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

5. TARTIŞMA

Serebellar ataksili hastalarda tüm vücut vibrasyonunun postüral kontrol üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmamızın en önemli sonucu, 8 hafta süreyle tek başına uygulanan bireysel egzersiz programı ile postüral kontrolün bazı bileşenlerinde ve kısıtlı düzeyde gelişme gözlenirken, 8 haftalık bireysel egzersiz programı tüm vücut vibrasyonu ile desteklendiğinde, *'duyusal stratejiler'*, *'hareket stratejileri'*, *'biyomekaniksel yeterlilik'*, *'uzaysal oryantasyon'*, *'dinamiklerin kontrolü'* ve *'kognitif süreçler'* olmak üzere postüral kontrolün tüm bileşenlerinde anlamlı iyileşme elde edilmesidir. Ayrıca, egzersiz programının TVV ile desteklenmesi hastaların tedaviden beklenti ve hedeflerine ulaşma memnuniyetinde de daha yüksek artışla sonuçlanmıştır. Bu sonuçlar postüral kontrol yetersizliği bulunan ataksili hastaların rehabilitasyonunda, egzersiz programlarının TVV ile desteklenmesinin hastaların aktivite ve katılım düzeylerinin artırılması açısından önemli bir rol oynayacağını göstermektedir.

Ataksi rehabilitasyonunun temel amacı, postüral kontrolü yeniden yapılandırmak ve hastaların fonksiyonel bağımsızlığını sürdürmektir. Hastalarda postüral kontrolün neredeyse tüm bileşenlerinin etkilenmesi nedeniyle, rehabilitasyon; pek çok alanda müdahale gerektiren, yoğun ve tekrarlı yaklaşımlara ihtiyaç duyan, uzun soluklu bir süreçtir. Bu nedenle tedavi süreci bazen yorucu ve motivasyonu düşürücü olabilmekte ve hastaların tedaviye katılımı olumsuz olarak etkilenebilmektedir. Rehabilitasyonda hedef, postüral kontroldeki yetersizlikleri analiz ederek, en kısa sürede, en az yorgunluk oluşturan ve kazanımların en yüksek düzeyde olduğu yaklaşımları bir araya getirebilmektir. Bu çalışma, metodolojik eksikliklerine rağmen önceki TVV çalışmalarının postüral kontrolün tedavisinde kısıtlı düzeyde de olsa umut verici sonuçları nedeniyle, ataksili hastalarda da bir seçenek olabileceği düşüncesi ile planlanmıştır. Çalışmamız, önceki çalışmalardan farklı olarak, her hastanın kendi kontrolünü sağladığı çarpaz geçişli çalışma yöntemi ile planlanması, TVV'nin bireyselleştirilmiş egzersiz programı ile birlikte kullanılması, postüral kontrolün tüm bileşenlerinde iyileşme hedeflemesi, sonuçların kanıta dayalı objektif yöntemlerle elde edilmesi ve hasta odaklı ataksi rehabilitasyonuna vurgu yapan yönleriyle literatürdeki ilk ve özgün çalışmadır.

'Duyusal stratejiler' postüral kontrolün önemli bir bileşeni olarak kabul edildiği için pek çok çalışmada objektif olarak analiz edilmesi ve tedavinin ilk basamaklarında ele alınması önerilmektedir (72, 253). Çalışmamızda TVV'nin duyuusal stratejiler üzerindeki etkisi ve dolayısıyla postüral kontrolle ilişkisi, literatürde altın standart olarak belirtilen Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP) Duyu Organizasyon Testi (DOT)'dan elde edilen verilerle değerlendirilmiştir (254). Benzer değerlendirme yöntemiyle, TVV'nin Multiple Sklerozlu (MS) hastalarda denge üzerindeki akut etkisini inceleyen iki ayrı çalışmada, araştırmacılar DOT birleşik denge puanında artış gözlemişler, ancak sonuçlardaki farkı istatistiksel olarak gösterememişlerdir (175, 255). TVV'nin uzun süreli etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, Tankisheva ve ark. inmeli hastalarda 6 haftalık, her hasta için standart olan beş-altı egzersizden oluşan TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programının etkisini araştırmışlardır (229). Çalışmanın sonucunda DOT birleşik denge puanında tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış gözlediklerini belirtmişlerdir. Çalışmamızda önceki çalışmalarda kanıtlanamamış olan DOT birleşik denge puanı her iki tedavi sonrasında anlamlı düzeyde artış göstermiştir (egzersiz programı sonrası %14,12, TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası %30,28). Ayrıca çalışmamızda farklı duyuusal stratejilerin (görsel, vestibuler, somatosensori) kullanıldığı pozisyonlardaki değişimler de, TVV'nin egzersiz programına eklendiğinde, tek başına uygulanan egzersiz programına göre duyuusal entegrasyonun ve postüral kontrolde duyuusal sistemin kullanılma yeteneğinin arttığına işaret etmektedir. Hu ve ark. yaptıkları çalışmada, sağlıklı yaşlı bireylerde multisensoriyel 4 haftalık denge eğitimi ile duyuusal entegrasyonu arttırdıklarını ve bunun sonucunda postüral kontrolde gelişim sağladıklarını göstermişlerdir (256). Ataksili bireylerde ise böyle bir çalışma olmamakla birlikte, postüral kontrolün gelişiminde duyuusal entegrasyonun önemli olduğu ve arttırılması için en az birkaç haftalık süreye ihtiyaç olduğu düşünülebilir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, kısa süreli rehabilitasyon yaklaşımlarının ve standart egzersiz kullanımının DOT birleşik denge puanındaki artışı göstermekte yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Çalışmamızda ise 8 haftalık tedavi duyuusal sistem yeteneğinin gelişiminde yeterli olmuş, ayrıca TVV'nin katkısı ile somatosensoriyel

sistemdeki gelişimin yanısıra, üç duyuşal sistemin birbiri ile olan etkileşimi de artarak duyuşal organizasyon yeteneği de artmıştır.

DOT'da duyuşal analizler, literatürde en az çalışılan konulardan birisidir. Ancak somatosensoriyel, görsel ve vestibüler sistemler arasındaki etkileşim düzeyi nörolojik bozukluklarda postüral kontrol için diagnostik; tedavi sürecinde ise prognostik veriler sağlayabilir. Normal şartlarda, postüral kontrolün sürdürülebilmesi için kişiler somatosensoriyel bilgiye, görsel ve vestibüler bilgiye oranla daha çok güvenirlir. Nörolojik hastalarda ise, somatosensoriyel duyunun etkilenmesi nedeniyle mevcut diğer duyuşaları kullanmak zorunda kalırlar ve görme bağımlı fonksiyonlar sergilemeye başlarlar. Görme bağımlı fonksiyonun en belirgin örneklerden birisi, somatosensoriyel girdileri azalan duyuşal ataksili hastaların, yerden gelen duyuşal bilgiye güvenemedikleri için sürekli ayaklarına bakarak yürümeleridir (21, 72). Çalışmamızda DOT'dan elde edilen duyuşal analiz sonuçları incelendiğinde, her iki tedavi programı sonrası olguların postüral kontrolü sürdürebilmek için somatosensoriyel, görsel ve vestibüler sistemi kullanabilme yeteneklerinin arttığı, yanlış görsel bilgiye güvenmenin puanı olan görsel tercih puanının ise değişmediği görölmüştür. Ancak olguların tedavi öncesi somatosensoriyel duyuş puanları zaten yüksek (95,50-95,80) olduğu için, gerçekleşen bu artış istatistiksel olarak gösterilememiştir. Diğer taraftan görsel ve vestibüler sistemi kullanabilme yeteneklerinin tedavi öncesi değerleri düşük olduğu için, bu duyuşlardaki artışlar istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Bu duyuşların her iki egzersiz programı sonrası artması, birincil hedefi bu duyuşları geliştirmek olmasa da egzersiz programlarında yer alan dinamik denge egzersizleri ve fonksiyon temelli aktivitelerden kaynaklı olduğu düşünölmektedir. Utrikul makulası horizontal yerleşiminden dolayı linear akselerasyon ile stimüle olurken sakköl makulası vertikal yerleşiminden dolayı vertikal düzlemdede meydana gelen akselerasyonları algılamaktadır, egzersiz programlarında yer alan dinamik denge egzersizleri ve fonksiyon temelli aktivitelerin, bu akselerasyonları sağlayarak vestibüler duyuşu kullanma yeteneğini geliştirdiği düşünölmektedir (257).

Normal postüral kontrol, değerren görev ve çevre ihtiyaçlarına adaptasyon yeteneği gerektirir. Bu durum, çoklu hareket stratejileri ve görev/evre için uygun stratejiyi seçebilme yeteneği ile ilişkilidir. Postüral kontrolün devam ettirilebilmesi

için gerekli hareketleri değişen görev/çevre taleplerine adapte etme yeteneğini kaybetme, nörolojik bozuklukları olan birçok hastanın karakteristik özelliğidir (258). Çalışmamızda '*hareket stratejilerinin*' en önemli göstergesi olan Adaptasyon Testi (ADT) sonuçlarına göre, egzersiz programı sonrası salınım puanlarında değişiklik bulunmazken, TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası her iki yön salınım puanlarında azalma (iyileşme) elde edilmiştir. Bogaerts ve ark.; geriatriklerde 12 ay süresince haftanın 3 günü, bireysel ihtiyaçları gözetmeksizin uyguladıkları standart yedi egzersizin yapıldığı TVV uygulamasının sadece anterior yöndeki salınımı azalttığını saptamışlar, fitness ve kontrol gruplarında ise herhangi bir farklılık gösterememişlerdir (259). Bu sonuçlara göre, adaptif postüral reaksiyonları geliştirmeyi hedefleyen bireysel egzersiz programlarının (Dinamik denge egzersizlerinden top atıp-tutma, ani dönmeler gibi) tek başına yetersiz kaldığını, egzersiz tedavisi TVV ile desteklendiğinde, duyu organizasyon yeteneğindeki gelişimle ilişkili olarak kassal kokontraksiyon ve değişen somatosensoriyal girdiye adapte olma yeteneğinin arttığını düşünmekteyiz.

BDP'nin Stabilite Limitleri Testi (SLT) değerlendirmesi klinik olarak oldukça önemli olmakla birlikte, literatürde çok az çalışmada kullanıldığı görülmüştür. TVV'nin etkinliğinin SLT ile değerlendirildiği tek çalışma olan Cheung ve ark. geriatriklerde yaptığı çalışmada, haftanın 3 günü, 3 ay süresince uygulanan TVV, 8 yönün ortalama sonuçlarına göre, yön kontrolü, maksimum son nokta ve hareketin hızı parametrelerinde gelişme göstermiştir (260). Aynı çalışmada SLT'nin klinik versiyonu olarak kabul edilen Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT) sonuçlarında ise gelişme gözlenmemiştir. Çalışmamızın sonuçlarında, 8 yön daha ayrıntılı olarak ele alındığında, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrasında tüm yönlerde maksimum son noktada, 8 yönün 7'sinde yön kontrolünde, 8 yönün 6'sında ise ulaşılan son noktada gelişme gözlenmiştir. '*Biyomekaniksel yeterliliğin*' en önemli bileşenlerinden olan stabilite limitleri, vücudun gravite merkezini destek yüzeyi sınırları içinde tutabilme yeteneğidir ve nörolojik bozukluklar sonrası ortaya çıkan duysal ve motor kısıtlılıklar, stabilite limitlerinin yanlış algılanmasına neden olarak, denge kaybı ve düşmelere yol açmaktadır (261). Bu nedenle çalışmamızda SLT'de elde edilen sonuçların özellikle düşme risklerinin kontrolü açısından önemli olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışmamızda uyguladığımız egzersiz programının bir

diğer hedefi de ataksi hastalarında gözlenen agonist/antagonist postüral kasların istemli kokontraksiyonlarındaki bozukluk ve tüm vücudu içeren düzeltici hareketlerin etkilenmesi sebebiyle daha çok yavaş ve kontrollü hareketleri stimüle etmekte (34). Bu nedenle tedavi sonrasında hız ve reaksiyon zamanının değişmemesi istenen bir sonuç olarak düşünülebilir.

TVV uygulaması ile ortaya çıkan nöromuskuler aktivasyondaki ve proprioseptif girdilerdeki artış sayesinde olguların yerçekimi merkezinin destek yüzeyi üzerinde hareketlerini daha kontrollü gerçekleştirdikleri ve postüral kontrol kaybı yaşamadan daha fazla uzanabildikleri düşünülmektedir. Ayrıca literatürle tutarlı olarak FUT'un her iki egzersiz programı sonrası benzer düzeyde gelişmiş olması, FUT'un TVV'nin etkinliğini yansıtmakta yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu durum inme, Parkinson ve vestibüler bozukluklarda geçerli bir yöntem olan FUT'un ataksi değerlendirmesindeki yerini tekrar düşündürmesi gerektiği görüşündeyiz (262-264).

Literatürde TVV'nin etkinliğini değerlendiren çalışmalarda, hastalık şiddetinin tedaviden nasıl etkilendiği yalnızca bir çalışmada değerlendirilmiştir. Ataksi hastalarında hastalık şiddeti daha çok dismetri, dissinerji, tremor gibi kassal koordinasyon problemlerin değerlendirilmesi ile ölçülmektedir. Kaut ve ark. Spinocerebellar ataksili bireylerde 4 gün uyguladıkları TVV'nin hastalık şiddeti üzerine etkisini değerlendirmek için Ataksi Değerlendirme ve Oranlama Ölçeği (ADOÖ)'ni kullanmışlar; fakat gerçekleşen gelişmeyi istatistiksel olarak gösterememişlerdir (265). Çalışmamızda, her iki egzersiz programı sonrası hastalık şiddetinde ve kinetik fonksiyon bozukluklarında azalma gözlenirken, bu azalma TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla görülmüştür. Johansson ve ark. sağlıklılar üzerinde yaptıkları çalışmada, eklem mekanoreseptörlerinin aktivasyonu ile gama efferentlerinin uyarılması arasındaki ilişki sayesinde diz eklemine sağladıkları duyuşsal uyarının eklem çevresindeki kas sertliğinde ve diz eklemine stabilitesinde artışa neden olduğunu göstermiştir (220, 221). Ayrıca yapılan çalışmalarda, vibrasyon uygulaması sonrası germe refleksinin uyarılabilirliğinde ortaya çıkan artışın, kasların nöromuskuler performansını arttırdığı ve la-inhibitör nöronlar vasıtasıyla antagonist kasların aktivasyonunu inhibe ettiği, böylece intramusküler koordinasyon modellerini değiştirdiği gösterilmiştir (178). Ataksi

hastalarında benzer çalışmalar bulunmamakla birlikte, bizim çalışmamızda da TVV uygulaması sonrası bu mekanizmaların ortaya çıktığı ve hastalıkla görülen kassal inkoordinasyon paternlerinde gelişim sağlayarak hastalık şiddetindeki azalmadan sorumlu olduğu düşünülebilir. Ayrıca çalışmamızda, önceki çalışmalardan farklı olarak tercih edilen TVV uygulama süresi (daha uzun süreli) de bu sonuçlarda etkili olmuştur.

Çalışmamızın bir diğer sonucu da; postüral kontrolün '*uzaysal oryantasyon*' bileşeni için seçilen performans temelli dengenin, TVV ile birlikte egzersiz programı sonucu daha fazla gelişmiş olmasıdır. MS'li hastalarda 5 gün uygulanan TVV'nin etkisini inceleyen çalışmada, performans temelli dengede herhangi bir gelişme saptanmamıştır (255). Benzer şekilde MS'li hastalarda 3-20 hafta bireye özgü olmayan standart egzersiz programları ile uygulanan TVV'nin performans temelli dengeyi geliştiremediği belirtilmiştir. Çalışmamızda literatürden farklı çıkan sonuçların, bireysel ihtiyaçlara yönelik oluşturulan egzersiz programlarından ve bu egzersizlerin etkisini arttıran TVV uygulaması ile ortaya çıkan nöromuskuler aktivasyona ve proprioseptif girdilerdeki artışa bağlı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda TVV ile desteklenen egzersiz programının tek başına uygulanan egzersiz programına göre dengeyi daha fazla geliştirmiş olması; hem altın standart olan BDP'nin SOT testi ile hem de klinik denge değerlendirmeleri arasında en çok tercih edilen BDÖ ile gösterilebilmiştir. Bu sonuç, aynı zamanda ataksi hastalarının rehabilitasyonunda BDÖ'nün klinik olarak kullanıma uygunluğu hakkında da olumlu görüş vermektedir.

Literatür incelendiğinde, egzersiz programları sonrası gövde ataksisindeki iyileşme, ekstremitelerde ataksisinden daha belirgindir (4). Buna rağmen; ataksi ve MS'de TVV'nin etkinliğini değerlendiren çalışmalarda, postüral kontrolün '*dinamiklerin kontrolü*' bileşeni için çok önemli olan gövde kontrolü spesifik olarak değerlendirilmemiştir. Yalnızca van Nes ve ark. çalışmasında, inmeli hastalarda 6 haftalık TVV uygulaması sonrası gövde kontrolü değerlendirilmiş; fakat herhangi bir gelişme gösterilememiştir (266). Ancak çalışma kapsamında uygulanan egzersizlerin açıklanmamış olması, inmeli hastalarda gövde kontrolündeki artmış tonusun rolü ve inmenin gövde üzerinde yarattığı farklı etkilenim paternleri sebebiyle TVV'nin inme hastalarında gövde kontrolü üzerine etkinliği tartışmalıdır. Çalışmamızda, gövde

kontrolü ve gövdenin dinamik dengesinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla geliştiği, gövde statik dengesi ve koordinasyonunun ise sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptanmıştır. Çalışmamızda, TVV'nin gövde kaslarının agonist/antagonist koaktivasyonunun gelişmesini sağladığı ve somatosensoriyel girdideki artış ile gerçekleşen duyuşsal organizasyonunu sağlayarak gövde kontrolünü geliştirdiği düşünölmektedir (218, 219, 221).

Çalışmamızda yürüme performansının tek başına uygulanan egzersiz programı ile değişmediği, TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası ise geliştiği saptanmıştır. MS'li bireylerde TVV'nin etkinliğini 5 gün, 3 hafta ve 4 haftalık uygulamalar ile değerlendiren 3 ayrı çalışmada, TVV'nin egzersiz programına veya kontrol grubuna olan üstünlüğü ortaya konamamıştır (255, 267, 268). Literatürde sağlıklı bireylerde 6-12 haftalık egzersiz programlarının 4 haftalık programlara göre denge üzerinde daha etkili olduğu belirtilmiş, geriatriklerde ise seans sayısı ve dengedeki gelişim arasında pozitif ilişki gösterilmiştir (269, 270). Ataksi veya MS ile ilgili çalışmalarda ise, dengenin geliştirilebilmesi için minimum bir süre belirtilmemiş, fakat uzun süreli programların daha etkili olduğu vurgulanmıştır. Yapılan 3 çalışmada da literatürün desteklediği süreye ulaşamazken, çalışmamızda uygulanan 8 haftalık TVV ile birlikte egzersiz programının sonuçları literatürü destekler niteliktedir. Çalışmamızda, TVV destekli egzersiz programı sonrası yürüme performansının gelişmesi, benzer şekilde sadece TVV destekli egzersiz programı sonrası gözlenen dinamik denge ve stabilite limitlerindeki iyileşme ile açıklanabilir.

Yorgunluk ve ağrı, serebellar etkilenimin doğrudan bir sonucu olmamakla birlikte birçok hastada sıklıkla akut dönemde görölmekte ve ilerleyen süreçte etkisi azalmaktadır. Buna rağmen kronik serebellar patolojileri olan bireylerde de görölebilmektedir (39). Postöral kontrolün '*biyomekaniksel yeterliliği*' açısından değerlendirilen ağrı ve yorgunluk şiddetleri, egzersiz programı sonrası değişmezken, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası azaldığı gözlenmiştir. TVV nöromuskuler performansı arttırdığı için, kasların enerjiyi daha verimli kullanması sonucu yorgunluğun azaldığını ve kassal yorgunluğa bağlı oluşabilecek kas ağrılarını azalttığını düşünöyoruz. Ayrıca gelişen duyuşsal oryantasyonun ağrı duyusu üzerine olumlu etkileri olabileceği de düşünölebilir.

Çalışmamızın bir diğer sonucu da, fonksiyonel mobilite becerilerinin sadece TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası geliştiğinin saptanmasıdır. TVV'nin MS'li bireylerde fonksiyonel mobilite becerileri üzerine etkileri daha önce yapılan çalışmalarda en çok incelenen konu olmuştur. Ancak bu çalışmalar, uygulanan egzersiz yaklaşımları (sadece TVV - standart egzersiz programı uygulayanlar) ve egzersiz programlarının süreleri (5 gün-8 hafta) açısından çeşitlilik göstermektedir (175, 255, 267, 268, 271, 272). Bu çalışmalardan, yalnızca Mason ve ark. yaptığı 8 haftalık TVV uygulaması fonksiyonel mobilite üzerine etkili olmuştur (272). Diğer çalışmalar, TVV uygulamasının egzersiz ya da kontrol grubuna olan üstünlüğünü ortaya koyamamıştır. Çalışma sonuçları arasındaki bu farklılığın uygulama süresinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Gelişme gösteremeyen çalışmalardan en uzun uygulama süresine sahip olan çalışma 4 hafta olup, bu sürenin fonksiyonel mobilite becerilerinin gelişmesi için yeterli olmadığı kanısındayız.

Ayrıca çalışmamızda '*kognitif süreçlerin*' postüral kontrol üzerine olan etkisini incelemek amacıyla, fonksiyonel mobilite becerileri ek kognitif görev ve ek motor görev ile tekrar değerlendirilmiştir. Çift görev (*Dual Task*) içeren fonksiyonel mobilite becerilerinin, sadece TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası geliştiği bulunmuştur. Postüral kontrol ve diğer kognitif süreç gerektiren görevler, bilişsel kaynakları paylaştığından, postüral görevlerin performansı da bu ikincil kognitif görev tarafından bozulmaktadır. Kişiler ikincil kognitif bir görevle meşgul olduklarında, postüral kontrole yetersiz kognitif süreç aktarmaları sonucu düşmeler görülebilmektedir (78). Yapılan çalışmalar, düşmelerin serebellar ataksi hastalarında yaralanmalar ve ilerleyen süreçlerde düşme korkusu nedeniyle sıklıkla günlük yaşam aktivitelerinden kaçınma, sosyal katılımda azalma gibi önemli sonuçları olduğunu göstermektedir (59). Günlük yaşam aktivitelerinin çoğu iki ya da daha fazla görevin bir arada yapılmasını içerir. Bu nedenle yapılan değerlendirmelere ek olarak çift görev etkisinin değerlendirilmesi, günlük yaşam aktivitelerindeki beceriler ve hastanın ihtiyaçları ile ilgili daha kapsamlı bilgiler sağlayabilir ve tedavi programına gereken katkıları yapılabilir. Becerilerin gelişmesi ile birlikte, hastalar dikkatlerini kognitif veya motor ek görevlere daha kolay odaklayabilir, denge ve hareket becerilerini daha kolay, otomatik bir şekilde yapabilir, bu sayede düşmeler azalacaktır (273, 274). Çalışmamızda TVV sonrası çift görev içeren fonksiyonel

mobilité becerilerinin gelişmesi, bireylerin postüral kontrolün diğer komponentlerindeki gelişmelere bağlı olarak, postüral kontrole aktardıkları dikkat gereksinimini azalttıklarını göstermekte ve ciddi sonuçları olan düşmelerinin azalacağını düşündürmektedir.

Serebellar atakside günlük yaşam aktiviteleri (GYA) sırasında en fazla problem yaratan bozukluklar, postüral kontrol yetersizlikleridir (39). MS'li bireylerde yapılan çalışmalarda, bireylerin %52'si kişisel günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızken, yalnızca %30'unun enstrümental günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız olduğu ortaya konmuştur (57). MS ve ataksili bireyler postüral kontrol problemlerine bağlı olarak günlük yaşam aktivitelerinde yüksek oranda kısıtlılıklar yaşamalarına rağmen, bu grupta TVV ile yapılan çalışmalarda limitasyon olarak da belirttikleri üzere GYA incelenmemiştir. Miyai ve ark. 42 serebellar ataksili bireyde yaptıkları çalışmada, 4 hafta her gün 1-2 saat uyguladıkları yoğun rehabilitasyon yaklaşımlarının GYA ve ataksi şiddetinde önemli gelişmeler gösterdiğini ortaya koymuşlardır (4). Çalışmamızda, günlük yaşam aktiviteleri düzeyinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla geliştiği saptanmıştır. Bu gelişme “kendine bakım ve hijyen” aktivitelerine oranla, daha fazla postüral kontrol gerektiren “sandalye/yatak transfer, mobilité ve merdiven” aktiviteleri kaynaklı olarak gerçekleşmiştir.

Ataksi hastalarında yapılan çalışmalarda, egzersiz sonrası kullanılan sonuç ölçümlerinde daha çok hastalık şiddeti ve denge gibi vücut işlev ve yapı bozukluklarına yönelik değerlendirmeler göze çarpmaktadır. Diğer nörolojik hasta gruplarında olduğu gibi, ataksik hastalarda da vücut işlev ve yapı bozukluklarına yönelik yapılan tedavilerin hastanın fonksiyonlarına ne kadar yansıdığı, algılanan yaşam kalitesini ne kadar arttırdığı önemli bir konudur. Bu amaçla çalışmamızda, postüral kontrole yönelik yaptığımız değerlendirmelerin yanı sıra; değerlendirilen yaşam kalitesinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptanmıştır. Serebellar ataksiye sahip kişiler, genel popülasyondaki insanlardan ve diğer birçok kronik hastalığa (HIV/AIDS veya inme gibi) sahip insanlardan daha düşük sağlıkla ilgili yaşam kalitesine sahiptir. Mental ve psikolojik boyutlar nispeten daha düşük oranda etkilenirken, bu durum yaşam kalitesinin fiziksel boyutlarında özellikle belirgindir (66). Literatürle tutarlı olarak uygulanan TVV ile birlikte

egzersiz programı sonrası yaşam kalitesinin enerji seviyesi, ağrı, uyku ve fiziksel aktivite komponentleri gelişirken, emosyonel reaksiyonlar ve sosyal izolasyon parametrelerinde değişiklik gözlenmemiştir.

Çalışmamızın en güçlü yönlerinden birisi de, kanıta dayalı objektif ölçümlerin yanısıra literatürden farklı olarak, elde edilen kazanımların, hastaların tedaviden beklenti düzeyleri ile ilişkili günlük yaşamına ve memnuniyet düzeyine olan yansımalarının da değerlendirilmiş olmasıdır. Tedavi başarısının değerlendirilmesi sadece klinik ya da laboratuvar ölçümleri ile açıklamak yeterli değildir. Hedef/Amaç belirleme; hastaları kendi hedeflerini ve önceliklerini belirlemeye teşvik etmesi, ekip iletişimi ve koordinasyonunu desteklemesi açısından rehabilitasyon yaklaşımlarının ayrılmaz bir parçasıdır, ancak genellikle yapılan çalışmalarda göz ardı edilmektedir (102). Bir rehabilitasyon programının başarısı, amaçlanan hedeflere ulaşma derecesine göre daha yararlı bir şekilde değerlendirilebilir (275). Bazen hastalar için kritik öneme sahip olabilecek küçük değişiklikler, Barthel veya Nottingham gibi uygulanan sonuç ölçümlerinde kaybolmakta veya hasta için önemli olan aktivite/yaşam kalitesi parametreleri bu sonuç ölçümlerinde yer almadığı için uygulanan rehabilitasyon yaklaşımının etkinliği yeterince değerlendirilememektedir. Bireysel ihtiyaçlara yönelik oluşturulan rehabilitasyon yaklaşımlarını belli bir popülasyona yönelik olan standart sonuç ölçümleri ile değerlendirmenin yanı sıra bireysel ihtiyaçları önemseyen sonuç ölçümleriyle de değerlendirmek değerli sonuçlar verebilmektedir. Çalışmamızda olgular tarafından en çok seçilen tedavi hedefleri, denge problemlerinin azalması, bağımsız yürümenin gelişmesi, merdiven aktivitelerinin zorluğunun azalması ve yürüme mesafesinin artması olarak belirtilmiştir. Bu sonuçlar uygulanan tedavi programı ile oluşan kazanımların klinik ölçümlerin yanısıra, rehabilitasyonun başarısının değerlendirilmesinde nihai gösterge olan hastanın memnuniyet düzeyine de yansıdığını göstermektedir.

Literatürde TVV ile yapılan çalışmalar güvenlik açısından incelendiğinde, nörolojik hastalıklarda uygulanan TVV sonrası herhangi bir olumsuz olay veya yan etki bildirilmemiştir (276-281). Sadece Jackson ve ark. MS'li bireylerde tek seanslık TVV uygulamasının etkilerini inceledikleri çalışmada, bir olgu kas yorgunluğu olduğunu belirtmiştir (282). Geriatrik bireylerde yapılan çalışmalarda ise sadece bazı

çalışmalarda eritem, kaşıntı ve kas ağrısı gibi bazı hafif yan etkilere rastlanmıştır (225, 260). Bizim çalışmamızda TVV sonrası olguların hiçbirisi, herhangi bir olumsuz olay veya yan etki bildirmemiştir.

Ayrıca, TVV'nin bu çalışmanın amaçları arasında olmayan diğer etkileri için de serebellar ataksili hastalarda önemli bir rehabilitasyon aracı olabileceği yapılan çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Pek çok serebellar ataksili MS hastasında uzun süreli kortizon kullanımına bağlı olarak kemik kütlesi azalmakta ve bu nedenle kırık riski daha fazla olmaktadır (283). Bu konuda, yaşlı kadınlarda yapılan çalışmalar, TVV kaynaklı yüklenmenin kalça kemiklerinin ve tibianın kemik yoğunluğunu artırmak için yeterli ve etkili bir uyarı verdiğini göstermiştir (182, 284, 285). Bu yönü ile TVV uygulamalarının, serebellar ataksili MS hastalarının rehabilitasyonuna ekstra katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Literatürde standardize, TVV uygulamaları için altın standart olabilecek bir protokol bulunmamaktadır(286). Çalışmalar incelendiğinde, TVV uygulama parametrelerinin (frekans, durasyon, amplitüd, titreşim tipi) ve egzersiz protokollerinin (standart, bireysel egzersiz programları) çalışmalarda çok çeşitlilik gösterdiği saptanmıştır. Bu çeşitlilik elde edilen potansiyel faydaları etkileyebileceğinden, standartlaştırılmış protokollerin oluşturulması, yapılan çalışma bulgularının karşılaştırılabilirliğini artıracak ve TVV eğitiminin klinik ortamlarda nasıl uygulanabileceği konusunda uygulanabilir ve güvenilir yönergeler geliştirmesine yardımcı olabilecektir. TVV ile uygulanan egzersiz programının postüral kontrol üzerine etkilerini incelediğimiz çalışmamızın, tercih edilen uygulama parametreleri (30 Hz frekans, 2mm amplitüd, vertikal osilasyonlar, 4*60sn durasyon) açısından da gelecekteki çalışmalara yön göstereceği düşünülmektedir. Gelecekte, TVV'nin egzersiz programları üzerine olan etkisini maksimum seviyeye çıkartmak için durasyon, amplitüd ve frekans gibi farklı TVV parametreleri kullanılarak yapılacak çalışmalara ve bu etkiyi inme, Parkinson gibi farklı nörolojik hasta popülasyonlarında gösterecek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmaya sadece serebellar bulguları olan ataksi hastalarını dahil etmemiz, çalışmanın limitasyonlarından birisi olarak kabul edilebilir. Farklı ataksi tiplerine sahip hastaların egzersiz yaklaşımları açısından farklı ihtiyaçları olabileceği ve bu nedenle TVV'nin etkinliğini göstermenin zor olabileceği düşüncesi ile çalışmamıza

sadece serebellar ataksili hastalar dahil edilmiştir. Çalışmamızın bir diğer limitasyonu, tek kör olarak planlanmış olmasıdır. Değerlendirmeleri yapan fizyoterapistin çalışmaya kör bırakılmasının yanı sıra, olguları da çalışmaya kör yapabilmek için sahte 'sham' TVV uygulamasının yapıldığı bir egzersiz programı da çalışma kapsamında yapılabilirdi. Ancak bu durumda çalışmanın süresinin çok uzaması söz konusu olacağından ve çalışma metodolojisinden ödün vermek istemediğimiz için çalışma dizaynında üçüncü bir egzersiz programı tercih edilmedi.

Bu çalışma, ataksili hastalarda postüral kontrolün geliştirilmesi, aktivite ve katılım düzeyinin artırılması amacıyla TVV'nin egzersiz programına katkısını değerlendiren kanıt düzeyi yüksek ilk çalışmadır. Çalışmamızın sonuçları; TVV'nin egzersiz programına eklenmesiyle birlikte duyuşal organizasyon yeteneği, stabilite limitleri ve kassal koordinasyonda artış sonucunda postüral kontrolün tüm bileşenlerinde anlamlı kazanımlar elde edilebileceğini göstermiştir. Bu kazanımlar sadece klinik düzeyle sınırlı kalmamış, hastaların tedaviden beklentileri ile ilgili memnuniyet düzeylerine de yansımıştır. Bu kanıtlar ışığında, TVV'nin postüral kontrolün tüm bileşenleri ile etkilendiği serebellar ataksili hastaların rehabilitasyonunda, hastalarda herhangi bir yan etkiye yol açmadan, egzersiz programınının aktivite ve katılım üzerindeki kazanımlarını destekleyen önemli bir yaklaşım olduğu, yüksek memnuniyet düzeyi ve motivasyon sağladığı, gelecekte farklı nörolojik hastalıklardaki etkilerinin araştırılmaya değer olduğu ve uygulama kolaylığı nedeniyle klinik kullanım açısından uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇLAR

Tüm vücut vibrasyonunun serebellar ataksili hastalarda postüral kontrol üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1. TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası ağrı ve yorgunluk şiddetinin azaldığı gözlemlendi ($p<0,05$). Egzersiz programı sonrası ise, ağrı ve yorgunluk şiddetinde fark bulunmadı ($p>0,05$).
2. Her iki egzersiz programı sonrası azalan hastalık şiddeti ve kinetik fonksiyon bozukluklarının ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla azaldığı saptandı ($p<0,05$). Postür ve yürüme bozukluklarının ise, sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası azaldığı saptandı ($p<0,05$).
3. Her iki egzersiz programı sonrası artan gövde kontrolü ve gövdenin dinamik dengesinin ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla arttığı saptandı ($p<0,05$). Gövde kontrolünün diğer iki parametresi olan statik denge ve koordinasyonun ise, sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası arttığı saptandı ($p<0,05$).
4. Her iki egzersiz programı sonrası artan performans temelli dengenin ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla arttığı saptandı ($p<0,05$).
5. Klinik stabilite limitlerinin her iki egzersiz programı sonrası benzer düzeyde arttığı bulundu ($p<0,05$).
6. Yürüme performansı egzersiz programı ile değişmezken ($p>0,05$), TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası arttığı saptandı ($p<0,05$).
7. Fonksiyonel mobilite becerilerinin üç farklı versiyonunda da egzersiz programı ile değişiklik saptanmazken ($p>0,05$), TVV ile birlikte uygulanan egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).
8. Egzersiz programı ile duyu organizasyonunun birleşik denge puanı ile 4. ve 5. konum puanlarında artış gözlenirken, TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası duyu organizasyonunun tüm konumlarında (K1, K2, K3, K4, K5, K6) ve birleşik denge puanında artış belirlendi ($p<0,05$). Duyu organizasyonunun birleşik denge puanlarında TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası gözlenen gelişim oranının (%30,28) egzersiz programı

sonrasındaki gelişimden (%14,12) daha fazla olduğu bulundu ($p<0,05$). Duyu organizasyonunun 4. konumundaki gelişme her iki egzersiz programı sonrası benzer düzeyde olduğu bulunurken ($p<0,05$), 5. konumundaki gelişme TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla olduğu saptandı ($p<0,05$).

9. Duyusal analizin vestibüler ve görsel duyuları kullanma yeteneklerinin hem egzersiz programı, hem de TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası arttığı bulundu ($p<0,05$). Vestibüler duyuyu kullanma yeteneğinin TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla arttığı saptanırken ($p<0,05$), görsel duyuyu kullanma yeteneğinin her iki egzersiz programı sonrası benzer düzeyde arttığı bulundu ($p<0,05$).
10. Adaptasyon testinin ayakucu yukarı ve ayakucu aşağı parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).
11. Ön stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).
12. Sağ-ön stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).
13. Sağ stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta ve maksimum son nokta parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).
14. Sağ-arka stabilite limitlerinde reaksiyon zamanı ve hareketin hızı, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).
15. Arka stabilite limitlerinde reaksiyon zamanının sadece egzersiz programı sonrası geliştiği bulunurken ($p<0,05$), maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği bulundu ($p<0,05$). Ulaşılan son nokta parametresinin ise, her iki egzersiz programı sonrası benzer düzeyde geliştiği bulundu ($p<0,05$).

16. Sol-arka stabilite limitlerinde reaksiyon zamanının sadece egzersiz programı sonrası geliştiği bulunurken ($p<0,05$), maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği bulundu ($p<0,05$). Her iki egzersiz programı sonrası gelişen ulaşılan son nokta parametresinin ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla geliştiği saptandı ($p<0,05$).
17. Sol stabilite limitlerinde ulaşılan son nokta, maksimum son nokta ve yön kontrolü parametrelerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).
18. Sol-ön stabilite limitlerinde maksimum son nokta parametresinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptanırken ($p<0,05$), her iki egzersiz programı sonrası gelişen yön kontrolü parametresinin ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla geliştiği saptandı ($p<0,05$).
19. Her iki egzersiz programı sonrası gelişen tedavi amacına ulaşma düzeyinin ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla geliştiği saptandı ($p<0,05$).
20. Her iki egzersiz programı sonrası gelişen günlük yaşam aktiviteleri düzeyinin ($p<0,05$), TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası daha fazla geliştiği saptandı ($p<0,05$).
21. Yaşam kalitesinin ve yaşam kalitesinin enerji seviyesi, ağrı, uyku ve fiziksel aktivite komponentlerinin sadece TVV ile birlikte egzersiz programı sonrası geliştiği saptandı ($p<0,05$).

7. KAYNAKLAR

1. Burke G, Hammans S. Ataxia. *Medicine*. 2012;40(8):435-9.
2. Ilg W, Brötz D, Burkard S, Giese MA, Schöls L, Synofzik M. Long-term effects of coordinative training in degenerative cerebellar disease. *Movement Disorders*. 2010;25(13):2239-46.
3. Ilg W, Synofzik M, Brötz D, Burkard S, Giese M, Schöls L. Intensive coordinative training improves motor performance in degenerative cerebellar disease. *Neurology*. 2009;73(22):1823-30.
4. Miyai I, Ito M, Hattori N, Mihara M, Hatakenaka M, Yagura H, et al. Cerebellar ataxia rehabilitation trial in degenerative cerebellar diseases. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2012;26(5):515-22.
5. Martin CL, Tan D, Bragge P, Bialocerkowski A. Effectiveness of physiotherapy for adults with cerebellar dysfunction: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*. 2009;23(1):15-26.
6. Armutlu K, Karabudak R, Nurlu G. Physiotherapy approaches in the treatment of ataxic multiple sclerosis: a pilot study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2001;15(3):203-11.
7. Karakaya M, Kose N, Otman S, Ozgen T, Papo I. Investigation and comparison of the effects of rehabilitation on balance and coordination problems in patients with posterior fossa and cerebellopontine angle tumours. *Journal of Neurosurgical Sciences*. 2000;44(4):220.
8. Mills RJ, Yap L, Young CA. Treatment for ataxia in multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;24(1):CD005029.
9. Wunderer K, Schabrun SM, Chipchase LS. The effect of whole body vibration in common neurological conditions—a systematic review. *Physical Therapy Reviews*. 2008;13(6):434-42.
10. Albasini A, Krause M, Rembitzki IV. Using whole body vibration in physical therapy and sport: clinical practice and treatment exercises. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2010.

11. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. Principles of neural science. New York: McGraw-Hill 2000.
12. Diener HC, Dichgans J. Pathophysiology of cerebellar ataxia. *Movement Disorders*. 1992;7(2):95-109.
13. Manto M, Marmolino D. Cerebellar ataxias. *Current Opinion in Neurology*. 2009;22(4):419-29.
14. Morton SM, Bastian AJ. Cerebellar control of balance and locomotion. *The Neuroscientist*. 2004;10(3):247-59.
15. Durr A. Autosomal dominant cerebellar ataxias: polyglutamine expansions and beyond. *The Lancet Neurology*. 2010;9(9):885-94.
16. Fogel BL, Perlman S. Clinical features and molecular genetics of autosomal recessive cerebellar ataxias. *The Lancet Neurology*. 2007;6(3):245-57.
17. Morgan M. Ataxia-its causes, measurement, and management. *International Rehabilitation Medicine*. 1980;2(3):126-32.
18. Erasmus C, Beems T, Rotteveel J. Frontal ataxia in childhood. *Neuropediatrics*. 2004;35(06):368-70.
19. Edwards S. Abnormal tone and movement as a result of neurological impairment: Considerations for treatment. In: Edwards S, editor. *Neurological Physiotherapy: A Problem Solving Approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2002.
20. Bannister R. *Brain's clinical neurology*. 6th ed. Oxford: Oxford University Press; 1986.
21. Ashizawa T, Xia G. Ataxia. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*. 2016;22(4, Movement Disorders):1208-26.
22. Keshner EA. Postural abnormalities in vestibular disorders. In: Herdman S, editor. *Vestibular rehabilitation* Philadelphia: USA: FA Davis Co; 1994.
23. Dieterich M, Brandt T. Postural imbalance and subjective visual vertical in medullary infarctions. In: Brandt T, editor. *Disorders of Posture and Gait* Stuttgart, New York: Thieme; 1990.

24. Borello-France DF, Whitney SL, Herdman S. Assessment of vestibular hypofunction. In: Herdman S, editor. *Vestibular Rehabilitation*. Philadelphia FA Davis; 1994.
25. Horak FB, Dimitrova D, Nutt JG. Direction-specific postural instability in subjects with Parkinson's disease. *Experimental Neurology*. 2005;193(2):504-21.
26. Thompson P, Day B. The anatomy and physiology of cerebellar disease. *Advances in Neurology*. 1993;61:15-31.
27. Organization WH. *International Classification of Functioning, Disability, and Health: Children & Youth Version: ICF-CY*. Geneva: WHO; 2007.
28. Carr JH. *Neurological Rehabilitation*. 2nd ed. India: Elsevier 1998.
29. Hore J, Wild B, Diener H. Cerebellar dysmetria at the elbow, wrist, and fingers. *Journal of Neurophysiology*. 1991;65(3):563-71.
30. Hallett M, Shahani BT, Young RR. EMG analysis of patients with cerebellar deficits. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1975;38(12):1163-9.
31. Becker W, Kunesch E, Freund H-J. Coordination of a multi-joint movement in normal humans and in patients with cerebellar dysfunction. *Canadian Journal of Neurological Sciences*. 1990;17(03):264-74.
32. Hallett M, Berardelli A, Matheson J, Rothwell J, Marsden C. Physiological analysis of simple rapid movements in patients with cerebellar deficits. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1991;54(2):124-33.
33. Sanes JN, LeWitt PA, Mauritz K-H. Visual and mechanical control of postural and kinetic tremor in cerebellar system disorders. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1988;51(7):934-43.
34. Brooks VB. *The neural basis of motor control*. Oxford: Oxford University Press; 1986.
35. Haggard P, Jenner J, Wing A. Coordination of aimed movements in a case of unilateral cerebellar damage. *Neuropsychologia*. 1994;32(7):827-46.

36. Thach WT, Goodkin H, Keating J. The cerebellum and the adaptive coordination of movement. *Annual Review of Neuroscience*. 1992;15(1):403-42.
37. Rothwell JC. *Control of human voluntary movement*. 2nd ed. London, UK: Chapman & Hall; 1994.
38. Hore J, Flament D. Changes in motor cortex neural discharge associated with the development of cerebellar limb ataxia. *Journal of Neurophysiology*. 1988;60(4):1285-302.
39. Pandolfo M, Manto M. Cerebellar and afferent ataxias. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*. 2013;19(5, Movement Disorders):1312-43.
40. Baloh RW, Jacobson KM, Beykirch K, Honrubia V. Static and dynamic posturography in patients with vestibular and cerebellar lesions. *Archives of Neurology*. 1998;55(5):649-54.
41. Gatev P, Thomas S, Lou J-S, Lim M, Hallett M. Effects of diminished and conflicting sensory information on balance in patients with cerebellar deficits. *Movement Disorders*. 1996;11(6):654-64.
42. Diener H-C, Dichgans J, Bacher M, Gompf B. Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1984;57(2):134-42.
43. Horak F, Diener H. Cerebellar control of postural scaling and central set in stance. *Journal of Neurophysiology*. 1994;72(2):479-93.
44. Schwabe A, Drepper J, Maschke M, Diener H-C, Timmann D. The role of the human cerebellum in short-and long-term habituation of postural responses. *Gait & Posture*. 2004;19(1):16-23.
45. Diener HC, Dichgans J, Guschlbauer B, Bacher M, Rapp H, Klockgether T. The coordination of posture and voluntary movement in patients with cerebellar dysfunction. *Movement Disorders*. 1992;7(1):14-22.
46. Mariotti C, Fancellu R, Donato S. An overview of the patient with ataxia. *Journal of Neurology*. 2005;252(5):511-8.

47. Marsden J, Harris C. Cerebellar ataxia: pathophysiology and rehabilitation. *Clinical Rehabilitation*. 2011;25(3):195-216.
48. Ilg W, Giese M, Gizewski E, Schoch B, Timmann D. The influence of focal cerebellar lesions on the control and adaptation of gait. *Brain*. 2008;131(11):2913-27.
49. Hallett M. Cerebellar ataxic gait. *Advances in Neurology*. 2001;87:155.
50. Seidel B, Krebs DE. Base of support is not wider in chronic ataxic and unsteady patients. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2002;34(6):288-91.
51. Schmahmann JD, Sherman JC. The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain*. 1998;121(4):561-79.
52. Schmahmann JD, Weilburg JB, Sherman JC. The neuropsychiatry of the cerebellum—insights from the clinic. *The Cerebellum*. 2007;6(3):254-67.
53. Kent RD, Kent JF, Duffy JR, Thomas JE, Weismer G, Stuntebeck S. Ataxic dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2000;43(5):1275-89.
54. Yorkston KM, Klasner ER, Swanson KM. Communication in context: A qualitative study of the experiences of individuals with multiple sclerosis. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2001;10(2):126-37.
55. Bringfelt P-A, Hartelius L, Runmarker B. Communication problems in multiple sclerosis: 9-year follow-up. *International Journal of MS Care*. 2006;8(4):130-40.
56. Goverover Y, Genova HM, Hillary FG, DeLuca J. The relationship between neuropsychological measures and the Timed Instrumental Activities of Daily Living task in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*. 2007;13(5):636-44.
57. Einarsson U, Gottberg K, Fredrikson S, Von Koch L, Holmqvist LW. Activities of daily living and social activities in people with multiple sclerosis in Stockholm County. *Clinical Rehabilitation*. 2006;20(6):543-51.
58. van de Warrenburg BP, Steijns JA, Munneke M, Kremer BP, Bloem BR. Falls in degenerative cerebellar ataxias. *Movement Disorders*. 2005;20(4):497-500.

59. Fonteyn EM, Schmitz-Hübsch T, Verstappen CC, Baliko L, Bloem BR, Boesch S, et al. Falls in spinocerebellar ataxias: Results of the EuroSCA Fall Study. *The Cerebellum*. 2010;9(2):232-9.
60. Van de Warrenburg BP, Bakker M, Kremer BP, Bloem BR, Allum JH. Trunk sway in patients with spinocerebellar ataxia. *Movement Disorders*. 2005;20(8):1006-13.
61. Kielhofner G. *A model of human occupation: Theory and application*. 2nd ed. Baltimore: MD: Williams & Wilkins; 1995.
62. Ben Ari E, Johansson S, Ytterberg C, Bergström J, von Koch L. How are cognitive impairment, fatigue and signs of depression related to participation in daily life among persons with multiple sclerosis? *Disability and Rehabilitation*. 2014;36(23):2012-8.
63. Noreau L, Desrosiers J, Robichaud L, Fougere P, Rochette A, Viscogliosi C. Measuring social participation: reliability of the LIFE-H in older adults with disabilities. *Disability and Rehabilitation*. 2004;26(6):346-52.
64. Obembe AO, Eng JJ. Rehabilitation interventions for improving social participation after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2016;30(4):384-92.
65. Buchanan RJ, Zhu L, Schiffer R, Radin D, James W. Rural–Urban Analyses of Health-Related Quality of Life Among People With Multiple Sclerosis. *The Journal of Rural Health*. 2008;24(3):244-52.
66. López-Bastida J, Perestelo-Pérez L, Montón-álvarez F, Serrano-Aguilar P. Social economic costs and health-related quality of life in patients with degenerative cerebellar ataxia in Spain. *Movement Disorders*. 2008;23(2):212-7.
67. Wilson C, Fahey M, Corben L, Collins V, Churchyard A, Lamont P, et al. Quality of life in Friedreich ataxia: what clinical, social and demographic factors are important? *European Journal of Neurology*. 2007;14(9):1040-7.

68. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. 2006;35(suppl 2):ii7-ii11.
69. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine*. 1988;319(26):1701-7.
70. McIlroy WE, Maki BE. Age-related changes in compensatory stepping in response to unpredictable perturbations. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1996;51(6):M289-M96.
71. Horak F, Kuo A. Postural adaptation for altered environments, tasks, and intentions. In: Winters JM, Crago PE, editors. *Biomechanics and Neural control of posture and movement*. New York: Springer; 2000.
72. Peterka R. Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*. 2002;88(3):1097-118.
73. Karnath H-O, Ferber S, Dichgans J. The neural representation of postural control in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2000;97(25):13931-6.
74. Winter D, MacKinnon C, Ruder G, Wieman C. An integrated EMG/biomechanical model of upper body balance and posture during human gait. *Progress in Brain Research*. 1993;97:359-67.
75. Bauby CE, Kuo AD. Active control of lateral balance in human walking. *Journal of Biomechanics*. 2000;33(11):1433-40.
76. Prince F, Corriveau H, Hébert R, Winter DA. Gait in the elderly. *Gait & Posture*. 1997;5(2):128-35.
77. Teasdale N, Simoneau M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait & Posture*. 2001;14(3):203-10.
78. Camicioli R, Howieson D, Lehman S, Kaye J. Talking while walking The effect of a dual task in aging and Alzheimer's disease. *Neurology*. 1997;48(4):955-8.

79. Terzuolo C, Viviani P. Parameters of motion and EMG activities during some simple motor tasks in normal subjects and cerebellar patients. In: Cooper IS, Riklan M, Snider RS, editors. *The Cerebellum, Epilepsy, and Behavior*. New York: Plenum; 1974.
80. MA M. Clients with cerebellar dysfunction. In: Umphred DA, editor. *Neurological rehabilitation*. 5th ed. St. Louis, Mo, USA: Mosby Elsevier 2007.
81. Ropper AH. *Adams and Victor's principles of neurology*. New York: McGraw-Hill 2005.
82. Trouillas P, Takayanagi T, Hallett M, Currier R, Subramony S, Wessel K, et al. International Cooperative Ataxia Rating Scale for pharmacological assessment of the cerebellar syndrome. *Journal of the Neurological Sciences*. 1997;145(2):205-11.
83. Schmitz-Hübsch T, Tezenas du Montcel S, Baliko L, Boesch S, Bonato S, Fancellu R, et al. Reliability and validity of the International Cooperative Ataxia Rating Scale: a study in 156 spinocerebellar ataxia patients. *Movement Disorders*. 2006;21(5):699-704.
84. Schmitz-Hübsch T, Du Montcel ST, Baliko L, Berciano J, Boesch S, Depondt C, et al. Scale for the assessment and rating of ataxia Development of a new clinical scale. *Neurology*. 2006;66(11):1717-20.
85. Bürk K, Mälzig U, Wolf S, Heck S, Dimitriadis K, Schmitz-Hübsch T, et al. Comparison of three clinical rating scales in Friedreich ataxia (FRDA). *Movement Disorders*. 2009;24(12):1779-84.
86. Subramony SH. SARA—a new clinical scale for the assessment and rating of ataxia. *Nature Clinical Practice Neurology*. 2007;3(3):136-7.
87. Schmahmann JD, Gardner R, MacMore J, Vangel MG. Development of a brief ataxia rating scale (BARS) based on a modified form of the ICARS. *Movement Disorders*. 2009;24(12):1820-8.
88. Whittle MW. *Gait analysis: an introduction*. Edinburgh: Elsevier; 2014.

89. Gronley JK, Perry J. Gait analysis techniques. *Physical Therapy*. 1984;63:1831-8.
90. Wall J, Brunt D. Clinical gait analysis: temporal and distance parameters. In: Deussen JV, editor. *Assessment in occupational therapy and physical therapy*. Philadelphia (PA): WB Saunders; 1997.
91. Cattaneo D, Jonsdottir J, Repetti S. Reliability of four scales on balance disorders in persons with multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*. 2007;29(24):1920-5.
92. Winser SJ, Smith CM, Hale LA, Claydon LS, Whitney SL, Mehta P. Systematic review of the psychometric properties of balance measures for cerebellar ataxia. *Clinical Rehabilitation*. 2015;29(1):69-79.
93. Di Fabio RP, Seay R. Use of the "fast evaluation of mobility, balance, and fear" in elderly community dwellers: validity and reliability. *Physical Therapy*. 1997;77(9):904.
94. Winser SJ, Hale L, Claydon LS, Smith C. Outcome measures for the assessment of balance and posture control in cerebellar ataxia. *Physical Therapy Reviews*. 2013;18(2):117-33.
95. Granger CV, Hamilton BB, Keith RA, Zielezny M, Sherwin FS. Advances in functional assessment for medical rehabilitation. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 1986;1(3):59-74.
96. Schwabova J, Zahalka F, Maly T, Zumrová A, Komárek V, Hrasky P, et al. Activities of daily living scale--the tool for clinical state monitoring of spinocerebellar ataxia and Friedreich ataxia patients. *Archives: The International Journal of Medicine*. 2009;2(4):295-9.
97. Barthel D. Functional evaluation: the barthel index, Maryland State. *Med J*. 1965;14:16-65.
98. Organization WH. Quality of life assessment: an annotated bibliography. *Quality of life assessment: an annotated bibliography*. Geneva: WHO; 1994.

99. Brooks R, Group E. EuroQol: the current state of play. *Health Policy*. 1996;37(1):53-72.
100. Jenkinson C, Stewart-Brown S, Petersen S, Paice C. Assessment of the SF-36 version 2 in the United Kingdom. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 1999;53(1):46-50.
101. Turner-Stokes L. Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: a practical guide. *Clinical Rehabilitation*. 2009;23(4):362-70.
102. Wade D. Evidence relating to goal planning in rehabilitation. *Clinical Rehabilitation*. 1998;12(4):273.
103. Kiresuk TJ, Sherman RE. Goal attainment scaling: A general method for evaluating comprehensive community mental health programs. *Community Mental Health Journal*. 1968;4(6):443-53.
104. Law MC, Baptiste S, Carswell A, McColl MA, Polatajko H, Pollock N. Canadian occupational performance measure. 3rd ed. Toronto, ON: CAOT Publications; 1998.
105. Kabat H. Analysis and therapy of cerebellar ataxia and asynergia. *AMA Archives of Neurology & Psychiatry*. 1955;74(4):375-82.
106. Morgan M. Ataxia and weights. *Physiotherapy*. 1975;61(11):332.
107. Crowdy K, Kaur-Mann D, Cooper H, Mansfield A, Offord J, Marple-Horvat D. Rehearsal by eye movement improves visuomotor performance in cerebellar patients. *Experimental Brain Research*. 2002;146(2):244-7.
108. Matsumura M, Sadato N, Kochiyama T, Nakamura S, Naito E, Matsunami K-i, et al. Role of the cerebellum in implicit motor skill learning: a PET study. *Brain Research Bulletin*. 2004;63(6):471-83.
109. Carr J, Shepherd R. Training motor control, increasing strength and fitness and promoting skill acquisition. In: Carr JH, Shepherd RB, editors. *Neurological Rehabilitation Optimizing motor performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1998.

110. Boyd LA, Winstein CJ. Cerebellar stroke impairs temporal but not spatial accuracy during implicit motor learning. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2004;18(3):134-43.
111. Doyon J, Penhune V, Ungerleider LG. Distinct contribution of the cortico-striatal and cortico-cerebellar systems to motor skill learning. *Neuropsychologia*. 2003;41(3):252-62.
112. Molinari M, Leggio MG, Solida A, Ciorra R, Misciagna S, Silveri MC, et al. Cerebellum and procedural learning: evidence from focal cerebellar lesions. *Brain*. 1997;120(10):1753-62.
113. Doyon J, Benali H. Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. *Current Opinion in Neurobiology*. 2005;15(2):161-7.
114. Hikosaka O, Nakamura K, Sakai K, Nakahara H. Central mechanisms of motor skill learning. *Current Opinion in Neurobiology*. 2002;12(2):217-22.
115. Barash S, Melikyan A, Sivakov A, Zhang M, Glickstein M, Thier P. Saccadic dysmetria and adaptation after lesions of the cerebellar cortex. *Journal of Neuroscience*. 1999;19(24):10931-9.
116. Rabe K, Livne O, Gizewski ER, Aurich V, Beck A, Timmann D, et al. Adaptation to visuomotor rotation and force field perturbation is correlated to different brain areas in patients with cerebellar degeneration. *Journal of Neurophysiology*. 2009;101(4):1961-71.
117. Spencer RM, Ivry RB. Sequence learning is preserved in individuals with cerebellar degeneration when the movements are directly cued. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2009;21(7):1302-10.
118. Hatzitaki V, Koudouni A, Orologas A. Learning of a novel visuo-postural coordination task in adults with multiple sclerosis. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2006;38(5):295-301.
119. Pascual-Leone A, Grafman J, Clark K, Stewart M, Massaquoi S, Lou JS, et al. Procedural learning in Parkinson's disease and cerebellar degeneration. *Annals of Neurology*. 1993;34(4):594-602.

120. Smith CR. Cerebellar tremor and ataxia. In: Lazar R, editor. Principles of neurologic rehabilitation. New York: McGraw-Hill; 1998.
121. Krusen FH, Kottke FJ, Ellwood PM. Handbook of physical medicine and rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders Company; 1971.
122. Knott M, Voss DE. Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques. 2nd ed. New York: Hoeber Medical Division, Harper & Row; 1968.
123. Landers M, Adams M, Acosta K, Fox A. Challenge-oriented gait and balance training in sporadic olivopontocerebellar atrophy: a case study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2009;33(3):160-8.
124. Matjacić Z, Zupan A. Effects of dynamic balance training during standing and stepping in patients with hereditary sensory motor neuropathy. *Disability and Rehabilitation*. 2006;28(23):1455-9.
125. Armutlu K FA, Salcı Y. Hareket Bozukluklarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. In: Elibol B, editor. Hareket Bozuklukları. Ankara: Rotatıp; 2011.
126. Harris-Love MO, Siegel KL, Paul SM, Benson K. Rehabilitation Mnagement of Friedreich Ataxia: Lower Extremity Force-Control Variability and Gait Performance. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2004;18(2):117-24.
127. Nakamura R, Taniguchi R. Kinesiological analysis and physical therapy of cerebellar ataxia. *Advanc Neurol Sci(Tokyo)*. 1978;22:1322-34.
128. Aisen M, Arnold A, Baiges I, Maxwell S, Rosen M. The effect of mechanical damping loads on disabling action tremor. *Neurology*. 1993;43(7):1346-.
129. Gracies J-M, Fitzpatrick R, Wilson L, Burke D, Gandevia SC. Lycra garments designed for patients with upper limb spasticity: mechanical effects in normal subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1997;78(10):1066-71.

130. Nicholson J, Morton R, Attfield S, Rennie D. Assessment of upper-limb function and movement in children with cerebral palsy wearing lycra garments. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2001;43(6):384-91.
131. Morrice B-L, Becker WJ, Hoffer J, Lee RG. Manual tracking performance in patients with cerebellar incoordination: effects of mechanical loading. *Canadian Journal of Neurological Sciences*. 1990;17(03):275-85.
132. Dahlin-Webb SR. A weighted wrist cuff. *The American Journal of Occupational Therapy*. 1986;40(5):363.
133. McGruder J, Cors D, Tiernan AM, Tomlin G. Weighted wrist cuffs for tremor reduction during eating in adults with static brain lesions. *American Journal of Occupational Therapy*. 2003;57(5):507-16.
134. Manto M, Godaux E, Jacquy J. Cerebellar hypermetria is larger when the inertial load is artificially increased. *Annals of Neurology*. 1994;35(1):45-52.
135. Perlmutter E, Gregory PC. Rehabilitation treatment options for a patient with paraneoplastic cerebellar degeneration. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2003;82(2):158-62.
136. Gibson-Horn C. Balance-based torso-weighting in a patient with ataxia and multiple sclerosis: a case report. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2008;32(3):139-46.
137. Widener GL, Allen DD, Gibson-Horn C. Randomized clinical trial of balance-based torso weighting for improving upright mobility in people with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2009;23(8):784-91.
138. Feys P, Helsen W, Liu X, Mooren D, Albrecht H, Nuttin B, et al. Effects of peripheral cooling on intention tremor in multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2005;76(3):373-9.
139. Quintern J, Immisch I, Albrecht H, Pöllmann W, Glasauer S, Straube A. Influence of visual and proprioceptive afferences on upper limb ataxia in patients with multiple sclerosis. *Journal of the Neurological sciences*. 1999;163(1):61-9.

140. Guercio JM, Ferguson KE, McMorrow MJ. Increasing functional communication through relaxation training and neuromuscular feedback. *Brain Injury*. 2001;15(12):1073-82.
141. Guercio J, Chittum R, McMorrow M. Self management in the treatment of ataxia: a case study in reducing ataxic tremor through relaxation and biofeedback. *Brain Injury*. 1997;11(5):353-62.
142. Davis AE, Lee RG. EMG biofeedback in patients with motor disorders: an aid for co-ordinating activity in antagonistic muscle groups. *Canadian Journal of Neurological Sciences*. 1980;7(03):199-206.
143. Betker AL, Szturm T, Moussavi ZK, Nett C. Video game-based exercises for balance rehabilitation: a single-subject design. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(8):1141-9.
144. Baram Y, Miller A. Virtual reality cues for improvement of gait in patients with multiple sclerosis. *Neurology*. 2006;66(2):178-81.
145. Baram Y, Miller A. Auditory feedback control for improvement of gait in patients with Multiple Sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences*. 2007;254(1):90-4.
146. Stolze H, Klebe S, Petersen G, Raethjen J, Wenzelburger R, Witt K, et al. Typical features of cerebellar ataxic gait. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2002;73(3):310-2.
147. Ada L, Dean CM, Hall JM, Bampton J, Crompton S. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;84(10):1486-91.
148. Pohl M, Rockstroh G, Rückriem S, Mrass G, Mehrholz J. Immediate effects of speed-dependent treadmill training on gait parameters in early Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;84(12):1760-6.
149. Dobkin BH, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, et al. Methods for a randomized trial of weight-supported treadmill training versus

- conventional training for walking during inpatient rehabilitation after incomplete traumatic spinal cord injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2003;17(3):153-67.
150. Vaz DV, Schettino RdC, Rolla de Castro TR, Teixeira VR, Cavalcanti Furtado SR, de Mello Figueiredo E. Treadmill training for ataxic patients: a single-subject experimental design. *Clinical Rehabilitation*. 2008;22(3):234-41.
 151. Cernak K, Stevens V, Price R, Shumway-Cook A. Locomotor training using body-weight support on a treadmill in conjunction with ongoing physical therapy in a child with severe cerebellar ataxia. *Physical Therapy*. 2008;88(1):88.
 152. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke*. 1998;29(6):1122-8.
 153. Freund JE, Stetts DM. Use of trunk stabilization and locomotor training in an adult with cerebellar ataxia: a single system design. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2010;26(7):447-58.
 154. Braga Neto P, Pedroso JL, Kuo S-H, Junior M, França C, Teive HAG, et al. Current concepts in the treatment of hereditary ataxias. *Arquivos de Neuro-psiquiatria*. 2016;74(3):244-52.
 155. Kramer A, Dettmers C, Gruber M. Exergaming with additional postural demands improves balance and gait in patients with multiple sclerosis as much as conventional balance training and leads to high adherence to home-based balance training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;95(10):1803-9.
 156. Marquer A, Barbieri G, Pérennou D. The assessment and treatment of postural disorders in cerebellar ataxia: a systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2014;57(2):67-78.
 157. Omiyale O, Crowell CR, Madhavan S. Effect of Wii-based balance training on corticomotor excitability post stroke. *Journal of Motor Behavior*. 2015;47(3):190-200.

158. Davies T, Vinumon T, Taylor L, Parsons J. Let's kinect to increase balance and coordination of older people: Pilot testing of a balloon catching game. *Int J Virtual Worlds Hum Comput Interact*. 2014;2(1):37-46.
159. Pomeroy VM, Clark CA, Miller JSG, Baron J-C, Markus HS, Tallis RC. The potential for utilizing the “mirror neurone system” to enhance recovery of the severely affected upper limb early after stroke: a review and hypothesis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2005;19(1):4-13.
160. Plow M, Finlayson M. Potential benefits of Nintendo Wii Fit among people with multiple sclerosis: a longitudinal pilot study. *International journal of MS care*. 2011;13(1):21-30.
161. Brichetto G, Spallarossa P, de Carvalho MLL, Battaglia MA. The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: a pilot randomized control study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2013;19(9):1219-21.
162. Ilg W, Schatton C, Schicks J, Giese MA, Schöls L, Synofzik M. Video game–based coordinative training improves ataxia in children with degenerative ataxia. *Neurology*. 2012;79(20):2056-60.
163. Ortiz-Gutiérrez R, Cano-de-la-Cuerda R, Galán-del-Río F, Alguacil-Diego IM, Palacios-Ceña D, Miangolarra-Page JC. A telerehabilitation program improves postural control in multiple sclerosis patients: a Spanish preliminary study. *International journal of environmental research and public health*. 2013;10(11):5697-710.
164. Bateni H, Maki BE. Assistive devices for balance and mobility: benefits, demands, and adverse consequences. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005;86(1):134-45.
165. Jeka JJ. Light touch contact as a balance aid. *Physical Therapy*. 1997;77(5):476.
166. Pope PM. Severe and complex neurological disability: management of the physical condition. Oxford: Butterworth-Heinemann/Elsevier; 2007.
167. Fillyaw M, Ades P. Endurance exercise training in Friedreich ataxia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1989;70(10):786-8.

168. Tesche CD, Karhu JJ. Anticipatory cerebellar responses during somatosensory omission in man. *Human Brain Mapping*. 2000;9(3):119-42.
169. Brooks VB, Thach WT. Cerebellar control of posture and movement. In: Brooks VB, editor. *Handbook of physiology, Section*. Baltimore: Williams and Wilkins 1981.
170. Diener H, Dichgans J, Guschlbauer B, Mau H. The significance of proprioception on postural stabilization as assessed by ischemia. *Brain Research*. 1984;296(1):103-9.
171. Saywell N, Taylor D. The role of the cerebellum in procedural learning—Are there implications for physiotherapists' clinical practice? *Physiotherapy Theory and Practice*. 2008;24(5):321-8.
172. Adler SS, Beckers D, Buck M. Activities of Daily Living. In: Adler S, editor. *PNF in Practice*. Berlin: Springer; 2000.
173. Verhagen E, Van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, Van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains a prospective controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*. 2004;32(6):1385-93.
174. Prosperini L, Leonardi L, De Carli P, Mannocchi ML, Pozzilli C. Visuo-proprioceptive training reduces risk of falls in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2010;16(4):491-9.
175. Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, Paternostro-Sluga T. Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical Rehabilitation*. 2005;19(8):834-42.
176. Hatzitaki V, Pavlou M, Bronstein AM. The integration of multiple proprioceptive information: effect of ankle tendon vibration on postural responses to platform tilt. *Experimental Brain Research*. 2004;154(3):345-54.
177. Snow M. Mechanical vibration. *Early American Manual Therapy*. New York: The Scientific Authors' Publishing Co.; 1912.

178. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2003;31(1):3-7.
179. Goetz CG. Jean-Martin Charcot and his vibratory chair for Parkinson disease. *Neurology*. 2009;73(6):475-8.
180. van Nes IJ, Geurts AC, Hendricks HT, Duysens J. Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: preliminary evidence. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2004;83(11):867-73.
181. Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W. Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2005;19(2):459-66.
182. Merriman H, Jackson K. The Effects of Whole-Body Vibration Training in Aging Adults: A Systematic Review. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2009;32(3):134-45.
183. Bosco C, Colli R, Intorini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology-Oxford-*. 1999;19:183-7.
184. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. The influence of vibration on arm flexors mechanical power and emg activity of biceps brachii. *Eur J Appl Physiol*. 1999;79:306-11.
185. Hagbarth K, Eklund G. Motor effects of vibratory muscle stimuli in man. In: Granit R, editor. *Muscular Afferents and Motor Control*. Stockholm: Almqvist and Wiksell; 1966. p. 177-86.
186. Ribot-Ciscar E, Vedel J, Roll J. Vibration sensitivity of slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors in the human foot and leg. *Neuroscience Letters*. 1989;104(1-2):130-5.
187. Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*. 2000;20(2):134-42.

188. Naito E, Kinomura S, Geyer S, Kawashima R, Roland PE, Zilles K. Fast reaction to different sensory modalities activates common fields in the motor areas, but the anterior cingulate cortex is involved in the speed of reaction. *Journal of Neurophysiology*. 2000;83(3):1701-9.
189. Cunnington R, Windischberger C, Deecke L, Moser E. The preparation and execution of self-initiated and externally-triggered movement: a study of event-related fMRI. *Neuroimage*. 2002;15(2):373-85.
190. Fitts RH, Riley DR, Widrick JJ. Functional and structural adaptations of skeletal muscle to microgravity. *Journal of Experimental Biology*. 2001;204(18):3201-8.
191. McCall G, Grindeland R, Roy R, Edgerton V. Muscle afferent activity modulates bioassayable growth hormone in human plasma. *Journal of Applied Physiology*. 2000;89(3):1137-41.
192. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*. 2000;81(6):449-54.
193. Da Silva ME, Fernandez JM, Castillo E, Nuñez VM, Vaamonde DM, Poblador MS, et al. Influence of vibration training on energy expenditure in active men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(2):470-5.
194. Kersch-Schindl K, Grampp S, Henk C, Resch H, Preisinger E, Fialka-Moser V, et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2001;21(3):377-82.
195. Maloney-Hinds C, Petrofsky JS, Zimmerman G, Hessinger DA. The role of nitric oxide in skin blood flow increases due to vibration in healthy adults and adults with type 2 diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics*. 2009;11(1):39-43.
196. Rubin C, Capilla E, Luu Y, Busa B, Crawford H, Nolan D, et al. Adipogenesis is inhibited by brief, daily exposure to high-frequency, extremely low-

- magnitude mechanical signals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007;104(45):17879-84.
197. Nakamura H, Okazawa T, Nagase H, Yoshida M, Arizumi M, Okada A. Change in digital blood flow with simultaneous reduction in plasma endothelin induced by hand-arm vibration. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 1996;68(2):115-9.
 198. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology*. 2003;89(6):555-63.
 199. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*. 2005;35(4):339-61.
 200. Maddalozzo G, Iwaniec U, Turner R, Rosen C, Widrick J. Whole-body vibration slows the acquisition of fat in mature female rats. *International Journal of Obesity*. 2008;32(9):1348-54.
 201. Rittweger J, Ehrig J, Just K, Mutschelknauss M, Kirsch K, Felsenberg D. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *International Journal of Sports Medicine*. 2002;23(06):428-32.
 202. Di Loreto C, Ranchelli A, Lucidi P, Murdolo G, Parlanti N, De Cicco A, et al. Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2004:323-7.
 203. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *The Angle Orthodontist*. 1994;64(3):175-88.
 204. Qin YX, Rubin CT, McLeod KJ. Nonlinear dependence of loading intensity and cycle number in the maintenance of bone mass and morphology. *Journal of Orthopaedic Research*. 1998;16(4):482-9.
 205. Wallace B, Cumming R. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in pre-and postmenopausal women. *Calcified Tissue International*. 2000;67(1):10-8.

206. Turner CH, Pavalko FM. Mechanotransduction and functional response of the skeleton to physical stress: the mechanisms and mechanics of bone adaptation. *Journal of Orthopaedic Science*. 1998;3(6):346-55.
207. Hsieh YF, Turner CH. Effects of loading frequency on mechanically induced bone formation. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2001;16(5):918-24.
208. Weinbaum S, Cowin S, Zeng Y. A model for the excitation of osteocytes by mechanical loading-induced bone fluid shear stresses. *Journal of Biomechanics*. 1994;27(3):339-60.
209. Craven C. Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2009;46(4):529.
210. Ozcivici E, Garman R, Judex S. High-frequency oscillatory motions enhance the simulated mechanical properties of non-weight bearing trabecular bone. *Journal of Biomechanics*. 2007;40(15):3404-11.
211. Garman R, Gaudette G, Donahue LR, Rubin C, Judex S. Low-level accelerations applied in the absence of weight bearing can enhance trabecular bone formation. *Journal of Orthopaedic Research*. 2007;25(6):732-40.
212. Gilsanz V, Wren TA, Sanchez M, Dorey F, Judex S, Rubin C. Low-level, high-frequency mechanical signals enhance musculoskeletal development of young women with low BMD. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2006;21(9):1464-74.
213. Fricke O, Schoenau E. The 'Functional Muscle-Bone Unit': probing the relevance of mechanical signals for bone development in children and adolescents. *Growth Hormone & IGF Research*. 2007;17(1):1-9.
214. De Gail P, Lance J, Neilson P. Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1966;29(1):1-11.
215. Kvorning T, Bagger M, Caserotti P, Madsen K. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *European Journal of Applied Physiology*. 2006;96(5):615-25.

216. Hagbarth K-E, Eklund G. Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain Research*. 1966;2(2):201-3.
217. Lance J, Burke D, Andrews C. The reflex effects of muscle vibration. In: Desmedt JE, editor. *New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology*. Karger: Basel; 1973.
218. Roll J, Popov K, Gurfinkel V, Lipshits M, André-Deshays C, Gilhodes J, et al. Sensorimotor and perceptual function of muscle proprioception in microgravity. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium & Orientation*. 1993;3(3):259.
219. Wierzbicka M, Gilhodes J, Roll J. Vibration-induced postural posteffects. *Journal of Neurophysiology*. 1998;79(1):143-50.
220. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. Activity in receptor afferents from the anterior cruciate ligament evokes reflex effects on fusimotor neurones. *Neuroscience Research*. 1990;8(1):54-9.
221. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1991;268:161-78.
222. Mester J, Spitzenpfeil P, Yue Z. Vibration loads: potential for strength and power development. In: Komi P, editor. *Strength and Power in Sport*. 2nd ed. Oxford: Blackwell; 2008.
223. Cormie P, Deane RS, Triplett NT, McBride JM. Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2006;20(2):257-61.
224. Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2003;18(5):876-84.
225. Bruyere O, Wuidart M-A, Di Palma E, Gourlay M, Ethgen O, Richy F, et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005;86(2):303-7.

226. Ahlborg L, Andersson C, Julin P. Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2006;38(5):302-8.
227. Santos-Filho SD, Cameron MH, Bernardo-Filho M. Benefits of whole-body vibration with an oscillating platform for people with multiple sclerosis: a systematic review. *Multiple Sclerosis International*. 2012;6:27-32.
228. Sharififar S, Coronado RA, Romero S, Azari H, Thigpen M. The effects of whole body vibration on mobility and balance in Parkinson disease: a systematic review. *Iranian Journal of Medical Sciences*. 2014;39(4):318-26.
229. Tankisheva E, Bogaerts A, Boonen S, Feys H, Verschueren S. Effects of intensive whole-body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: a randomized controlled pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;95(3):439-46.
230. Turbanski S, Haas CT, Schmidtbleicher D, Friedrich A, Duisberg P. Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine*. 2005;13(3):243-56.
231. Flachenecker P, Kümpfel T, Kallmann B, Gottschalk M, Grauer O, Rieckmann P, et al. Fatigue in multiple sclerosis: a comparison of different rating scales and correlation to clinical parameters. *Multiple Sclerosis Journal*. 2002;8(6):523-6.
232. Price DD, Bush FM, Long S, Harkins SW. A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales. *Pain*. 1994;56(2):217-26.
233. Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, Preger R, Kiekens C, De Weerd W. The Trunk Impairment Scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(3):326-34.
234. Verheyden G, Nuyens G, Nieuwboer A, Van Asch P. Reliability and validity of trunk assessment for people with multiple sclerosis. *Physical Therapy*. 2006;86(1):66.

235. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991;39(2):142-8.
236. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*. 1990;45(6):M192-M7.
237. Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2013;36(1):24-30.
238. Berg K, Wood-Dauphine S, Williams J, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41(6):304-11.
239. Sahin F, Yilmaz F, Ozmaden A, Kotevoglul N, Sahin T, Kuran B. Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2008;31(1):32-7.
240. Kucukdeveci A, Yavuzer G, Tennant A, Suldur N, Sonel B, Arasil T. Adaptation of the modified Barthel Index for use in physical medicine and rehabilitation in Turkey. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2000;32(2):87-92.
241. Nashner LM, Peters JF. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *Neurologic Clinics*. 1990;8(2):331.
242. Fjeldstad C, Pardo G, Frederiksen C, Bembem D, Bembem M. Assessment of postural balance in multiple sclerosis. *International Journal of MS Care*. 2009;11(1):1-5.
243. Monsell EM, Furman JM, Herdman SJ, Konrad HR, Shepard NT. Computerized dynamic platform posturography. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*. 1997;117(4):394-8.

244. [Erişim Tarihi 15 Mart 2010]. Erişim adresi: <http://resourcesonbalance.com/for-clinicians/computerized-dynamic-posturography/cdp-protocols/>. [
245. Ford-Smith CD, Wyman JF, Elswick R, Fernandez T, Newton RA. Test-retest reliability of the sensory organization test in noninstitutionalized older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1995;76(1):77-81.
246. Nashner L. EquiTest system operator's manual, version 4.04. Clackamas: NeuroCom International. 1992.
247. [Erişim Tarihi 21 Mart 2017]. Erişim adresi: <http://resourcesonbalance.com/for-clinicians/computerized-dynamic-posturography/>. [
248. Furman J. Posturography: uses and limitations. *Bailliere's Clinical Neurology*. 1994;3(3):501-13.
249. Clark S, Rose DJ, Fujimoto K. Generalizability of the limits of stability test in the evaluation of dynamic balance among older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1997;78(10):1078-84.
250. Hunt SM, McEwen J, McKenna SP. Measuring health status: a new tool for clinicians and epidemiologists. *JR Coll Gen Pract*. 1985;35(273):185-8.
251. Kckdeveci A, McKenna S, Kutlay S, Grsel Y, Whalley D, Arasil T. The development and psychometric assessment of the Turkish version of the Nottingham Health Profile. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2000;23(1):31-8.
252. Malec JF. Goal attainment scaling in rehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation*. 1999;9(3-4):253-75.
253. Gandolfi M, Munari D, Geroin C, Gajofatto A, Benedetti MD, Midiri A, et al. Sensory integration balance training in patients with multiple sclerosis: A randomized, controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*. 2015;21(11):1453-62.
254. neri A. Bilgisayarlı Dinamik Posturografi. In: Ardıç N, editor. *Vertigo*. İzmir Gven Kitabevi 2005.

255. Diego IA, Hernández CP, Rueda FM, de la Cuerda RC. Effects of vibrotherapy on postural control, functionality and fatigue in multiple sclerosis patients: a randomised clinical trial. *Neurologia (English edition)*. 2012;27(3):143-53.
256. Hu M-H, Woollacott MH. Multisensory training of standing balance in older adults: II. Kinematic and electromyographic postural responses. *Journal of Gerontology*. 1994;49(2):M62-M71.
257. Hain T, Helminsky J. Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. . In: SJ H, editor. *Vestibular Rehabilitation* 3rd ed. Philadelphia USA: FA Davis Company.; 2007.
258. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: theory and practical applications*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1995.
259. Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait & Posture*. 2007;26(2):309-16.
260. Cheung W-H, Mok H-W, Qin L, Sze P-C, Lee K-M, Leung K-S. High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2007;88(7):852-7.
261. Shumway-Cook A, McCollum G. Assessment and treatment of balance disorders in the neurologic patient. In: Shumway-Cook A, McCollum G, editors. *Motor control and physical therapy: theoretical framework and practical applications*. Chattanooga: Chattanooga Corp; 1990.
262. Schenkman M, Cutson TM, Kuchibhatla M, Chandler J, Pieper C. Reliability of impairment and physical performance measures for persons with Parkinson's disease. *Physical Therapy*. 1997;77(1):19.
263. Mann GC, Whitney SL, Redfern MS, Borello-France DF, Furmant JM. Functional reach and single leg stance in patients with peripheral vestibular disorders. *Journal of Vestibular Research*. 1996;6(5):343-53.
264. Katz-Leurer M, Fisher I, Neeb M, Schwartz I, Carmeli E. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and Rehabilitation*. 2009;31(3):243-8.

265. Kaut O, Jacobi H, Coch C, Prochnicki A, Minnerop M, Klockgether T, et al. A randomized pilot study of stochastic vibration therapy in spinocerebellar ataxia. *The Cerebellum*. 2014;13(2):237-42.
266. van Nes IJ, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts AC. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke. *Stroke*. 2006;37(9):2331-5.
267. Schyns F, Paul L, Finlay K, Ferguson C, Noble E. Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. *Clinical Rehabilitation*. 2009;23(9):771-81.
268. Hilgers C, Mündermann A, Riehle H, Dettmers C. Effects of whole-body vibration training on physical function in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2013;32(3):655-63.
269. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *Journal of Athletic Training*. 2010;45(4):392-403.
270. Day L, Fildes B, Gordon I, Fitzharris M, Flamer H, Lord S. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *Bmj*. 2002;325(7356):128.
271. Claerbout M, Gebara B, Ilsbrouckx S, Verschueren S, Peers K, Van Asch P, et al. Effects of 3 weeks' whole body vibration training on muscle strength and functional mobility in hospitalized persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2012;18(4):498-505.
272. Mason RR, Cochrane DJ, Denny GJ, Firth EC, Stannard SR. Is 8 weeks of side-alternating whole-body vibration a safe and acceptable modality to improve functional performance in multiple sclerosis? *Disability and Rehabilitation*. 2012;34(8):647-54.
273. McCulloch K. Attention and dual-task conditions: physical therapy implications for individuals with acquired brain injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2007;31(3):104-18.

274. Yang Y-R, Chen Y-C, Lee C-S, Cheng S-J, Wang R-Y. Dual-task-related gait changes in individuals with stroke. *Gait & Posture*. 2007;25(2):185-90.
275. Khan F, Pallant JF, Turner-Stokes L. Use of goal attainment scaling in inpatient rehabilitation for persons with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008;89(4):652-9.
276. Arias P, Chouza M, Vivas J, Cudeiro J. Effect of whole body vibration in Parkinson's disease: a controlled study. *Movement Disorders*. 2009;24(6):891-8.
277. Broekmans T, Roelants M, Alders G, Feys P, Thijs H, Eijnde BO. Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and function in persons with multiple sclerosis. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2010;42(9):866-72.
278. Chouza M, Arias P, Viñas S, Cudeiro J. Acute effects of whole-body vibration at 3, 6, and 9 hz on balance and gait in patients with Parkinson's disease. *Movement Disorders*. 2011;26(5):920-1.
279. Ebersbach G, Edler D, Kaufhold O, Wissel J. Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008;89(3):399-403.
280. Haas CT, Buhlmann A, Turbanski S, Schmidtbleicher D. Proprioceptive and sensorimotor performance in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine*. 2006;14(4):273-87.
281. Haas CT, Turbanski S, Kessler K, Schmidtbleicher D. The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*. 2006;21(1):29-36.
282. Jackson KJ, Merriman HL, Vanderburgh PM, Braehler CJ. Acute effects of whole-body vibration on lower extremity muscle performance in persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2008;32(4):171-6.
283. Marrie RA, Cutter G, Tyry T, Vollmer T. A cross-sectional study of bone health in multiple sclerosis. *Neurology*. 2009;73(17):1394-8.

284. Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2006;7(1):92.
285. Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2004;19(3):352-9.
286. Wolfsegger T, Assar H, Topakian R. 3-week whole body vibration does not improve gait function in mildly affected multiple sclerosis patients—a randomized controlled trial. *Journal of the Neurological Sciences*. 2014;347(1):119-23.

8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 - 1086

06.11.2014

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 05.11.2014 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2014/16
Proje No : GO 14/397 (Değerlendirme Tarihi: 09.07.2014)
Karar No : GO 14/397 - 13

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Prof.Dr. Sibel Aksu YILDIRIM'ın sorumlu araştırmacısı olduğu, Uzm.Fzt. Ender AYYAT'ın tezi olan GO 14/397 kayıt numaralı ve "Ataksili Hastalarda Tüm Vücut Vibrasyonunun Postüral Kontrol Üzerine Etkileri" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan) | 8 Prof. Dr. Rahime Nohutçu (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye) | 9. Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye) | 10. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye) | İZİNLI |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye) | 11. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 12 Prof. Dr Leyla Dinc (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ali Düzova (Üye) | 13. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) |
| | 14. Av. Meltem Onurlu (Üye) |

9. ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER

ADI, SOYADI:	ENDER AYVAT
DOĞUM TARİHİ ve YERİ:	30.07.1985 ANKARA
HALEN GÖREVİ: Araştırma Görevlisi	
YAZIŞMA ADRESİ: Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Samanpazarı 06100/Ankara	
TELEFON: 0312 3051576/183	
E-MAIL: ender.ayvat@gmail.com	

2. EĞİTİM

YILI	DERECESİ	ÜNİVERSİTE	ÖĞRENİM ALANI
2004-2009	Lisans	Hacettepe Üniversitesi	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
2009-2011	Yüksek Lisans	Hacettepe Üniversitesi	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
2011-*	Doktora	Hacettepe Üniversitesi	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

* Doktora eğitimi devam ediyor.

3. AKADEMİK DENEYİM

GÖREV DÖNEMİ	ÜNVAN	BÖLÜM	ÜNİVERSİTE
2010-*	Araştırma Görevlisi	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	Hacettepe Üniversitesi

* Araştırma görevlisi görevi devam ediyor.

4. ÇALIŞMA ALANLARI

ÇALIŞMA ALANI	ANAHTAR SÖZCÜKLER
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	Fizyoterapi, Nöroloji Rehabilitasyon, Geriatrik Rehabilitasyon.

5. MAKALELER

- 1) Kılınç M, Avcu F, Onursal Ö, **Ayvat E**, Savcun Demirci C, Aksu Yıldırım S. “The effects of Bobath-based trunk exercises on trunk control, functional capacity, balance, and gait: a pilot randomized controlled trial” Topics in Stroke Rehabilitation, 23(1); 17-25, 2016.
- 2) **Ayvat E**, Kılınç M, Kırdı N. “The Turkish version of the Physical Activity Scale for the Elderly (PASE) : its cultural adaptation, validation and reliability” Turkish Journal of Medical Sciences Available online: 17.01.2017 DOI: 10.3906/sag-1605-7 (Basımda)

6. BİLDİRİLER

1. **Ayvat E**, Kılınç M, Yıldırım SA. “Nörolojik Fizyoterapi eğitiminde klinik karar verme: Vaka örnekleri”. 4. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi Sözel Sunum ve Poster Özetleri, 9-11 Mayıs 2013, Denizli. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 24(2),19,2013.
2. Demir YP, Uluğ N, Balcı NÇ, Doğru E, Ünlüer NÖ, Kılınç M, **Ayvat E**, Tunca Ö, Yıldırım SA. “Fizyoterapistlerin İnme rehabilitasyonuna Bakışı”. 4. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi Sözel Sunum ve Poster Özetleri, 9-11 Mayıs 2013, Denizli. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 24(2),22,2013.
3. **Ayvat E**, Avcu F, Kılınç M, Yıldırım SA. “İnmeli Hastalarda denge değerlendirmelerinin karşılaştırılması”. 4. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi Sözel Sunum ve Poster Özetleri, 9-11 Mayıs 2013, Denizli. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 24(2),51,2013.
4. Kılınç M, **Ayvat E**, Yıldırım SA. “Ataksik hastalarda gövde kontrolü ve üst ekstremitte ilişkisi”. 4. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi Sözel Sunum ve Poster Özetleri, 9-11 Mayıs 2013, Denizli. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 24(2),52,2013.

5. **Ayvat E**, Kılınç M, İyigün G, Yıldırım SA, Özdamar SE.”The analyses of the factors associated with quality of life in patients with Neuromuscular diseases”. 18th. International congress of the World Muscle Society, Asilomar conference grounds, California, USA, 1-5 Ekim 2013. (Poster) *Neuromuscular Disorders* 23 (9-10):790. (SCI Expanded) (Özeti yayımlanmıştır).
6. **Ayvat E**, Kılınç M, Demir YP, Yıldırım SA, Tan E.”The characteristics of low back pain and its effects on quality of life in patients with neuromuscular diseases”. 18th. International congress of the World Muscle Society, Asilomar conference grounds, California, USA, 1-5 Ekim 2013. (Poster) *Neuromuscular Disorders* 23 (9-10):790. (SCI Expanded) (Özeti yayımlanmıştır).
7. **Ayvat E**, Kılınç M, Gürbüz D, Atasay M, Yıldırım SA. “Assessment of health related quality of life (HRQOL) in migraine patients; two different scales, two different results?”, 25-28 September 2010, 14th Congress of the European Federation of Neurological Societies, Abstract Book, p.277, Geneva-Switzerland.
8. **Ayvat E**, Bilgin S, Köse N. “Syringomyeli: Bir olgu sunumu” 7-9 Ekim 2010, 13. Ulusal Fizyoterapide Gelişmeler Sempozyumu, Hatay.
9. **Ayvat E**, Bilgin S, Köse N. “Beyin Tümörlü Hastaların Demografik özellikleri ve Rehabilitasyon Sonuçları.” 14-16 Mayıs 2011, 3. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, İstanbul.
10. **Ayvat E**, Fil A, Salcı Y, Armutlu K. “Merkezi Sinir Sistemi Tutulumuyla Seyreden Sistemik Lupus Eritamatozus” 26-28 Nisan 2012, 14. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi, Nevşehir.
11. **Ayvat E**, Fil A, Salcı Y, Keklicecek H, Armutlu K, Elibol B. “Validity of Fullerton Advanced Balance Scale in Parkinson’s Disease: preliminary results” 16 -19 May 2012, 7th World Congress for NeuroRehabilitation.

12. **Ayvat E**, Ayhan Ç, Meriç A, Kırdı N. “Yaşlılar İçin Fiziksel Aktivite Ölçeği (PASE)’Nin Türkçe Versiyonu” 21-23 Kasım 2012 İzmir, 3. Geriatrik Fizyoterapi Kongresi
13. Kılınç M, **Ayvat E**, Avcu F, Onursal Ö, Gürses E, Demirci C, Aksoy S, Yıldırım SA (2016). The effects of exergames on balance and mobility performance in ataxic patients. 9th world congress for neurorehabilitation (Özet Bildiri/)(Yayın No:3129967)
14. Onursal Ö, Demirci C, Turgut E, **Ayvat E**, Avcu F, Kılınç M, Düzgün İ, Yıldırım SA (2016). The measurement of scapula movements with electromagnetic tracking system in patients with facioscapulohumeral muscular dystrophy. 9th world congress for neurorehabilitation (Özet Bildiri/)(Yayın No:3128468)
15. **Ayvat E**, Fil A, Salcı Y, Keklicek H, Armutlu K, Tuncer MA, Aksoy S (2016). The Kinesiotaping And Postural Control In Multiple Sclerosis Patients A Pilot Study. 9th world congress for neurorehabilitation (Özet Bildiri/)(Yayın No:3257159)
16. Demirci C, Avcu F, **Ayvat E**, Onursal Ö, Kılınç M, Baltacı YG, Yıldırım SA (2016). Effects of trunk stabilization exercises on trunk control and upper extremity function in adult muscle diseases. 9th world congress for neurorehabilitation (Özet Bildiri/)(Yayın No:3129751)
17. Yıldırım SA, Avcu F, **Ayvat E**, Demirci C, Onursal Ö, Kılınç M (2016). The detailed investigation of physical activity level in muscle diseases. 9th world congress for neurorehabilitation (Özet Bildiri/)(Yayın No:3128092)
18. Kılınç M, Demirci C, Tunç Y, **Ayvat E**, Avcu F, Onursal Ö, Fırat T, Yıldırım SA (2016). The effects of physiotherapy program on Neuro Behcet disease A case control study. 9th world congress for neurorehabilitation (Özet Bildiri/)(Yayın No:3129480)

19. Avcu F, **Ayvat E**, Onursal Ö, Kılınç M, Yıldırım SA (2016). Erişkin kas hastalarında fiziksel aktiviteyi objektif ve subjektif olarak değerlendiren yöntemlerin karşılaştırılması. 16. Fizyoterapide gelişmeler kongresi, 27(2), 103-104. (Özet Bildiri)/(Yayın No:3021177)
20. **Ayvat E**, Onursal Ö, Avcu F, Demirci C, Gürses E, Kılınç M, Aksoy S, Yıldırım SA (2015). Multiple Skleroz Tanılı Olguda Microsoft Kinect Uygulamasının Denge Ve Yürüyüş Üzerine Etkisi Vaka Raporu. 5. Ulusal Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Kongresi, 26(2) (Özet Bildiri)/(Yayın No:2435988)
21. Onursal Ö, Demirci C, Avcu F, **Ayvat E**, Kılınç M, Yıldırım SA (2015). The Effects Of Neurodevelopmental Treatment Approach On Balance and Gait In Patients With Stroke. International Neurology and Rehabilitation Meeting (Özet Bildiri)/(Yayın No:2152427)
22. Avcu F, Onursal Ö, Demirci C, **Ayvat E**, Kılınç M, Yıldırım SA (2015). The Effects of Strengthening and Stabilization Exercises in Neuromuscular Diseases. International Neurology and Rehabilitation Meeting (Özet Bildiri)/(Yayın No:2152201)
23. Demirci C, Avcu F, Onursal Ö, **Ayvat E**, Kılınç M, Yıldırım SA (2015). The Effects of Exercise Therapy on Balance and Gait in Ataxic Patients. International Neurology and Rehabilitation Meeting (Özet Bildiri)/(Yayın No:2151663)
24. Onursal Ö, Avcu F, **Ayvat E**, Demirci C, Kılınç M, Yıldırım SA (2016). Ataksik hastalarda farklı denge ölçeklerinin günlük yaşam aktiviteleri ile ilişkisi. 16. fizyoterapide gelişmeler kongresi, 27(2), 104-104. (Özet Bildiri)/(Yayın No:3021129)
25. **Ayvat E**, Onursal Ö, Avcu F, Kılınç M, Yıldırım SA (2016). Serebellar atrofi tanılı olguda tüm vücut vibrasyonu uygulamasının postüral kontrol ve yürüyüş üzerine etkisi vaka raporu. 16.Fizyoterapide gelişmeler kongresi, 27(2), 103-103. (Özet Bildiri)/(Yayın No:3021292)

26. **Ayvat E**, Onursal Ö, Avcu F, Gürses E, Aksoy S, Kılınç M, Yıldırım SA (2016). Ataksik hastalarda objektif ve subjektif denge değerlendirmelerinin hastalık şiddeti ile ilişkisinin araştırılması. 16.Fizyoterapide gelişmeler kongresi, 27(2), 104-105. (Özet Bildiri/)(Yayın No:3021070)
27. Onursal Ö, Avcu F, Demirci C, **Ayvat E**, Kılınç M, Yıldırım SA (2016). Nörolojik fizyoterapi ve rehabilitasyon ulusal kayıt sistemi 2015 yılı sonuçları. 16. Fizyoterapide gelişmeler kongresi (Özet Bildiri/)(Yayın No:3021329)

7. PROJELER

1. Hacettepe Üniversitesi Engelliler için Su İçi Egzersiz Projesinin Eğitim Alt Yapısının Güçlendirilmesi, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, , 11/12/2014 - 08/11/2015 (ULUSAL)
2. Ayaktan Nörolojik Fizyoterapi Hizmetine Başvuran Hastalarda Ulusal Kayıt Sistemi Yazılımının Oluşturulması, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, , 11/02/2014 - 23/10/2015 (ULUSAL)
3. Sağlık Bilimlerinde Proje Döngüsü Yönetimi Becerilerinin Geliştirilmesi, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, , 09/09/2015 - 19/08/2016 (ULUSAL)
4. Fizyoterapi eğitiminde teknoloji destekli tedavi yaklaşımları ile ilgili yeterliliklerin kazandırılması, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, , 11/02/2014 - 21/03/2016 (ULUSAL)
5. Fizyoterapi Eğitiminde Hasta Kayıt Sistemi Becerilerinin Artırılması, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, , 11/02/2014 - 20/11/2015 (ULUSAL)
6. İnme Sonrası İyileşmeye Yardımcı Makineler Nörolojik Bozukluğa Sahip Kişiler İçin Sağlık Merkezi İçerisinde Robotik Aktivite Mobilite Merkezi,

Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi,
Yönetici, 26/01/2015- 27/07/2015 (ULUSAL)

8. KİTAP BÖLÜMLERİ

1. Kılınç M, Demirci C, **Ayvat E**, Yıldırım SA, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Bölüm adı:(Nöromuskuler Hastalıklar) (2016). Hipokrat Kitabevi&Pelikan Kitabevi, Basım sayısı:1, Türkçe(Bilimsel Kitap), (Yayın No: 3130294)
2. Kılınç M, Parlak Demir YP, **Ayvat E**, Yıldırım SA, Proprioception The Forgotten Sixth Sense, Bölüm adı: (Proprioception in Neurological Diseases) (2016). OMICS Group eBooks, İngilizce (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 3131018)
3. Demirci C, Avcu F, **Ayvat E**, Kılınç M, Yıldırım SA, Proprioception The forgotten sixth sense, Bölüm adı: (Proprioceptive Training in Neurological Diseases) (2016). OMICS Group eBooks, İngilizce (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 3130836)
4. **Ayvat E**, İyigün G, Kılınç M, Yıldırım SA, Proprioception The Forgotten Sixth Sense, Bölüm adı: (Evaluation of Proprioception in Neurological Diseases) (2016). OMICS Group eBooks, İngilizce(Bilimsel Kitap), (Yayın No: 3130690)