

T.C.



**DÜMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ORTAK PROGRAM**

**BEL AĞRILI OLGULARDA SİNİR MOBİLİZASYONUN**  
**YÜRÜME VE AYAKTA DURUŞ PARAMETRELERİNE**  
**ETKİSİ**

**Vedat KURT**

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KÜTAHYA**

**2016**



T.C.

DÜMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ORTAK PROGRAM

BEL AĞRILI OLGULARDA SİNİR MOBİLİZASYONUN  
YÜRÜME VE AYAKTA DURUŞ PARAMETRELERİNE  
ETKİSİ

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Vedat KURT

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Özgen ARAS  
Yardımcı Danışman: Doç. Dr. Nihal Büker

KÜTAHYA

2016

## ONAY SAYFASI

## TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, hoşgörüsü ve sabrıyla bir an bile yardımlarını esirgemeyen, danışmanım ve kıymetli hocam Yrd. Doç. Dr. Özgen ARAS'a,

Tezimin istatistiksel analiz ve yorumlanması aşamalarında yardımlarını esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Serkan ARIK'a,

Hayatıma girdiği andan itibaren her zaman yanımda olan eşim Uzm. Fzt. Gamze KURT'a,

Tez aşamasında gösterdiği kolaylıklar ve bana sağladığı imkânlardan dolayı değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Meltem İŞINTAŞ ARIK'a, ve bölüm başkanımız Doç. Dr. Ferruh TAŞPINAR'a

Yardımlarından dolayı meslektaşım olmalarından gurur duyduğum Fzt. İsmail OKUR, Uzm. Fzt. Emrah AFŞAR, Dr. Fzt. Cihan Caner AKSOY, Fzt. Tansel KOYUNOĞLU ve Uzm. Fzt. Eda Özge KÜÇÜK başta olmak üzere, Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyeleri ve öğretim elemanlarına,

Veri toplamamda sağladıkları kolaylıklardan, bana sundukları imkânlardan ve sabırlarından dolayı tüm "Özel Kütahya Kent Hastanesi" yönetimi ve çalışanlarına,

Kıymetli zamanlarını aldığım, hoşgörü ve özverileri ile tezimin oluşmasında önemli yere sahip olan değerli katılımcılarıma,

Desteklerini her zaman hissettiğim, varlıklarıyla hayatıma anlam katan annem Emine KURT, babam Halil KURT, ablam Nuray DİKİCİ ve tüm aileme,

Teşekkür ederim.

## ÖZET

**Kurt, V. Bel Ağrılı Olgularda Sinir Mobilizasyonun Yürüme ve Ayakta Duruş Parametrelerine Etkisi. Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Ortak Program Yüksek Lisans Tezi, Kütahya, 2016.** Bel ağrısı toplumda en çok görülen sağlık problemlerindedir. Ağrı, fonksiyonel yetersizlikler, yürüme ve denge bozuklukları bel ağrısında sık rastlanan semptomlardandır. Bel ağrısında sinir mobilizasyon tekniklerinin etkilerini araştıran randomize-kontrollü çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmanın amacı, bel ağrılı olgularda sinir mobilizasyonun yürüme ve ayakta duruş parametrelerine etkisini araştırmaktır. Çalışmamıza 20 bel problemi tanısına sahip çalışma grubu (yaş ortalaması 39.45±8.55 yıl), 21 bel problemi tanısına sahip kontrol grubu (yaş ortalaması 38.33±9.70 yıl) ve 19 sağlıklı kontrol grubu (yaş ortalaması 35.94±9.70 yıl) olmak üzere 60 olgu dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan olguların demografik özellikleri kaydedilmiş ve çalışma ve kontrol gruplarında, ağrı şiddetinin değerlendirilmesi için Vizüel Analog Skalası, düz bacak kaldırma testi açısı, fonksiyonel düzeyleri saptamak için Oswestry Özürlülük Skalası tedavi öncesi ve sonrası uygulanmıştır. Yürüme ve ayakta duruş parametrelerinin ölçümü için Zebris-FDM-2 platformu kullanılmıştır. Çalışma ve kontrol gruplarının vizüel analog skalası ve Oswestry özürlülük skalası ölçümlerinde tedavi öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Çalışma ve sağlıklı kontrol gruplarının düz bacak kaldırma testi ölçümlerinde anlamlı artış olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Yürüyüşün sallanma ve çift destek fazı yüzdesi parametrelerinde üç grupta da ölçümler arasında anlamlı farklılık gösterdiği ( $p<0.05$ ) fakat grupların birbirine üstünlüğünün olmadığı bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Çalışma sonucunda sinir mobilizasyonun ağrısız kalça fleksiyonu açısı ve fonksiyonelliğin artırılması, ve ağrının azaltılmasında etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Sinir mobilizasyonu ile yürüme ve ayakta duruş parametrelerinde kazanımlar elde edilmiştir. Sinir mobilizasyon teknikleri bel ağrısının tedavisinde rutin olarak kullanılabilir. Farklı sinir mobilizasyon tekniklerinin değişik seans ve sayıda uygulanacağı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Bel ağrısı, Sinir mobilizasyonu, Yürüme, Postür, Fonksiyonellik

## ABSTRACT

**Kurt, V. Effects of nerve mobilization on gait and static standing parameters in subjects with low back pain. Dumlupınar University Institute of Health Sciences, Master of Science Thesis, Common Program of Physiotherapy and Rehabilitation, Kutahya, 2016** Low back pain is one of the most common health problems in society. Common symptoms that can be associated with low back pain include; pain, functional disability, gait and balance disturbances. There are limited randomized-controlled studies that investigate the effects of nerve mobilization in low back pain. The aim of the study was to investigate the effects of nerve mobilization on gait and static standing parameters in subjects with low back pain. Sixty participants are included our study, sample consisted of 20 individuals with low back pain (study group, mean age:  $39.45 \pm 8.55$  years), 21 individuals with low back pain (control group, mean age:  $38.33 \pm 9.70$  years) and 19 healthy controls without low back pain (mean age:  $35.94 \pm 9.70$  years). Demographic characteristics of all participants were recorded pain (visual analog scale), straight leg raise degree, and disability level (Oswestry Disability Index) were evaluated before and after the treatment. Gait and static standing parameters were measured by Zebris-FDM-2 platform. There were statistically significant differences between before-after treatment measurements of visual analog scale and Oswestry Disability Index in study and control groups ( $p < 0.05$ ). There was a statistically significant increase in before-after treatment measurements of straight leg raise degrees in study and healthy control groups ( $p < 0.05$ ). There was a statistically significant difference in percentage of swing and double support phase parameters in all three groups ( $p < 0.05$ ). Outcomes of study showed that nerve mobilization is an effective method for increasing painless hip flexion range and functionality and decreasing pain. Achievements were obtained in gait and static standing parameters with nerve mobilization. Nerve mobilization techniques could be used routinely in the treatment of low back pain. Further research is required to practice different nerve mobilization techniques with varied sessions and repetitions.

Key Words: Back pain, Nerve mobilization, Gait, Posture, Functionality

**İÇİNDEKİLER**

<b>ONAY SAYFASI</b>	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>iv</b>
<b>ÖZET</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	<b>x</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>xi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Tezin amacı	2
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1. Lumbal vertebral kolon anatomisi	3
2.1.1. Ligamentler	3
2.1.2. İntervertebral diskler	4
2.1.3. Kaslar	4
2.1.4. Dolaşım	5
2.1.5. İnnervasyon	5
2.1.6. Nervus ischiadicus (Siyatik sinir)	5
2.2. Kronik bel ağrısı	5
2.2.1. Lumbal disk hernisi	6
2.2.1.1. Klinik belirtiler	7
2.2.2. Radikülopati	8
2.3. Nörodinamik	8
2.3.1. Nörobiyolojik mekanizmalar	9
2.3.2. Nörodinamik değerlendirme	9

2.3.3. Sınır doku mobilizasyon teknikleri	10
2.3.3.1. Kaydırma teknikleri	10
2.3.3.2. Gerilim yükleme teknikleri	11
2.3.3.3. Kaydırma ve gerilim yükleme teknikleri arasındaki fark	11
2.4. Yürüme analizi	11
2.4.1. Yürüme analizinin tarihçesi	12
2.4.2. Zaman mesafe parametreleri	13
2.4.3. Sallanma ve duruş fazı	14
2.4.4. Ağırlık merkezinin yer değiştirmesi ve kontrolü	14
2.4.5. Enerji tüketimi	14
2.4.6. Yürümede Kinetik Analizler	15
2.4.6.1. Yer Reaksiyon Kuvveti	15
2.4.6.2. Basınç Merkezi (BM) Çizgisi	15
2.4.6.3. Eklem Torkları	15
2.4.7. Yürümede Kinematik Analizler	16
2.4.8. Yürüme bozuklukları	16
2.5. Denge	17
2.5.1. Dengenin kontrolünü sağlayan yapılar	18
<b>3.GEREÇ VE YÖNTEMLER</b>	<b>20</b>
3.1. Çalışmanın yapıldığı yer	20
3.2. Çalışma süresi	20
3.3. Katılımcılar	20
3.3.1. Dahil olma kriterleri	21
3.3.2. Dahil edilmeme kriterleri	21
3.3.3. Gönüllüler için çalışmadan çıkarılma kriterleri	21
3.4. Yöntem	22



3.4.1. Değerlendirme	22
3.4.1.1. Statik duruş değerlendirmesi	24
3.4.1.2. Dinamik yürüyüş değerlendirmesi	25
3.4.2. Tedavi yaklaşımları	26
3.4.2.1. Siyatik sinir mobilizasyonu	26
3.4.2.2. Elektroterapi uygulamaları	27
3.5. İstatistiksel Analiz	27
<b>4.BULGULAR</b>	<b>28</b>
<b>5. TARTIşMA</b>	<b>47</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>62</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>63</b>
<b>EKLER</b>	
<b>EK.1 BEL AğRILI OLGULARI DEğERLENDİRME FORMU</b>	
<b>EK.2 OSWESTRY ÖZÜRLÜLÜK SKALASI</b>	
<b>EK.3 SAğLIKLI GÖNÜLLÜ DEğERLENDİRME FORMU</b>	
<b>EK.4 ZEBRİS FDM-2 YÜRÜME ANALİZ PARAMETRELERİ ÇIKTILARI</b>	
<b>EK.5 ZEBRİS FDM-2 STATİK DURUş PARAMETRELERİ ÇIKTILARI</b>	
<b>EK.6 ETİK KURUL ONAY BELGESİ</b>	
<b>EK.7 RESİM ÇEKİMİ VE KULLANIMI YAYIN HAKKI DEVİR SÖZLEşMESİ FORMU</b>	

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>ALL</b>	Anterior longitudinal ligament
<b>BM</b>	Basınç merkezi
<b>cm</b>	Santimetre
<b>COP</b>	Center of pressure
<b>DBK</b>	Düz bacak kaldırma
<b>DBKT</b>	Düz bacak kaldırma testi
<b>diğ.</b>	Diğerleri
<b>F</b>	F değeri
<b>kg</b>	Kilogram
<b>Ko</b>	Kareler ortalaması
<b>Kt</b>	Kareler toplamı
<b>m/s</b>	Metre/saniye
<b>n</b>	Olgu sayısı
<b>N/cm<sup>2</sup></b>	Newton/santimetre <sup>2</sup>
<b>OÖS</b>	Oswestry Özürlülük Skalası
<b>p</b>	Anlamlılık düzeyi
<b>PLL</b>	Posterior longitudinal ligament
<b>SD</b>	Standart sapma
<b>Sd</b>	Serbestlik derecesi
<b>SPANOVA</b>	Split Plot ANOVA
<b>t</b>	İki ortalama arası farkın önemlilik testi
<b>TENS</b>	Transkütaneal elektriksel sinir stimülasyonu
<b>VAS</b>	Vizüel analog skalası
<b>VKİ</b>	Vücut kitle indeksi
<b>X</b>	Ortalama değer
<b>%</b>	Yüzdelerik değer

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>2. 1</b> Yürümeyle İlgili Mesafe Parametreleri	13
<b>3. 1</b> Olguların Çalışmaya Katılımı ve Yapılan Uygulamalar	22
<b>3. 2</b> Zebris FDM-2 Platformu	24
<b>3. 3</b> Zebris FDM-2 Statik Duruşta Ayakların Ekran Görünümü	24
<b>3. 4</b> Zebris FDM-2 Cihazında Yürüyüş Değerlendirmesi	25
<b>3. 5</b> Siyatik Sinir Kaydırma Egzersizi Başlangıç ve Bitiş Pozisyonları	26
<b>4. 1</b> Çift Adım Uzunluğunun Gruplara Göre Dağılımı	32
<b>4. 2</b> Yürüme Hızının Gruplara Göre Dağılımı	33
<b>4. 3</b> Sağ Ekstremitte Sallanma Fazının Gruplara Göre Dağılımı	35
<b>4. 4</b> Sol Ekstremitte Sallanma Fazının Gruplara Göre Dağılımı	36
<b>4. 5</b> Çift Destek Fazının Gruplara Göre Dağılımı	37
<b>4. 6</b> Sağ Ön Ayağın Temas-Zaman Yüzdesinin Gruplara Göre Dağılımı	42
<b>4. 7</b> Sol Ön Ayağın Temas-Zaman Yüzdesinin Gruplara Göre Dağılımı	43
<b>4. 8</b> Elips Alanının Gruplara Göre Dağılımı	45

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>4.1</b> Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki bireylerin demografik özellikleri	28
<b>4.2</b> Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki bireylerin ağrı, DBKT ve OÖS puanlarının değerleri	29
<b>4.3</b> Çalışma grubunun ağrı, DBKT ve OÖS tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması	29
<b>4.4</b> Kontrol grubunun ağrı, DBKT ve OÖS tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması	29
<b>4.5</b> Çalışma ve kontrol gruplarının ağrı, DBKT ve OÖS tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması	30
<b>4.6</b> Sağlıklı kontrol grubunun DBK açısı tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması	30
<b>4.7</b> Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüyüş analizi zaman-mesafe parametrelerinin ölçüm sonuçları	31
<b>4.8</b> Çift adım uzunluğu gruplar ve ölçümler arası SPANOVA analiz sonuçları	32
<b>4.9</b> Yürüme hızının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları	33
<b>4.10</b> Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüyüş analizlerinden elde edilen yürüyüş faz parametreleri ölçüm sonuçları	34
<b>4.11</b> Sağ ekstremitte sallanma fazının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları	35
<b>4.12</b> Sol ekstremitte sallanma fazının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları	36
<b>4.13</b> Çift destek fazının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları	37
<b>4.14</b> Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüme sırasında ortaya çıkan maksimum kuvvetler ve kuvvetlerin ayağın bölgelerine göre dağılım ölçüm sonuçları	38
<b>4.15</b> Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüme sırasında ortaya çıkan yük değişimleri, duruş fazında maksimum kuvvet zaman değişimi, ayağın bölgelerine göre değişimi ve ayak bölgelerinin temas zamanları ölçüm sonuçları	40

<b>4.16</b> Sağ ön ayağın temas-zaman yüzdesi ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları	42
<b>4.17</b> Sol ön ayağın temas-zaman yüzdesi ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları	43
<b>4.18</b> Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüyüş analizinde statik duruş parametrelerinin ölçüm sonuçları	44
<b>4.19</b> Elips alan ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları	45

## 1. GİRİŞ

Bel ağrısı çok yaygın olarak karşılaşılan ve ciddi iş ve zaman kaybına neden olan bir problemdir. İnsanların %90'ı hayatları boyunca en az bir kez bel problemi ile karşılaşmaktadır. Kırkbeş yaş ve altında bel ağrısı çeken insanlar aktivitelerde limitasyon ve fonksiyonel kayıplarla yüzleşmektedirler.

Bel ağrısına neden olan sebeplerden en sık karşılaşılanı ise lumbal disk hernisidir. Lumbal disk hernisinde en önemli şikayet bel ağrısıdır. Yavaş gelişen, yaygın, batıcı, hareketle artan istirahat ile azalan belde etkilenen sinir kökünün dermatomal dağılımına uygun olarak bacağı yayılan bir ağrıdır.

L5-S1 radikülopatilerde ağrı; gluteal bölge, uyluk arkası, medial ve lateral malleole doğru yayılır ve bu ağrı “siyatik ağrısı” olarak tanımlanmaktadır. Düz bacak kaldırma testi ile özellikle L5-S1 sinir kökü duyarlılığı saptanabilmektedir. Ayrıca düz bacak kaldırma testi sırasında ölçülen kalça fleksiyon derecesindeki değişimler siyatik sinir tutulumu hakkında bilgi sağlamaktadır.

Bel ağrısında önemli bir diğer şikayet sebebi ise hastaların yüzleşmek zorunda kaldığı fonksiyonel yetersizliklerdir. Hastalar ağrıdan ziyade fonksiyonlarının kısıtlanması sebebiyle tedaviye ihtiyaç duymaktadırlar.

Yapılan birçok çalışmada bel problemine sahip hastaların yürüme şekillerinde değişiklikler olduğu gösterilmiştir. Bel problemlili olguların yürüme hızlarında ve adım sayılarında azalma ve asimetric adımlar gibi zaman-mesafe parametrelerinde sağlıklı olgular ile farklılıklar gösterdikleri bulunmuştur.

Bel problemi ile denge arasında ise yapılan çalışmalar farklılıklar göstermektedir. Bazı araştırmacılar bel problemi ile dengenin bozulduğunu, bazıları dengede bir değişim gözlenmediğini ve bir kısım araştırmacı ise dengelerinin sağlıklılarından daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Bel ağrısının tedavisinde uygulanan birçok fizyoterapi yaklaşımı bulunmaktadır. Elektroterapi uygulamaları, manuel tedavi teknikleri, kuvvetlendirme ve germe egzersizleri gibi yöntemler sıkça uygulanmaktadır. Sinir mobilizasyon

teknikleri 1990'lı yıllardan itibaren popülarlık kazanmaya başlamış, sinir doku ve etrafındaki yapıları hareketlendirmek amacı ile kaydırma ya da gerilim şeklinde uygulanan yöntemlerdir. Sinir mekano-sensitivitesinin artmış olduğu lumbal bölge ve alt ekstremitelerde rahatsızlıklarında ağrı ve fonksiyonel düzeyde başarılı olarak kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

Alt ekstremiteleri etkileyen sinir tutulumlarında sinir mobilizasyon tekniklerinin etkinliğini değerlendirmek için yapılan araştırmalarda randomize-kontrollü çalışmalara sık rastlanmamaktadır. Bel problemine sahip olgularda sinir mobilizasyon teknikleri ile ağrı, fonksiyonel düzey, yürüme ve statik ayakta duruş parametrelerinde iyileşmeler olacağını düşünmekteyiz.

### **1.1 Tezin amacı**

Çalışmamızın amacı sinir mobilizasyon tekniklerinin ağrı, fonksiyonel düzey, yürüme ve statik ayakta duruş parametrelerine etkisini araştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Lumbal vertebral kolon anatomisi

Lumbal bölge, vertebral kolonun %25'ini oluşturur ve 5 vertebradan meydana gelir. Vertebral kolona yandan bakıldığında, bel bölgesinde sagittal planda arkaya doğru konkavite yani lumbal lordoz görülür. Lumbal vertebral kolonun fonksiyonu, 2 vertebra ve aralarındaki yumuşak dokudan oluşan fonksiyonel birim tarafından sağlanır. Fonksiyonel birimin statik olan ön bölümü vertebral kolona destek sağlayarak şokları absorbe eder, dinamik arka bölümü ise lumbal bölge hareketlerini kontrol eder ve sinir yapıları korur (1, 2).

#### 2.1.1. Ligamentler

Longitudinal Ligament;

Lumbal bölge, omurga cisimlerini önden ve arkadan bağlayan iki kuvvetli ligamente sahiptir. Anterior longitudinal ligament (ALL) omurganın ön duvarı boyunca genişleyerek sakruma kadar uzanır. ALL vertebra korpuslarına sıkıca tutunur, anulus fibrosis lifleriyle ilişkilidir ve ekstansiyona karşı gerilim bandı oluşturur. Posterior longitudinal ligament (PLL), omurganın arka duvarı boyunca uzanır ve anulus fibrosis liflerine kuvvetli olarak yapışır. PLL dardır ve fleksiyona karşı gerilim bandı oluşturur. ALL, PLL'den daha kuvvetli bir ligamenttir (3).

Ligamentum Flavum;

Ana segmental ligamenttir. İki komşu vertebranın laminalarını bağlar.

İnterspinöz, Supraspinöz ve İntertransversal Ligamentler;

Spinöz çıkıntılar arasında interspinöz ve supraspinöz ligamentler, transvers çıkıntılar arasında intertransversal ligament bulunmaktadır.

Fleksiyon sırasında ALL gevşer, PLL interspinöz ve supraspinöz ligamentler gerilirken ekstansiyon sırasında ALL gerilir ve intervertebral disklerin arka bölümü baskılanır (2, 4, 5).



### 2.1.2. İntervertebral diskler

Lumbal kolon yüksekliğinin %33'ünü meydana getiren intervertebral diskler vertebra korpusları arasında bulunur. İntervertebral disklerin yapısını merkezde yer alan nükleus pulpozus, onu çevreleyen annulus fibrozis ve vertebra korpusundaki kartilajenöz son plaklar oluşturur. İntervertebral disk avaskülerdir, diffüzyonla matriksten beslenir. Sinir sonlanmaları sadece intervertebral diskin yüzeyinde bulunduğu için innervasyonu minimaldir. Annulus fibrozisin lamelleri arasında bulunan elastin lifler omurganın çeşitli hareketleri sonrasında intervertebral diskin eski haline dönmesini sağlar. Nükleus pulpozus %70-88 su içeriği sayesinde basınç altında şekil değiştirme ve basıncı her yöne aktarma özelliğine sahiptir (4–6).

### 2.1.3. Kaslar

Lumbal vertebral kolon kasları omurga stabilizasyonundan sorumludurlar. Bir hareketin oluşması için birçok kasın birlikte çalışması gerekir ve her bir kasın pek çok hareketin açığa çıkmasında rolü vardır.

Lumbal vertebral kolon kasları fonksiyonlarına ve konumlarına göre sınıflandırılabilir. Yüzeysel tabakadaki erektör spina kasları ve derin tabakadaki transvers spina kaslar ekstansör grup kaslardır. Erektör spina kasları, lumbal bölgede medialden laterale spinalis, longissimus ve iliocostalis olmak üzere 3 kolon halinde yer alır. Bu kaslar lumbal bölgeyi ekstansiyona ve lateral fleksiyona getirir. Multifidus, rotator ve semispinalis kasları transvers spina kaslarını meydana getirir. Bu kaslar kasıldığında lumbal bölge ekstansiyona ve zıt tarafa rotasyona gelir.

Abdominal kaslar fleksör grup kaslardır ve vertebral kolonla birlikte çalışırlar. Transversus abdominis ve obliquus internus abdominis derin abdominal kaslardır ve stabilizatör olarak görev yaparlar. Rektus abdominis ve obliquus eksternal abdominis yüzeysel kaslardır ve gövde fleksiyonunda önemli rol oynarlar. Multifidus kası ile transversus abdominis kası birlikte çalışıp lumbo-pelvik düzgünlüğü sağlarlar (2, 5, 7).

#### **2.1.4. Dolaşım**

Lumbal bölgenin beslenmesi direkt olarak aortadan olmaktadır. Abdominal aortadan çıkan segmental arterler ilk 4 vertebrayı, median sakral arterden çıkan segmental arterler 5. lumbal vertebrayı, sakrumu ve koksiksi besler. Venöz kan internal ve eksternal venöz pleksuslara dökülür (1, 6).

#### **2.1.5. İnnervasyon**

Sinuvertebral (Luschka'nın rekürrent siniri) sinir lumbal bölgenin duyusal innervasyonunu sağlar. Lumbal bölge kasları ve faset eklemler lumbal dorsal ramının dalları ile innerve olurken psoas majör ve quadratus lumborumu ventral rami innerve eder. Duramater ve sinir kökü anterior ve lateral tarafları boyunca posterior pleksus innerve eder(4, 6).

#### **2.1.6. Nervus ischiadicus (Siyatik sinir)**

Siyatik sinir; L4-S3 spinal segmentten başlayan ve kalınlığı yaklaşık 2 cm'ye varan vücudun en büyük siniridir. L4-L5 spinal sinirlerin anterior dallarının oluşturduğu lumbosakral trunkusa, S1-S3 spinal sinirlerin anterior dalları katılarak siyatik sinir oluşur. Siyatik sinir tibial (L4-S3) ve peroneal (L4-S2) sinir olmak üzere iki dala ayrılır. Siyatik sinirin içerisinde tibial ve peroneal sinirler tek bir kılıf içinde fakat iki ayrı dal halinde pelvisten çıkarlar ve popliteal fossaya kadar ilerler (8). Popliteal fossada sinir gövdeleri kılıftan ayrılarak, tibial sinir popliteal fossa merkezine doğru, peroneal sinir laterale doğru ilerler (9).

Siyatik sinir hamstring ve diz altındaki tüm kasların motor innervasyonunu, uyluk posterioru ve diz altı tüm bacak ve ayağın duyusal innervasyonunu sağlar (8).

### **2.2. Kronik bel ağrısı**

Bel ağrısı iş gücü kaybına neden olan ve çok yaygın olarak karşılaşılan bir problemdir. İnsanların % 90'ı hayatları boyunca en az bir kez bel problemi ile karşılaşmaktadır. Kırk beş yaş ve altında bel ağrısı çeken insanlar aktivitelerde limitasyon ve fonksiyonel kayıplarla yüzleşmektedirler. Bel ağrısının tedavisinde fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları önemli yer tutmaktadır (10, 11).

En basit şekliyle bel ağrısı 3 ana sınıfa ayrılabilir. Birincisi spinal patolojiler, ikinci olarak sinir kökü ağrıları, radiküler ağrı ve son olarak spesifik olmayan bel ağrısıdır (12).

Bel ağrısının başlıca nedenleri; kas iskelet sistemi problemleri, vertebral kompresyon kırıkları, spinal stenoz, disk hernisi, mekanik bel ağrısı, kalça problemleri, sakroiliak patolojileri, inflamatuvar hastalıklar, enfeksiyon, tümör, aort anevrizması, spondiloz, spondilolistezis ve spondilolizis olarak sıralanabilir (12,13).

Ağrı başlıca bir semptom olmasına rağmen hastaların tedaviye ihtiyaç duyma sebepleri artan fonksiyonel yetersizliktir. Çeşitli fizyoterapi uygulamaları ve manuel tedavi teknikleri bel ağrısında kullanılmaktadır. Sıcak veya soğuk uygulamalar, elektroterapi modaliteleri ve egzersiz en sık kullanılan yöntemlerdir. Günümüzde daha etkili ve ekonomik tedavi yaklaşımları önem kazanmıştır. Bel ağrısı olan hastaların ağrılarının azaltılması için istirahat, elektroterapi modaliteleri ve ilaçlar yerine egzersiz ve manuel terapi uygulamalarını tercih ettikleri bildirilmektedir(14, 15).

### **2.2.1. Lumbal disk hernisi**

Disk herniyasyonu nükleus pulpozus ve diğer disk materyelinin annulus fibrozus kapsülünü geçmesi olarak tanımlanmaktadır. Lumbal disk hernisi akut, kronik veya tekrarlayan bel ağrısının en sık nedenlerinden biridir. Daha çok 3. ve 4.dekatta karşılaşılmaktadır (16, 17).

Herniasyon lokalizasyonuna göre median, lateral ve posterolateral olmak üzere üçe ayrılır. Disk herniasyonuna %98 gibi yüksek bir oranda L4-L5, L5-S1 seviyelerinde rastlanır (18).

Disk herniasyon patolojileri yaygın olarak bulging, protrüzyon, ekstrüzyon ve sekestrasyon şeklinde sınıflandırılmıştır.

**Bulging:** Nükleus pulpozusun annulus fibrozusa doğru yer değiştirmesidir. Annulus fibrozus veya Sharpey lifleri sağlamdır.

**Protrüzyon:** Nükleus pulpozusun yırtılan annulus fibrozus lifleri içine doğru yer değiştirmesidir, PLL sağlamdır.

**Ekstrüzyon:** Nükleus pulpozus, annulus fibrozusta oluşan komplet yırtık boyunca, PLL'yi de yırtarak spinal kanal içine doğru yer değiştirir.

**Sekestrasyon:** Herniye materyalin geride kalan disk ile anatomik bütünlüğü ortadan kalkmıştır. Spinal kanal içinde serbest fragman halinde bulunur (12, 16).

Disk hernisinin boyutuna bakılmaksızın geniş santral kanal nedeniyle sinir yapılarına baskı yapmama olasılığı vardır ve yıllarca semptom vermeyebilir. Bu nedenle radyolojik görünüm ile klinik her zaman uyumlu değildir (6).

### 2.2.1.1. Klinik belirtiler

Klinik olarak hastaların en önemli şikayeti lokalize bel ağrısıdır. Yavaş gelişen yaygın, batıcı, hareketle artan istirahatle azalan, belde ve etkilenen sinir kökünün dermatomal dağılımına uygun olarak bacağı yayılan bir ağrıdır. Lumbal fleksiyon veya rotasyon gibi hareketler sonrası ani olarak başlayabilir, en küçük bir hareketle şiddetlenip, kilitlenme veya bel tutulmasına yol açar (19).

L5 veya S1 radikülopatilerinde ağrı; gluteal bölge, uyluk arkası, medial ve lateral malleole doğru yayılır. Bu ağrı “siyatik ağrısı” olarak tanımlanır. Siyatik siniri oluşturan köklerin basısıyla ortaya çıkan siyatik ağrısını diğer bacak ağrısı yapan nedenlerden ayırmak gereklidir (19, 20).

Düz bacak kaldırma testi (DBKT) ile özellikle L5-S1 sinir kökü duyarlılığı saptanabilir. Hasta sırtüstü yatar pozisyonda baş altında ince bir yastık varken diz ekstansiyonda hastanın bacağı uygulayıcı tarafından kalça fleksiyonuna götürülür. Test sırasında bacak fleksiyonunun 20-70 derece arasında belden bacağı doğru ağrı ortaya çıkar veya mevcut ağrı artarsa test (+) olarak kabul edilir. Bu testin özgüllük ve özgünlüğü hakkında çelişkili ifadeler bulunmaktadır (21).

Slump testi, düz bacak kaldırma ve Laseque testlerinin varyasyonu olarak oturur pozisyonda, tüm vertebral kolon sinirlerini özellikle siyatik sinir dallarına gerilim yükleyecek manevralar yaptırılarak uygulanır (22).

DBKT ve Slump testi dışında Laseque testi, Bilateral DBKT, Braggard bulgusu, Femoral sinir germe testi, Ters DBKT (Fajersztajn bulgusu) araştırmacılar tarafından kullanılan diğer testlerdir(21).

### 2.2.2. Radikülopati

Biyomekanik olarak sinir kökleri daha çok lumbal ve servikal bölgede olmak üzere vertebral kolonun her bölgesinde yaralanmaya açıktır. Spinal radikülopati; disk herniasyonu ya da o bölgede ortaya çıkan lezyonlar sonucu sinir köklerinde inflamasyon, impingement ya da ikisinin birlikte görüldüğü spinal sinir kökü bozukluklarını ifade eder. Bunun yanında malign ya da enfeksiyöz sebepler de rapor edilmiştir. Böyle durumlarda fizyoterapi uygulamaları yapılamayacağı için medikal tedavi gerekmektedir (23,24).

Radikülopatiler spinal segment tutulumuna göre 3 gruba ayrılmaktadır. Lumbal radikülopatinin genel nüfus oranındaki dağılımı meslek değişkenine bağlı olarak %2.2 den %34 e varan oranlarda değişim göstermektedir. Erkekler 4. dekatta kadınlar ise 5 ve 6. dekatta daha sık olarak lumbal radikülopati ile karşılaşmaktadır. Servikal radikülopati, 1/1000 oranında erkeklerde, 6/10000 oranındadır. Kadınlarda özellikle 5. dekattan sonra artan bir oranda görülmektedir. Torakal radikülopati tüm radikülopatilerin % 0.15-4'ünü oluşturmaktadır. En sık nedenler torakal disk herniasyonları ve Diabetes Mellitustur (25–27).

Radikülopatilerde özür ve fonksiyonel limitasyonlara neden olan kas zayıflıkları, hissizlik, uyuşukluk ya da bunların kombinasyonları en sık görülen semptomlardır. Radikülopatilerde semptomlara yönelik yapılan manuel tedavi teknikleri, terapötik egzersizler, traksiyon ve sinir mobilizasyonları ile ağrı ve özür düzeylerinde anlamlı iyileşmeler sağlandığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (28–30).

### 2.3. Nörodinamik

Nörodinamik; sinir sisteminin morfoloji, biyomekani ve fizyolojisi arasındaki bağlantıların tamamını ifade eder. Sinir sistemi en basit günlük yaşam ve en zorlu spor aktiviteleri için gerekli pozisyon ve hareketler sırasında ortaya çıkan mekanik kuvvetleri tolere edebilecek şekildedir. Sinir sisteminin bu streslere karşı verdiği cevapta bir aksaklık ortaya çıkarsa; nöral ödem, iskemi, fibrozis ve hipoksiye bağlı olarak iletim hızı ve sinir fonksiyonlarında yetersizlikler oluşur (31–33).

Sinir doku mobilizasyonunun intranöral sirkülasyonu, aksoplazmik akışı, sinirin konnektif doku ile ilişkili visko-elastisitesini ve hassasiyetini azaltarak semptomlar üzerinde pozitif bir etki yaptığı düşünülmektedir (34, 35).

### **2.3.1. Nörobiyolojik mekanizmalar**

Sinir dokular etrafında bulunan yapılara etki eden patolojik durumlarda ortaya çıkan aşırı kompresif, gerilim, friksiyon ve vibrasyon kuvvetleri mekanik irritasyona neden olduğu gösterilmiştir (34). Hasara uğramış somatik dokular bitişiğindeki sinir dokulardan inflamatuvar maddelerin salınımını arttırarak kimyasal irritasyona neden olur (36). Patofizyolojik ve patomekanik cevaplar sinirin vasküler, konnektif doku ve impuls iletiminde değişikliğe neden olarak sinir fonksiyonlarında yetersizlikler ortaya çıkarır (37). Sinir yaralanmasına ilk patofizyolojik yanıt; intranöral kan akımında ortaya çıkan azalmadır. Mekanik veya kimyasal uyarılar venöz konjesyona neden olur ve böylelikle intranöral kan akışı ve aksoplazmik akış kesintiye uğrar (38). Ortaya çıkan hipoksi ve mikrovasküler geçirgenlikteki değişiklikler sinir dalları ve dorsal gangliyonlarda inflamatuvar cevaplar çıkararak subperinöral ödeme yol açar (39). Perinöral diffüzyon kanallarından inflamatuvar maddelerin atılımını kısıtlayarak endonöral ödeme sebebiyet verir. Uzun süreli endonöral ödem; intranöral fibroze ve sinir konnektif dokusundaki visko-elastik yapıların sertleşmesine neden olur. Sinirlerin mekanik streslere karşı olan direncinin azalmasıyla, uzun süreli mekanik streslerde sinirlerde demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyon ortaya çıkabilmektedir (40).

### **2.3.2. Nörodinamik değerlendirme**

Nörodinamik değerlendirme, iletim bozukluğu olmayan fakat artmış mekano-sensitiviteye sahip periferik sinir problemlerini değerlendirmek için yapılır (41). Nörodinamik testler; sinir sistemi üzerinde gerilim oluşturmak için birçok eklem birbiri ardına hareket ettirilmesi gerçekleştirilir. Sağlıklı bireylerde bu testler eklem hareket açıklığında azalmaya, karıncalanma ve iğnelenme gibi yanıtlar oluşturur. Bu yanıtlara normal nörodinamik cevaplar adı verilir. Hasta bireylerde bu testler sonucu ağrılı semptomlar tekrar ortaya çıkar ya da semptomların yoğunluklarında artış olursa test pozitif kabul edilir. Literatürde birçok çalışmacı hem sağlıklı hem de hasta bireylerde nörodinamik test cevaplarını incelemiştir (22, 42–44).

Nörodinamik testler arasında alt ekstremitte için en çok kullanılan testler DBKT ve Slump testidir. Slump testi sinirlere gerilim yükleyecek manevralar serisi yapılarak uygulanır. Hasta oturur pozisyonda, gövde semi-fleksiyonda iken baş fleksiyonu yaptırılır. Bir sonraki seride hastanın dizi ekstansiyona, semptomların artmadığı durumlarda tibial sinir etkilenimini ve arttığı durumlarda semptomların kaynağını tanımlamak için ayakbileği dorsifleksiyona getirilir. Bu adımların her birinde hastanın şikayetlerinde değişim olup olmadığı sorgulanır ve kaydedilir (45).

Nörodinamik testler sırasında yapılan ekstremitte hareketleri sinirin hangi anatomik bölgede etkilendiği hakkında bilgi verir. Örneğin DBKT’i sırasında diz fleksiyonda iken ayakbileği dorsifleksiyonu ile ağrı ortaya çıkıyorsa siyatik sinirin tibial sinir dalında etkilenim olduğu düşünülür (32). Slump testi sırasında boyun fleksiyonu yapılması ile dizde ekstansiyon kaybının görüldüğü, DBKT sırasında dorsifleksiyon yapılması ile kalça fleksiyon açısında azalma ortaya çıktığı saptanmıştır. Ayrıca semptomlar açısından bakıldığında Slump testi sırasında boyun fleksiyonu ile ağrıda artış olduğu, boyun ekstansiyonu ile hastaların semptomlarında rahatlama hissettiği bildirilmiştir (45, 46).

### **2.3.3. Sinir doku mobilizasyon teknikleri**

Periferik sinirleri ve etrafındaki dokuları hareketlendirmek için klinikte fizyoterapistler ve araştırmacılar tarafından kullanılan özelleşmiş tekniklere sinir mobilizasyon teknikleri adı verilir. Bu teknikler çeşitli durumlarda hem değerlendirme hem tedavi amacıyla kullanılır (31, 32, 34).

#### **2.3.3.1. Kaydırma teknikleri**

Sinir dokular ve bu dokuların bağlantılı olduğu yapılar arasında bir kayma hareketi ortaya çıkarmak için yapılan manevralardır. Kaydırma teknikleri daha çok boyun ve üst ekstremitede kullanılmaktadır. Lateral epikondilit, karpal tünel sendromu ve nörojenik boyun-kol ağrısı olan olgularda pozitif etkilerinin olduğu birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (47–50). Alt ekstremitte ve bel problemlerinde uygulamaları sınırlı olmasına rağmen bel ağrısı, siyatik ağrısı ve bacağı yansıyan ağrı şikayeti bulunan hastalarda kullanımı ile olumlu sonuçlar elde edildiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (51–54).

### **2.3.3.2. Gerilim yükleme teknikleri**

Gerilim yükleme teknikleri sinirlerin sinir yatağı içerisinde uzayabilme özelliklerini restore etmek amacıyla uygulanan tekniklerdir. Bu tekniklerin sinir üzerine uzun süreli germe uygulaması yerine kısa süreli salınımlar şeklinde yapılması tavsiye edilmektedir. Kaydırma tekniklerinden daha agresif olması sebebiyle sinir iletim bozukluğu olan hastalarda kullanılması tavsiye edilmemektedir (46, 55).

Kaydırma ve gerilim yükleme teknikleri, tek başına ya da birlikte kullanılabilir. Sinir mekano-sensitivitesinin artmış olduğu bel-alt ekstremite rahatsızlıklarında başarılı olarak kullanıldığı vaka sunumu ve serileri bulunmaktadır. Klinik çalışmalarda sinir doku mobilizasyon tekniklerinin muskuloskeletal ağrı ve periferik nöropatik ağrı sorunlarında semptomların azaltılmasında etkili olduğu belirtilmiştir (53, 56).

### **2.3.3.3. Kaydırma ve gerilim yükleme teknikleri arasındaki fark**

Sinir boyundaki aşırı uzamanın, sinirin kanlanmasına olumsuz etkisinin olması sebebiyle kaydırma tekniklerinin gerilim yükleme tekniklerine göre daha tolere edilebildiği düşünülmektedir (41). Yapılan deneysel çalışmalarda sinire uygulanan %8 'lik bir gerim ile sinir kan akımında azalma, %10-15 lik gerimde ise sinir kan akımında tam bir blokaj olduğu gösterilmiştir. Kompresyona bağlı gelişen sinir kan akımındaki azalma durumlarında, sinire uygulanacak minimum gerilimin bile iskemiye yol açtığı saptanmıştır. Elde edilen bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda klinikte, sinirde iskemiye sebep olmamak için 30 saniye altında ve kısa süreli ossilasyonların yapılması tavsiye edilmektedir (57).

## **2.4. Yürüme analizi**

Yürüme bir yerden başka bir yere gitmek için insanların kullandığı temel günlük yaşam aktivitelerinden biridir. İdeal bir yürüme hem yorgunluğu minimize etmek için verimli hem de düşme ve düşmeye bağlı yaralanmaları engellemek için güvenli bir şekilde gerçekleştirilmelidir (58). Patla (59) yürümenin önemini "Hiçbirşey yoktur ki bağımsızlık seviyemizi ve yaşam kalitesi algımızı kendi gücümüzle bağımsız bir şekilde bir yerden başka bir yere seyahat etmemiz kadar özetlesin" şeklinde vurgulamıştır.



### 2.4.1. Yürüme analizinin tarihçesi

Yürüme hakkında ilk çalışmalar Aristo'nun gözlemleri çizimleri ve resimleri ile başlamıştır. Yürümeye olan ilgi bu kadar eskiye dayanmasına rağmen, kayda değer ilk çalışma 1836 yılında Weber kardeşler tarafından yapılmıştır. Wickham Weber ve Edwart Weber kronometre kayıt cihazı ve teleskop kullanarak yürümenin adım uzunluğu, adım sayısı, ayağın yere teması ve vücut vertikal pozisyonu gibi bileşenlerini ölçerek tanımlamışlardır. Ayrıca yürümeye ait sallanma fazı duruş fazı ve çift destek fazı bu araştırmalar sonucu ortaya çıkan terimlerdir (60).

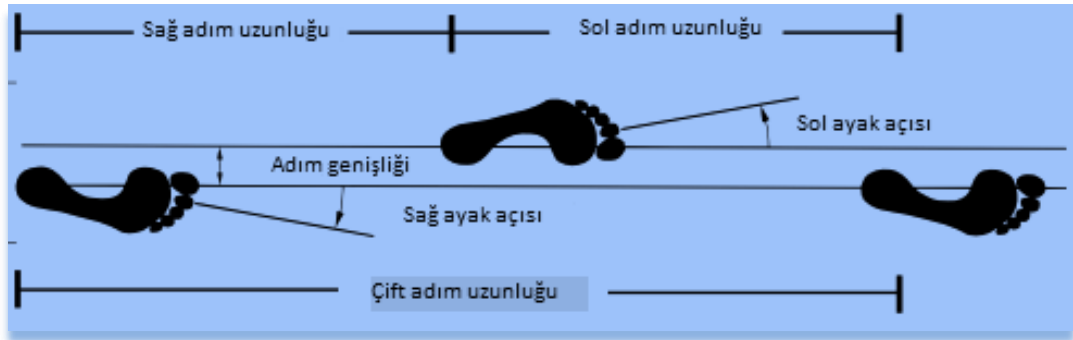
19. Yüzyılda Marey, Carlet ve Vierordt gibi araştırmacılar o zaman ki teknolojiden faydalanarak yürüme hakkındaki bilgileri arttırmaya başlamışlardır. Marey ve Carlet ayakkabı içine düzenek yerleştirerek sallanma ve duruş fazı hakkında daha fazla bilgi toplamaya başlamışlardır. Vierordt yere boya dökerek yürüme sırasında ortaya çıkan hareketleri kaydetmiştir (60). Muybridge önce atlar üzerinde daha sonra insan yürüyüşünü sinematografi kullanarak fotoğraf halinde değerlendirmiştir (61). Braune ve Fisher 3 boyutlu analiz sistemini ilk kullanan araştırmacılarıdır. 4 kamera ve vücut üzerine yerleştirilen küçük lambalar sayesinde eklem kinematiklerini 3 boyutlu olarak dökümante etmişlerdir. Ayrıca mekanik prensipleri kullanarak dinamik nicelikleri ölçen ilk kişilerdir (60).

20. yüzyılda kayıt cihazları, basit video kayıtlarından anlık olarak kayıt yapan yüksek çözünürlüklü kızıl ötesi sistemlere dönüşmüştür. Murray araştırmacı bir fizyoterapist olarak 1960-1990 yılları arasında normal ve anormal yürüme paternleri konusunda birçok çalışma yapmıştır. Aynı şekilde yürümenin kinetik değerlerinin ölçülmesi için ayak ile yer teması sırasında ölçüm yapabilen kuvvet platformlarının gelişmesi ile daha anlaşılır hale gelmiştir (62, 63). Ayak ile yer arasında ortaya çıkan kuvvetlerin ölçümlenebilmesi duruş fazında eklemlere binen kuvvet ve torqların hesaplanmasını sağlamıştır. Yüzeysel ve kas içi elektrotların keşfi ile de yürüme sırasında kaslarda meydana gelen elektriksel aktiviteler ölçülmeye başlanmıştır. Hangi kasın hangi evrede hangi tip kasılma ortaya çıkardığı ya da gevşediği hakkında bilgiler elde edilmiştir (64).

Günümüzde yürüme analizi biyomekani laboratuvarlarında 3 boyutlu kinematik analiz, kuvvet platformları ve elektromyografi (EMG) kullanılarak yapılabilmektedir. Bu sistemlerin pahalı olması sebebiyle her klinikte bulunamamaktadır ve çoğu klinikte gözlemsel yürüme analizi yapılmaya devam edilmektedir. Gözlemsel yürüme analizi yürüme hakkında oldukça deneyim ve bilgi gerektirmektedir (65).

#### 2.4.2. Zaman mesafe parametreleri

Ayağın yer ile temasından başlayarak aynı ayağın tekrar yere değdiği zaman arasındaki geçen süreçlere yürüme döngüsü olarak tanımlanır. Mesafe parametreleri; adım uzunluğu, adım genişliği, ayak açısı ve çift adım uzunluğudur. Zaman parametreleri ise; adım sayısı, çift adım zamanı ve adım zamanıdır. Zaman ve mesafe parametrelerini içeren ölçüm sonucu yürüme hızıdır. Yürüme hızı yaş ve fiziksel karakteristiklere göre değişmektedir. Sağlıklı yetişkinlerde bir yürüme döngüsü; 1-2 saniye süresinde ve yaklaşık 1.44 metre uzunluğundadır. Kadınların erkeklere göre yürüme hızı düşük, adım mesafesi kısa ve adım sayısı ise daha fazla olarak ölçülmüştür (66). Yürüme hızını arttırmak için iki strateji kullanılır. Birincisi; adım ya da çift adım uzunluğunu arttırmak, ikincisi ise; adım sayısını arttırmaktır (60).



Şekil 2.1 Yürümeyle ilgili mesafe parametreleri

### 2.4.3. Sallanma ve duruş fazı

Tam bir yürüme döngüsü bir ekstremiten referans alındığında ekstremitenin konumuna göre 2 faza ayrılır.

**Sallanma fazı:** Parmak kalkışından başlayarak hızlanma, orta sallanma ve yavaşlama evrelerinden oluşan ve yürüme döngüsünün yaklaşık %40 'ını oluşturan fazdır.

**Duruş fazı:** Topuk teması ile başlayıp taban teması, orta duruş, topuk kalkışı ve parmak kalkışı evrelerinden oluşan ve yürüme döngüsünün yaklaşık %60'ını oluşturan fazdır. Sallanma ve duruş fazı sırasında ekstremitelerin yer ile temas durumlarına göre adlandırılan çift destek (her iki ekstremitenin yerle temasta) ve tek destek (sağ ya da sol ekstremiten yerle temasta) periyodları vardır (67).

### 2.4.4. Ağırlık merkezinin yer değiştirmesi ve kontrolü

Yürüme dengenin bozulması ve yeniden sağlanmasından oluşan serinin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Yürüme vücudun ileri yönlendirilmesi ile başlar. Yürüme başladığında, vücudun ileri hareketiyle birlikte ağırlık merkezi, ayakların yeni konumları arasında ileriye doğru taşınır. Bu süreçte sakral 2. vertebranın önünde bulunan ağırlık merkezi vertikal düzlemde 5 cm, horizontal düzlemde 4 cm'lik bir değişim gösterir (68).

Yürüme öne doğru sürekli bir hızlanma gibi gözükse de aslında her adımda hızlanma ve yavaşlama periyodları bulunmaktadır. Bu da ağırlık merkezinin ekstremiten ile olan ilişkisine bağlıdır. Destek ekstremiten ağırlık merkezinin önünde ise vücut yavaşlarken, destek ekstremiten ağırlık merkezinin arkasında ise vücut hızlanmaktadır (60, 65).

### 2.4.5. Enerji tüketimi

Yürüme sırasında enerji tüketiminin en düşük seviyede tutulması ağırlık merkezi salınımının optimizasyonu ve vücut momentumunun kontrolü ile sağlanır (69). Yürüme hızı yaklaşık 1.33 metre/saniye(m/sn) iken enerji tüketimi en ideal düzeyde olduğu saptanmıştır. İdeal yürüme hızı arttıkça ya da azaldıkça enerji tüketimi artmaktadır. Yürüme sırasında enerji sarfiyatını azaltmak için vücut 5 farklı strateji yürütür. Bunlar horizontal düzlemde pelvik ve sagittal düzlemde ayak bileği rotasyonu, duruş fazında diz fleksiyonu, frontal düzlemde pelvis ve kalça rotasyonudur (70).

## **2.4.6. Yürümede Kinetik Analizler**

### **2.4.6.1. Yer Reaksiyon Kuvveti**

Yürüme süresince yer ile ayak arasında her adımda ortaya çıkan kuvvetler bulunmaktadır. Ayaktan yere uygulanan kuvvetlere ayak kuvvetleri, yerden ayağa uygulanan kuvvetlere yer reaksiyon kuvvetleri adı verilir. Bu kuvvetler aynı büyüklükte fakat zıt yönlüdür. Ölçüm aletlerinden elde edilen yer reaksiyon kuvvetlerinin vertikal, antero-posterior ve medio-lateral kuvvet çizgilerinin birleştirilmesi ile ortaya çıkan görüntüsüne 'kelebek görünümü (Butterfly diagram)' denir (71). Yer reaksiyon kuvveti kuvvet platformu kullanılarak taban basınç değişimlerinin ölçülüp kaydedilmesinde kullanılır. Ölçüm aletleri ile duruş fazı sırasında basınç değişikliklerinin ayağın ön, orta ya da arka kısımlarında hangi oranlarda gerçekleştiği sayısal ve grafik olarak gösterilmektedir (65).

### **2.4.6.2. Basınç Merkezi (BM) Çizgisi**

Ölçüm aletlerinde topuk vuruşundan parmak kalkışına kadar olan sürede basınç merkezinin ayak tabanında geçtiği izine verilen isimdir. Sağlıklı bir ayakta topuk vuruşu sırasında BM çizgisi topuğun orta lateralinden başlayarak orta ayağın laterali boyunca ilerler ve parmak kalkışına doğru ön ayakta 1. ve 2. metatars arasından geçer (60).

### **2.4.6.3. Eklem Torkları**

Yürüme boyunca, ayağın tabanına etki eden yer reaksiyon kuvvetleri, alt ekstremitte eklemlerine dışsal torklar oluşturur. Dışsal torkların eklemlerde oluşturacağı yükleri azaltmak için kas ve konnektif dokunun ortaya çıkardığı torklara içsel torklar adı verilir. İçsel torklar ters dinamik teknikler kullanılarak hesaplanır. Ters dinamik tekniklerin doğru uygulanabilmesi, bireylerin antropometrik karakteristikleri, yürüme döngüsü boyunca vücut ağırlık merkezinin lokalizasyonu, vücut pozisyon ve hareketleri ve yer reaksiyon kuvvetlerinin geçiş noktaları hakkında bilgi gerektirir (60).

### 2.4.7. Yürümede Kinematik Analizler

Yürüme sırasında ortaya çıkan kuvvetleri dikkate almadan sadece hareketlerin incelenmesine kinematik analiz denir. Kinematik analiz sırasında gövde, pelvis ve alt ekstremitelerin üç düzlemde pozisyonu, eklem açıları, lineer ve açısal hız ve ivmeleri ölçülerek sayısal olarak kaydedilir. Eklem açılarının ölçülmesi için referans noktalar işaretleyiciler yerleştirilir. Kameralar veya alıcılar aracılığı ile izlenen hareketler bilgisayar ortamına aktarılarak özel yazılımlar ile işlenir. Hareketlerin birim zamanda değişimi ile hız, hızın birim zamanda değişimi ile ivme hesaplanır (67).

### 2.4.8. Yürüme bozuklukları

Normal bir yürüme, harekete katılan her eklem için gerekli hareket açıklığı ve yeterli kas kuvveti ile sağlanır. Yürüme santral sinir sistemi tarafından karmaşık bir şekilde kontrol edilir. Bu kompleks yapı, bozukluk durumlarında normal yürüme paterninin dışına çıkılmasına yol açar. Yürümede meydana gelen bu deviasyonlar aşırı enerji tüketimi ve vücut kısımlarına anormal stres yüklenmesine neden olur (72).

Patolojik yürümeye neden olan 3 ana sebep bulunmaktadır.

**Ağrı:** Antalgik yürüyüş olarak adlandırılan bu durum, ağrılı bölgede yük taşımamak için ortaya çıkan yürüme şeklidir. Temel bulguları; kısalmış adım uzunluğu ve ağrılı tarafta azalan duruş fazıdır (73).

**Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları:** Kas iskelet sisteminde ortaya çıkan problemler aşırı ya da azalmış eklem hareket açıklığı ya da azalmış kas kuvveti yürüme paternlerinde geniş bir yelpazede deviasyonlara yol açar. Hastalıklarda bir eklemden meydana gelen eklem hareket açıklığı anomalisi bir ya da daha çok eklem tarafından kompanse edilir (74, 75).

**Merkezi sinir sistemi rahatsızlıkları:** Serebrovasküler olay, parkinsonizm, serebral palsi gibi birçok nörolojik bozukluk, anormal yürüme problemine neden olur. Nörolojik bozuklukların ortaya çıkardığı anormal yürüme paternleri yeterli kas kontrolünün sağlanamaması sebebiyle oluşur (76, 77).

## 2.5. Denge

Balans ya da postüral stabilite genel tanım olarak vücut pozisyonunun dengede tutulduğu dinamik bir süreçtir. Dinamik ve statik denge olarak ikiye ayrılır. Dengenin en iyi olduğu an vücut kütle merkezinin destek yüzeyi sınırlarının içerisinde olduğu zamandır (78).

**Kütle merkezi:** Tüm vücut ağırlığının tek bir noktada dengede olduğu noktadır.

**Yer çekimi hattı:** Kütle merkezinde yere vertikal olarak uzayan hayali çizgidir.

**Momentum:** Kütle ile hızın çarpımının ürünüdür. Lineer momentum vücudun düz bir çizgideki hızı ile ilişkilidir.

**Destek yüzeyi:** Vücudun zemin üzerinde durduğu alanı ifade eder. Ayakların pozisyonu destek yüzeyi ve postüral stabilitede değişikliğe neden olur.

**Stabilite sınırları:** Destek yüzeyini değiştirmeden denge halinin devam ettiği sınırları belirtir.

**Yer reaksiyon kuvveti ve basınç merkezi:** Newton kanunlarına göre vücudumuz ve yer arasında ortaya çıkan kuvvetlere yer reaksiyon kuvvetleri denir. Basınç merkezi (BM) yer reaksiyon kuvvetinin vertikal parçasının lokalizasyonunu ifade eder. Yerle temas eden bölge üzerinde etkili, aşağı yönlü kuvvetlerin tersi yönünde ve eşit büyüklüktedir. Eğer tek ayak üzerinde ise basınç merkezi bu ayağın ortasından geçerken, çift ayak üzerindeyken iki ayağın arasında bir konumdadır (79,80).

Stabiliteyi sağlamak ve BM'nin lokasyon değişimini tolere etmek için ağırlık merkezi pozisyonu kasal kuvvetler ile sağlanır. BM ağırlık imbalanslarında vücudun nöromusküler cevaplarının yansımalarıdır. Ağırlık aktarım asimetrisini değerlendirmek amacıyla 1930'lardan itibaren basit ayakkabı içi ve dışı basınç sensörlerinden kuvvet platformlarına geçiş yaşanmıştır. Kuvvet platformları yer reaksiyon kuvvetleri ölçümlerinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Vücut salınımı, ayaklara binen yük dağılımı gibi birçok parametreden veriler elde edilmektedir(81, 82).

### 2.5.1. Dengenin kontrolünü sağlayan yapılar

Vücut pozisyonu ve hareketlerinin uzayda algılanması; görsel, somatosensöryel ve vestibüler sistemlerden gelen girdilerin değerlendirilmesiyle sağlanır.

**Görsel sistem:** Vizüel sistem baş pozisyonunun çevre ile ilişkisi, baş-göz hareketlerinin oryantasyonu ve baş hareketlerinin hızı ve yönü hakkında bilgiler toplayarak dengeyi sağlanmasına yardımcı olur.

**Somatosensoryal sistem:** Vücut ve vücut segmentlerinin birbiri içinde ya da destek yüzeyi arasındaki pozisyon ve hareketler hakkında bilgi toplar. Kaslar ve eklemlerde bulunan reseptörler ve deride bulunan mekanoreseptörler destek yüzeyi değişikliklerinde görev almaktadırlar.

**Vestibüler sistem:** Başın gravite ve atalet kuvvetlerine karşı pozisyonu ve hareketleri hakkında bilgi sağlar. Semisirküler kanallar başın açısız hızlanma, otolit kristalleri ise başın doğrusal hızlanma hareketini algılar(83).

**Organizasyon:** Bu üç sistem birbiri içinde kusursuz bir şekilde çalışarak hareket kabiliyetimizi ve oryantasyonumuzu devam ettirir. Bu sistemlerden gelen bilgiler serebellum, bazal gangliyonlar ve suplementer motor alanda işlenir. Anlık cevapların verilmesi gereken durumlarda geri bildirim hızı kıyaslandığında sırasıyla duysal, görsel ve vestibüler sistem çalışır. Eğer sistemlerin birinden uygun olmayan girdiler gelirse diğer sistemler bunun düzeltilmesi için birlikte hareket etmesine duysal organizasyon adı verilir (84).

### Denge kontrol tipleri

Statik denge kontrolü: ayakta durma ve oturma gibi stabil antigravite pozisyonunu devam ettirmek, dinamik denge kontrolü: hareketli zeminde vücut stabilizasyonu ya da stabil zemin üzerinde hareketli vücudu dengelemek olarak tabir edilir. Otomatik postüral reaksiyonlar beklenmedik dış pertürbasyonlarda dengeyi sağlamaya yarar(80, 85).

## Hipotezler

- H<sub>0</sub>: Bel ağrılı olgulara verilen sinir mobilizasyonu ağrı ve fonksiyonel düzeyi olumlu yönde etkilemez.

H<sub>1</sub>: Bel ağrılı olgulara verilen sinir mobilizasyonu ağrı ve fonksiyonel düzeyi olumlu yönde etkiler.
- H<sub>0</sub>: Bel ağrılı olgulara verilen sinir mobilizasyonu yürüme ve statik ayakta duruş parametrelerini olumlu yönde etkilemez.

H<sub>1</sub>: Bel ağrılı olgulara verilen sinir mobilizasyonu yürüme ve statik ayakta duruş parametrelerini olumlu yönde etkiler.



### 3.GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Çalışmanın yapıldığı yer

Çalışmaya katılan katılımcıların değerlendirme ve tedavileri ‘Özel Kütahya Kent Hastanesi Fizyoterapi ünitesi’nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yapılabilmesi için Dumlupınar Üniversitesi Rektörlüğü ve Özel Kütahya Kent Hastanesinden izin alınmıştır. Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 80558721/153-002 sayılı Etik Kurul kararıyla onaylanmıştır.

#### 3.2. Çalışma süresi

Verilerin toplanması Şubat-Kasım 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.3. Katılımcılar

Çalışma süresince hasta grubunda yer alan 18-60 yaş aralığında fizik tedavi ve rehabilitasyon uzmanı tarafından teşhisi konmuş olan bel ağrısı problemlili toplam 102 hasta ile görüşülmüş, 60 olgu çalışmaya katılmayı kabul etmiştir. Sağlıklı kontrol grubuna ise 30 gönüllü katılımcı dahil olmuştur. Dahil edilme kriterlerini karşılayan bel problemi tanısı alan 60 gönüllü katılımcı rasgele(proto kol numarasının son hanesine göre) çalışma (30) ve kontrol (30) grubuna ayrılmıştır. Gönüllülerden 19 birey farklı nedenlerle (düzenli olarak tedaviye devam etmeme, değerlendirmelere gelmeme vb.) çalışma dışında kalmıştır. Kontrol grubunda 21 ve çalışma grubunda 20 kişi olmak üzere çalışma 41 katılımcı ile tamamlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen sağlıklı kontrol grubundan 11 kişi ilk değerlendirme sonrasındaki değerlendirmelere katılmaması sebebiyle çalışma dışında kalmıştır. Kontrol grubundaki katılımcılara fizik tedavi ve rehabilitasyon uzman hekimince verilen rutin elektroterapi uygulamaları (Hot Pack, TENS ve ultrason uygulamaları) yapılmış, çalışma grubuna ise uzman hekim tarafından verilen rutin elektroterapi uygulamalarının yanı sıra 3 hafta boyunca Meyer ve diğ.(86) tarif ettiği slump pozisyonunda sinir kaydırma egzersizlerini (10 tekrar/gün) yapmaları istenmiştir. Sağlıklı kontrol grubundan sadece sinir kayma egzersizini 3 hafta boyunca yapması istenmiştir.

Tüm katılımcılara çalışmaya başlamadan önce yapılacak uygulamalar ve ölçümler hakkında bilgi verilmiş ve gönüllü onam formunu kendi istekleri ile imzalamışlardır.

Çalışmaya dahil olma ve dahil edilmeme kriterleri aşağıdaki gibidir.

### **3.3.1. Dahil olma kriterleri**

- Bel problemi tanısı olan grupta düz bacak kaldırma testi 70 dereceden az olan bireyler,
- Bel problemi tanısı olmayan grupta düz bacak kaldırma testi 70 dereceden az olmayan bireylerdir.

### **3.3.2. Dahil edilmeme kriterleri**

- İlk değerlendirmeden en az 6 ay önceye kadar fizyoterapi almış olan bireyler,
- Omurga ve alt ekstremitte cerrahi operasyon geçirmiş olan bireyler,
- Bağımsız yürüyemeyen olgular,
- Bel ağrısı dışında sistemik hastalığı bulunan olgular,
- Bel problemi tanısı olan grupta düz bacak kaldırma testi 70 dereceden fazla olan bireyler,
- İlk değerlendirmeden önceki 48 saat içerisinde analjezik ilaç kullanan bireylerdir.

### **3.3.3. Gönüllüler için çalışmadan çıkarılma kriterleri**

- Gönüllünün kendi isteği,
- Çalışma sırasında değerlendirmeleri etkileyecek başka sağlık sorunlarının ortaya çıkması,
- Düzenli olarak fizyoterapi programına devam edilmemesi,
- Değerlendirmelere katılmamaktır.



Ağrı Şiddetinin değerlendirilmesi için Vizüel Analog Skalası(VAS) kullanılmıŐı olup tedavi öncesi sonrası hissettikleri ağrı düzeyinin hastalar tarafından Őaretlenmesi istenmiştir. VAS 10 santimetrelilik düz bir çizgi olup bir ucundaki 0 (sıfır) rakamı hiç ağrı olmayan durumu, diğer ucunda bulunan 10 (on) rakamı ise dayanılmayacak Şiddette bir ağrıyı ifade etmektedir. Hastaların Őaretledikleri noktalar 0 noktasında başlayarak cetvel yardımı ile ölçölerek sayısal değer olarak kaydedilmiştir.

Katılımcılarda siyatik sinir etkilenimini değerlendirmek için DBKT ile yapılmıştır. Test katılımcı sırtüstü uzanmıŐ Şekilde baŐının altında ince bir yastık varken diz ekstansiyonda ayak bileği nötral pozisyonda iken pasif olarak kalça fleksiyonu yaptırılarak katılımcının ağrı hissedip hissedilmediği sorgulandı. 30-70 derece arasında ağrı olursa test pozitif olarak değerlendirildi. Siyatik sinir tutulumunu agreve etmek amacıyla ayak bileği dorsifleksiyonu yaptırıldı. Bel ve/veya bacak ağrısının ortaya çıktığı aı gonyometre ile derece olarak ölçölerek kaydedildi. DBKT'nin özellikle siyatik siniri meydana getiren köklerin(L4-S3) basısında pozitif olduğu yapılan çalıŐmalarla gösterilmiştir(22).

Katılımcıların fonksiyonel düzeyleri Fairbanks tarafından tanımlanan, daha sonra Hudson-Cook tarafından modifiye edilen Oswestry Özürlülük Skalası (OÖS)'nin Türkçeye uyarlanmış formu ile değerlendirildi. Skalanın Türkçe geçerlik ve güvenilirliği Yakut ve diğ.(87) tarafından yapılmıştır. Bu skala bel ağrılı hastalarda duyarlı bir skala olarak önerilmektedir. Skalada 10 soru, her soruda 0 ile 5 puan değerinde 6 seçenek vardır ve katılımcıların durumunu en iyi tanımlayan ifadeyi Őaretlemeleri istenir. Katılımcıların Őaretledikleri seçeneklerden elde edilen toplam puan durumuna göre katılımcıların fonksiyonel düzeyleri;

0 puan: Fonksiyonel yetersizlik yok

1–10 puan: Hafif fonksiyonel yetersizlik

11–30 puan: Orta derecede fonksiyonel yetersizlik

31–50 puan: Ağır fonksiyonel yetersizlik, Şeklinde sınıflandırılır.

Katılımcıların statik ayakta duruş ve dinamik yürüme parametreleri Zebris™ FDM-2 cihazı ile ölçölüp anlık kaydedilmiştir. Zebris FDM-2 cihazı 2122 cm uzunluğunda 605 mm geniŐlięinde ve 21 mm yüksekliğinde üzerinde 15360 sensör bulunan 120 Hz frekans aralığına sahip yürüme ve denge değerlendirmesinde kullanılan bir cihazdır. Değerlendirmeler sırasında yükseklik farkı oluŐmaması için

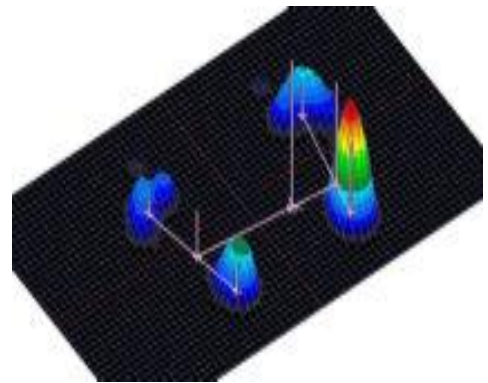
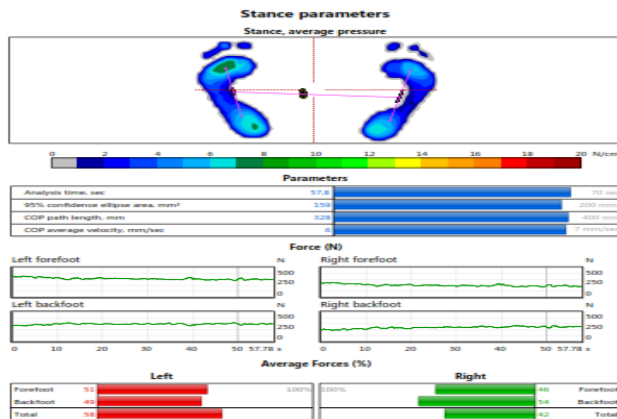
cihazın kısa kenarlarına aynı yükseklikte platformlar eklenerek doğal yürüyüşün sağlandığı daha uzun bir yürüyüş yolu oluşturularak ölçümler yapılmıştır. Cihazdan elde edilen veriler bilgisayara kurulmuş olan Zebris software üzerinden rapor haline getirilerek kaydedilmiştir. Reed ve diğ.(88) Zebris FDM-2 cihazının yürümenin zaman-mesafe ve kinetik parametrelerinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 3. 2 Zebris FDM-2 platformu

### 3.4.1.1. Statik duruş değerlendirmesi

Bireylerin statik duruş değerlendirmesi aynı uygulayıcı tarafından aynı yerde yapılmıştır. Değerlendirme Freitas ve diğ.(89) tarafından tavsiye edilen şekilde katılımcının kolları yanda serbest, gözleri ön tarafta 3 metre uzaklıktaki bir noktaya sabitlenmiş şekilde 60 saniye boyunca postürünü olabildiğince koruyarak durması istendi. Statik duruş değerlendirmesi basınç merkezi değişimlerini(elips alanı (mm<sup>2</sup>)), sağ ve sol ayağa binen yükün toplam ve ön-arka ayak şeklinde oluşan verilerden elde edilen değerlerdi.



Şekil 3. 3 Zebris FDM-2 statik duruşta ayakların ekran görünümü

### 3.4.1.2. Dinamik yürüyüş değerlendirmesi

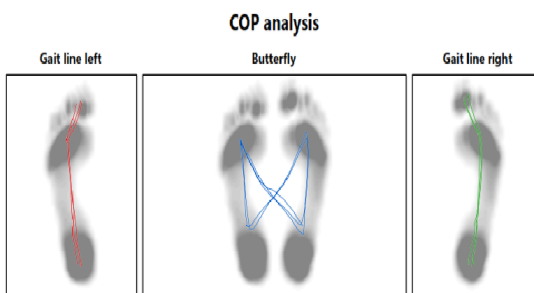
Katılımcılar 5 metrelik yürüme platformu (3 metre platform ve 2 metre yürüme analiz platformu) üzerinde en az 8 adım olacak şekilde kendilerini rahat hissettikleri hızda yürümeleri istendi. İki metrelik yürüme analiz platformundan; adım uzunluğu, adım genişliği, dakikada adım sayısı(kadans), yürüme hızı(m/s), yürüme sırasında oluşan basınç merkezi değişimlerinin simetrisi(yürüyüş hattının uzunluğu, her adımın temas hattı uzunluğu), yürüme sırasında ayaklara binen maksimum güç( $N/cm^2$ ) ve basıncın ayağın hangi bölgesinde(ön ayak-orta ayak-topuk) yoğunlaştığı, sayısal ve grafik olarak elde edildi.



Geometry			
Foot rotation, degree	L	9.9±0.6	-20°
	R	13.4±2.8	
Step length, cm	L	72±0	180 cm
	R	70±0	
Stride length, cm		142±0	
Step width, cm		16±4	

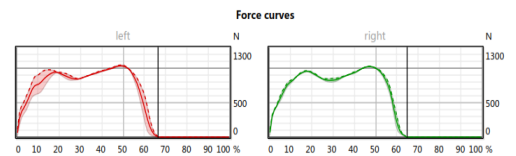
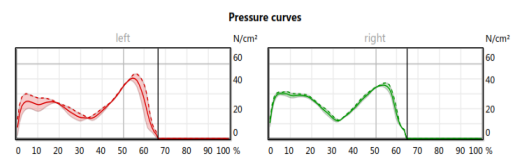
Phases			
Stance phase, %	L	66.4±1.7	100 %
	R	64.8±0.5	
Load response, %	L	13.3	
	R	16.0±1.9	
Mid stance, %	L	37.2	
	R	35.5±3.4	
Pre-Swing, %	L	15.2±2.5	
	R	13.3±0.9	
Swing phase, %	L	33.6±1.7	
	R	35.2±0.5	
Double stance phase, %		29.9±2.5	

Timing			
Step time, sec	L	0.60±0.0	1.5 sec
	R	0.57±0.0	
Stride time, sec		1.17±0.0	
Cadence, steps/min		101±7	steps/min
Velocity, km/h		4.3±0.3	6 km/h



Butterfly parameters			
Length of gait line, mm	L	236.0±	300 mm
	R	243.6±	
Single support line, mm	L	122.2	
	R	136.8±	
Ant/post position, mm		142.3±	
Lateral symmetry, mm		0.8±3.6	150 mm

### Force and pressure



Force parameters			
Maximum force1, N	L	941.8	1300 N
	R	956.5	
Time maximum force1, %	L	18	100%
	R	17	
Maximum force2, N	L	1034.2	1300 N
	R	1023.8	
Time maximum force2, %	L	49	100%
	R	47	

Şekil 3.4. Zebris FDM-2 cihazında yürüyüş değerlendirmesi

Katılımcılara yapılan tüm ölçümler ve değerlendirmeler aynı koşullarda sakın bir ortamda yapılmıştır. Ölçümler tüm olgularda çalışmaya başlamadan (ilk değerlendirme) , sinir mobilizasyonunun anlık etkisini değerlendirmek amacıyla sinir mobilizasyon uygulaması sonrası (ikinci değerlendirme) ve 3. haftada uygulama sonrası (üçüncü değerlendirme) yapıldı.

### 3.4.2. Tedavi yaklaşımları

#### 3.4.2.1. Siyatik sinir mobilizasyonu

Siyatik sinir kaydırma egzersizi; Shacklock(32) tarafından tarif edilen slump (gövde ve boyun semifleksiyonda) pozisyonunda eş zamanlı diz ekstansiyonu, ayak bileği dorsifleksiyonu ve baş ekstansiyonu daha sonra yine eş zamanlı olarak ayak bileği plantar fleksiyonu ile birlikte diz ve baş fleksiyonu yapacak şekilde katılımcılar tarafından aktif olarak yapılması istendi. Nörodinamik mobilizasyonun uygun dozajı hakkında bir fikir birliği olmaması sebebiyle Meyer'in uzman görüşüne dayanarak 1 dakika/10 tekrar şeklinde yaptırılması uygun görüldü (86).



Şekil 3. 5 Siyatik sinir kaydırma egzersizi başlangıç ve bitiş pozisyonları

### 3.4.2.2. Elektroterapi uygulamaları

Çalışma ve kontrol grubundaki katılımcılara her gün lumbal bölgesine lokal Hot Pack (30 dakika), TENS (20 dakika 80-180 Hz frekansında, 50-100 µs dalga boyunda) ve ultrason (1 Mhz frekansta 3 W/cm<sup>2</sup> 3 dakika) rutin olarak uygulandı.

### 3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS 17.0 istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Tanımlayıcı bilgilerin ortalama, standart sapma değerleri hesaplanarak verilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri ile incelenmiştir. Çalışma ve kontrol grubundaki olguların ağrı düzeyi ve fonksiyonellik değerlendirmesi ölçümleri arasındaki değişimler ve çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grupları arasındaki DBKT ağrısız kalça fleksiyonu açısı ölçümlerindeki değişimler iki eş arasındaki farkın önemlilik testi kullanılarak incelenmiştir. Çalışma ve kontrol gruplarının ağrı, DBKT ağrısız kalça fleksiyonu açısı ve fonksiyonellik değerlendirmesi ölçümleri tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması için iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanılarak incelenmiştir. Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubundaki olguların yürüyüş ve statik ayakta duruş parametreleri tedavi öncesi, anlık ölçüm ve tedavi sonrası ölçümlerindeki değişimler incelenirken çok değişkenli Split Plot ANOVA(SPANOVA) testi uygulanmıştır. Sferisite varsayımının sağlanmadığı durumlarda Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanılmıştır. Varyansın kaynağı ve ortalamalar arası anlamlılığın farkı için Least Significant Difference testi(LSD) yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir (90).



#### 4.BULGULAR

Çalışma 20 bel problemi tanısına sahip çalışma grubu (yaş ortalaması 39.45±8.55 yıl), 21 bel problemi tanısına sahip kontrol grubu (yaş ortalaması 38.33±9.70 yıl) ve 19 sağlıklı kontrol grubu (yaş ortalaması 35.94±9.70 yıl) olmak üzere 60 olgu ile tamamlanmıştır. Çalışmaya katılan olguların yaş, boy uzunluğu (cm), vücut ağırlığı (kg) ve vücut kütle indeksi (VKİ) (kg/m<sup>2</sup>) değerleri gruplara göre Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Yaş ve boy uzunluğu parametrelerinde gruplar arasında fark saptanmadı (p>0.05).

Tablo 4. 1 Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki bireylerin demografik özellikleri

	<b>Çalışma Grubu(n=20)</b>	<b>Kontrol Grubu(n=21)</b>	<b>Sağlıklı Kontrol Grubu(n=19)</b>
	X±SD	X±SD	X±SD
<b>Yaş (yıl)</b>	39.45±8.55	38.33±9.70	35.94±9.70
<b>Boy Uzunluğu (cm)</b>	171.15±10.40	171.19±10.09	169.58±8.97
<b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>	80.70±14.97	79.28±4.24	68.73±14.72
<b>VKİ (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27.48±4.37	27.12±4.82	23.77±3.86

n=olgu sayısı, X=ortalama değer, SD=standart sapma, VKİ=vücut kütle indeksi, cm=santimetre, kg=kilogram

Çalışma grubu incelendiğinde olguların %80’i lumbal disk hernisi (n=16) %20’sinin lumbal diskopati (n=4) tanısı aldığı, olguların %80’inin kronik bel ağrısına (n=16), %20’sinin akut bel ağrısına (n=4) sahip olduğu ve olguların %45’inin kadın (n=9), %55’inin erkek (n=11) olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda bulunan olguların %76,2’sinin lumbal disk hernisi (n=16), %23,8’sinin lumbal diskopati (n=5) tanısı aldığı, olguların %76,2’sinin kronik bel ağrısına (n=16), %23,8’sinin akut bel ağrısına (n=5) sahip olduğu ve olguların % 47,6’sının kadın (n=10), %52,4’ünün erkek (n=11) olduğu görülmüştür. Sağlıklı kontrol grubundaki olguların %52,6’sının kadın (n=10), %47,4’ünün ise erkek (n=9) olduğu görülmüştür. Çalışmaya katılan tüm olgularda sağ taraf dominantlığı saptanmıştır. Bel problemi tanısına sahip bütün olgular uzman hekim tarafından verilen analjezik ve anti-inflamatuvar ilaçları kullanmışlardır.

Çalışmaya katılan olguların çalışma ve kontrol gruplarına göre tedavi öncesi ve sonrası VAS ve OÖS puanlarının ortalama ve standart sapmaları ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubundaki olguların sağ ve sol bacak DBKT gonyometrik açı değerlerinin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.2 Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki bireylerin ağrı, DBKT ve OÖS puanlarının değerleri

	Çalışma (n=20)		Kontrol (n=21)		Sağlıklı kontrol(n=19)	
	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
<b>VAS (0-10)</b>	5.15±1.69	2.26±1.61	5.52±2.46	3.84±2.02	-	-
<b>DBK(sağ)</b>	62.60±15.86	71.05±12.17	64.42±14.03	66.47±12.31	83.73±8.58	84.52±7.79
<b>DBK(sol)</b>	57.85±11.12	69.15±12.83	64.76±15.07	67.71±12.10	83.47±8.58	84.10±7.90
<b>OÖS (0-50)</b>	21.35±7.78	8.90±5.92	22.14±7.03	15.47±7.49	-	-

n=olgu sayısı, X=ortalama değer, SD=standart sapma, VAS=vizuel analog skala, DBK=düz bacak kaldırma, OÖS=Oswestry özürülük skalası

Tablo 4.3 Çalışma grubunun ağrı, DBKT ve OÖS tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması

Çalışma (n=20)	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Sd	t	p
	X±SD	X±SD			
<b>VAS (0-10)</b>	5.15±1.69	2.26±1.61	19	6.182	.000*
<b>DBK(sağ)</b>	62.60±15.86	71.05±12.17	19	3.334	.003*
<b>DBK(sol)</b>	57.85±11.12	69.15±12.83	19	4.430	.000*
<b>OÖS(0-50)</b>	21.35±7.78	8.90±5.92	19	6.006	.000*

n=olgu sayısı, X=ortalama değer, SD=standart sapma, VAS=vizuel analog skala, DBK=düz bacak kaldırma, OÖS=Oswestry özürülük skalası, Sd=serbestlik derecesi, t=iki eş arası farkın önemlilik testi, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.3'e göre ağrı, DBKT ve OÖS ortalamaları arasında tedavi öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Buna göre çalışma grubunda bulunan olguların hissedilen ağrı düzeylerinde anlamlı azalma, düz bacak kaldırma sırasında ağrısız kalça fleksiyonu açılarında sağ ve sol bacakta anlamlı artma ve OÖS puanına göre orta şiddette fonksiyonel kayıptan hafif şiddette fonksiyonel kayıp düzeyine doğru anlamlı bir kazanım elde ettikleri bulunmuştur.

Tablo 4.4 Kontrol grubunun ağrı, DBKT ve OÖS tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması

Kontrol (n=21)	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Sd	t	p
	X±SD	X±SD			
<b>VAS (0-10)</b>	5.52±2.46	3.84±2.02	20	4.602	.000*
<b>DBK(sağ)</b>	64.42±14.03	66.47±12.31	20	.904	.377
<b>DBK(sol)</b>	64.76±15.07	67.71±12.10	20	.916	.371
<b>OÖS(0-50)</b>	22.14±7.03	15.47±7.49	20	5.502	.000*

n=olgu sayısı, X=ortalama değer, SD=standart sapma, VAS=vizuel analog skala, DBK=düz bacak kaldırma, OÖS=Oswestry özürülük skalası, Sd=serbestlik derecesi t=iki eş arası farkın önemlilik testi, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.4'e göre ağrı ve OÖS ortalamaları arasında tedavi öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ( $p<0.05$ ). Kontrol grubundaki olguların hissettikleri ağrı düzeyinde anlamlı bir azalma olduğu, OÖS puanında fonksiyonel düzey açısından bir değişim olmamasına rağmen azalmanın anlamlı olduğu bulunmuştur. DBKT ağrısız kalça fleksiyonu derecesi sağ ve sol taraf ortalamalarında tedavi öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.5 Çalışma ve kontrol gruplarının ağrı, DBKT ve OÖS tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması

	Çalışma (n=20)	Kontrol (n=21)	t	p
	X±SD	X±SD		
VAS (0-10) İlk ölçüm	5.15±1.69	5.52±2.46	-0.563	0.577
VAS (0-10) Son ölçüm	2.26±1.61	3.84±2.02	-2.750	0.009*
DBK(sağ) İlk ölçüm	62.60±15.86	64.42±14.03	-0.391	0.698
DBK(sağ) Son ölçüm	71.05±12.17	66.47±12.31	1.002	0.322
DBK(sol) İlk ölçüm	57.85±11.12	64.76±15.07	-1.663	0.104
DBK(sol) Son ölçüm	69.15±12.83	67.71±12.10	0.369	0.714
OÖS(0-50) İlk ölçüm	21.35±7.78	22.14±7.03	-0.342	0.734
OÖS(0-50) Son ölçüm	8.90±5.92	15.47±7.49	-3.106	0.004*

n=olgu sayısı, X=ortalama değer, SD=standart sapma, VAS=vizuel analog skala, DBK=düz bacak kaldırma, OÖS=Oswestry özürülük skalası, t=iki ortalama arası farkın önemlilik testi, p=anlamlılık düzeyi

Çalışma ve kontrol grupları ilk ve son ölçüm değerleri kıyaslandığında çalışma grubunun ağrı ve fonksiyonel düzeyde kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Düz bacak kaldırma açıları arasında ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.6 Sağlıklı kontrol grubunun DBK açısı tedavi öncesi ve sonrası ortalamalarının karşılaştırılması

Sağlıklı kontrol (n=19)	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Sd	t	p
	X±SD	X±SD			
VAS (0-10)	-	-	-	-	-
DBK(sağ)	83.73±8.58	84.52±7.79	18	2.911	.009*
DBK(sol)	83.47±8.58	84.10±7.90	18	3.076	.007*
OÖS(0-50)	-	-	-	-	-

n=olgu sayısı, X=ortalama değer, SD=standart sapma, VAS=vizuel analog skala, DBK=düz bacak kaldırma, OÖS=Oswestry özürülük skalası, Sd=serbestlik derecesi t= iki eş arası farkın önemlilik testi, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.6'ya göre DBKT kalça fleksiyonu dereceleri sağ ve sol taraf ortalamalarında tedavi öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ( $p<0.05$ ). Sağlıklı kontrol grubunda sinir kaydırma egzersizleri ile DBK sırasında kalça fleksiyon açısında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.7 Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüyüş analizi zaman-mesafe parametrelerinin ölçüm sonuçları

			<b>İlk ölçüm</b>	<b>Anlık ölçüm</b>	<b>Son ölçüm</b>
			X±SD	X±SD	X±SD
<b>Ayak Rotasyonu</b>	Sağ	Çalışma	14.01±4.61	13.66±4.62	13.52±5.00
		Kontrol	17.45±5.56	17.83±4.82	18.89±5.26
		Sağlıklı k.	12.43±4.47	12.70±4.91	12.44±4.03
	Sol	Çalışma	11.84±6.25	11.97±6.31	11.79±6.31
		Kontrol	14.97±5.84	15.40±5.46	15.28±6.19
		Sağlıklı k.	9.93±4.63	9.93±4.91	9.43±4.20
<b>Adım Uzunluğu</b>	Sağ	Çalışma	51.95±7.70	53.05±8.28	54.10±5.88
		Kontrol	53.61±6.80	52.71±6.44	54.47±6.20
		Sağlıklı k.	58.42±8.07	58.47±8.09	57.63±7.82
	Sol	Çalışma	51.60±8.33	52.50±7.55	53.80±5.95
		Kontrol	52.61±7.24	54.09±7.17	53.80±5.24
		Sağlıklı k.	58.73±7.78	58.36±7.06	58.94±7.49
<b>Adım Zamanı</b>	Sağ	Çalışma	0.58±0.06	0.57±0.05	0.59±0.04
		Kontrol	0.62±0.06	0.61±0.07	0.60±0.06
		Sağlıklı k.	0.58±0.05	0.58±0.06	0.57±0.05
	Sol	Çalışma	0.59±0.08	0.58±0.06	0.58±0.05
		Kontrol	0.62±0.08	0.62±0.08	0.60±0.05
		Sağlıklı k.	0.58±0.05	0.56±0.04	0.57±0.04
<b>Çift Adım Uzunluğu</b>	Çalışma	103.65±15.73*	105.55±15.11*	107.80±11.38*	
	Kontrol	106.33±13.71*	106.04±11.26*	108.14±11.01*	
	Sağlıklı k.	117.15±15.34*	116.78±14.86*	116.73±15.20*	
<b>Adım Genişliği</b>	Çalışma	15.95±2.87	16.40±3.58	15.85±3.21	
	Kontrol	15.95±3.49	16.66±3.36	16.23±2.93	
	Sağlıklı k.	14.31±4.59	13.89±4.10	14.21±3.88	
<b>Çift Adım Zamanı</b>	Çalışma	1.23±0.21	1.17±0.12	1.18±0.09	
	Kontrol	1.24±0.14	1.23±0.14	1.25±0.18	
	Sağlıklı k.	1.17±0.10	1.16±0.11	1.14±0.09	
<b>Kadans</b>	Çalışma	103.15±11.80	104.45±10.72	102.40±8.14	
	Kontrol	97.42±10.52	98.66±11.32	99.80±9.56	
	Sağlıklı k.	102.57±8.89	105.26±8.68	105.15±8.30	
<b>Yürüme Hızı</b>	Çalışma	3.22±0.74*	3.32±0.67*	3.32±0.47*	
	Kontrol	3.11±0.57*	3.14±0.53*	3.22±0.43*	
	Sağlıklı k.	3.60±0.49*	3.69±0.54*	3.67±0.53*	

\*=fark saptanan değişken, **X**=ortalama değer, **SD**=standart sapma,

Tablo 4.7'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarının ayak rotasyonu, adım uzunluğu ve adım zamanının sağ ve sol ayak ilk, anlık ve son ölçüm değerleri ile adım genişliği, çift adım zamanı ve kadans ilk, anlık ve son ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çift adım uzunluğu ve yürüme hızı değerleri arasında SPANOVA analiz sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Tablo 4.8 Çift adım uzunluğu gruplar ve ölçümler arası SPANOVA analiz sonuçları

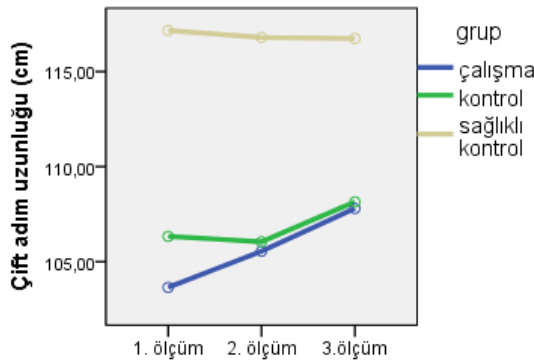
Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
<b>Olgular arası</b>	33869.134	59	2736.632	4.301	0.018*
<b>Grup (birey/grup)</b>	4440.686	2	2220.343		
<b>Hata</b>	29428.448	57	516.289		
<b>Olgular içi</b>	3403.608	120	169.745		
<b>Ölçüm(1-2-3. ölçüm)</b>	112.375	2	76.188	2.971	0.347
<b>Grup*ölçüm</b>	111.422	4	37.771	2.946	0.261
<b>Hata</b>	3179.811	114	55.786		
<b>Toplam</b>	37272.742	179	2906.377		

Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.8'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların çift adım uzunluğu gruplara göre farklılık göstermektedir( $F_{2,57}=4.301$ ;  $p<0.05$ ). Buna göre sağlıklı kontrol grubundaki olguların çift adım uzunluğu çalışma ve kontrol grubuna oranla her 3 ölçüm sonucunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha büyük bulunmuştur.

3 grupta bulunan olguların çift adım uzunluğu genel anlamda ölçümler arasında gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{2,114}=2.971$ ;  $p>0.05$ ). Çift adım uzunluğu ortalamaları çalışma ve kontrol grubunda artmış olmasına rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların çift adım uzunluğunun zaman içerisindeki değişimi gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{4,114}=2.946$ ;  $p>0.05$ ). Bu analiz ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer almanın çift adım uzunluğunda farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4. 1 Çift adım uzunluğunun gruplara göre dağılımı

Tablo 4.9 Yürüme hızının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları

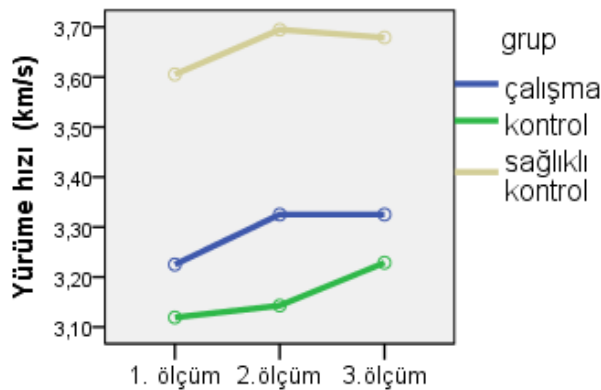
Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
<b>Olgular arası</b>	54.791	59	4.738	4.751	0.012*
<b>Grup(birey/grup)</b>	7.829	2	3.914		
<b>Hata</b>	46.962	57	0.824		
<b>Olgular içi</b>	7.845	120	0.301		
<b>Ölçüm(1-2-3. ölçüm)</b>	0.290	2	0.191	2.206	0.129
<b>Grup*ölçüm</b>	0.068	4	0.023	0.260	0.856
<b>Hata</b>	7.487	114	0.087		
<b>Toplam</b>	62.636	179	5.039		

Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.9'a göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların yürüme hızı gruplara göre farklılık göstermektedir( $F_{2,57}=4.751$ ;  $p<0.05$ ). Buna göre sağlıklı kontrol grubundaki olguların her 3 ölçüm sonucunda da çalışma ve kontrol grubuna göre yürüme hızları istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha yüksektir. Bel problemi yaşayan hastaların yürüme hızı sağlıklı olgulardan bekleneceği üzere daha yavaştır.

3 grupta bulunan olguların yürüme hızlarındaki değişim ölçümler süresince farklılık göstermemektedir( $F_{2,114}=2.206$ ;  $p>0.05$ ). Her üç grupta da son ölçüm yürüme hızı ortalamalarında ilk ölçüme göre artış olmasına rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların yürüme hızlarının zaman içerisinde değişimi gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{4,114}=0.260$ ;  $p>0.05$ ). Bu bulgu ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer alanların yürüme hızında farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4. 2 Yürüme hızının gruplara göre dağılımı

Tablo 4.10 Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüyüş analizlerinden elde edilen yürüyüş faz parametreleri ölçüm sonuçları

			<b>İlk ölçüm</b>	<b>Anlık ölçüm</b>	<b>Son ölçüm</b>
			X±SD	X±SD	X±SD
<b>Duruş Fazı Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	65.76±2.88	65.72±2.78	64.99±2.08
		Kontrol	66.26±2.52	66.35±2.19	65.20±3.28
		Sağlıklı k.	64.39±2.71	64.31±2.38	63.76±2.20
	Sol	Çalışma	65.16±2.82	65.56±1.86	64.84±3.56
		Kontrol	65.40±2.09	65.53±2.26	65.22±3.00
		Sağlıklı k.	65.64±7.50	64.32±2.49	63.76±1.68
<b>Sallanma Fazı Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	34.23±2.88*	34.28±2.78*	35.08±2.09*
		Kontrol	33.73±2.52*	33.64±2.19*	34.34±2.06*
		Sağlıklı k.	35.60±2.71*	35.68±2.38*	36.38±2.02*
	Sol	Çalışma	34.84±2.82*	34.43±1.86*	34.65±2.17*
		Kontrol	34.26±1.79*	34.46±2.26*	34.30±1.83*
		Sağlıklı k.	35.93±2.35*	35.67±2.49*	36.23±1.68*
<b>Yürüyüş Çizgisi Uzunluğu</b>	Sağ	Çalışma	209.22±16.34	211.73±15.21	207.62±18.23
		Kontrol	207.51±20.16	208.31±17.52	208.28±18.20
		Sağlıklı k.	209.83±17.65	209.65±16.66	207.64±18.17
	Sol	Çalışma	207.07±19.69	209.91±18.51	205.90±20.09
		Kontrol	205.41±22.37	204.44±18.19	203.41±29.58
		Sağlıklı k.	206.51±16.29	205.97±15.89	205.82±16.45
<b>Tek Destek Çizgisi Uzunluğu</b>	Sağ	Çalışma	102.98±17.87	105.56±14.84	105.94±12.85
		Kontrol	101.74±16.13	105.79±19.75	103.65±20.30
		Sağlıklı k.	114.20±18.49	114.82±18.27	116.50±18.35
	Sol	Çalışma	105.38±18.61	103.76±18.38	105.10±16.32
		Kontrol	102.48±21.50	101.90±21.76	104.80±20.84
		Sağlıklı k.	104.98±25.44	111.83±13.81	116.14±17.12
<b>Çift Destek Fazı</b>	Çalışma	31.12±4.78*	31.16±4.21*	30.38±3.61*	
	Kontrol	31.96±3.75*	31.80±4.04*	31.23±3.17*	
	Sağlıklı k.	28.52±4.26*	28.51±4.26*	27.22±3.47*	
<b>Ön-Arka Pozisyon</b>	Çalışma	144.08±11.22	143.16±10.37	144.12±11.02	
	Kontrol	143.45±15.74	141.66±15.57	141.95±14.83	
	Sağlıklı k.	137.62±10.23	137.05±10.68	137.04±11.16	
<b>Lateral Simetri</b>	Çalışma	0.93±4.29	0.92±5.63	2.65±5.04	
	Kontrol	3.00±9.62	2.33±9.31	1.63±10.23	
	Sağlıklı k.	1.02±4.38	1.85±4.89	0.49±5.01	

\*=fark saptanan değişken, **X**=ortalama değer, **SD**=standart sapma,

Tablo 4.10'a göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarının duruş fazı yüzdesi, yürüyüş çizgisi uzunluğu, tek destek çizgi uzunluğu sağ ve sol ayak ilk, anlık ve son ölçüm değerleri ile ön-arka pozisyon ve lateral simetri ilk, anlık ve son ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Sallanma fazı ve çift destek fazı yüzde değerleri arasında SPANOVA analiz sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Tablo 4.11 Sağ ekstremite sallanma fazının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları

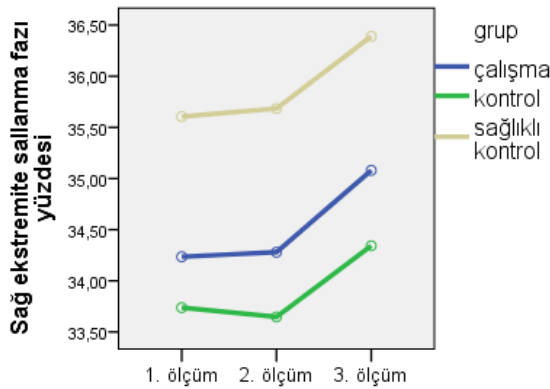
Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
<b>Olgular arası</b>	887.695	59	73.628	4.534	0.015*
<b>Grup(birey/grup)</b>	121.824	2	60.192		
<b>Hata</b>	765.841	57	13.436		
<b>Olgular içi</b>	263.339	120	14.783		
<b>Ölçüm(1-2-3. ölçüm)</b>	21.817	2	12.295	5.157	0.010*
<b>Grup*ölçüm</b>	0.368	4	0.104	0.043	0.994
<b>Hata</b>	241.154	114	2.384		
<b>Toplam</b>	1151.034	179	87.911		

Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.11'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların sağ ekstremite sallanma fazı yüzdesi gruplara göre farklılık göstermektedir( $F_{2,57}=4.534$ ;  $p<0.05$ ). Sağlıklı kontrol grubundaki olguların sağ ekstremite sallanma fazı yüzdesi çalışma ve kontrol grubundaki olgulardan istatistiksel olarak anlamlı derece de fazladır.

3 grupta bulunan olguların sağ ekstremite sallanma fazı yüzdesindeki değişim ölçümler arasında farklılık göstermektedir( $F_{2,114}=5.517$ ;  $p<0.05$ ). Üç gruptaki olguların sallanma fazı yüzdesindeki artış istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çalışma kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların sağ ekstremite sallanma fazı yüzdesi gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{4,114}=0.043$ ;  $p>0.05$ ). Bu bulgu ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer almanın sağ ekstremite sallanma fazı yüzdesine farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4. 3 Sağ ekstremite sallanma fazının gruplara göre dağılımı



Tablo 4.12 Sol ekstremitte sallanma fazının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları

Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
<b>Olgular arası</b>	662.216	59	53.055	4.247	0.019*
<b>Grup(birey/grup)</b>	85.887	2	42.944		
<b>Hata</b>	576.329	57	10.111		
<b>Olgular içi</b>	233.983	120	4.000		
<b>Ölçüm(1-2-3. ölçüm)</b>	1.394	2	0.740	0.348	0.695
<b>Grup*ölçüm</b>	3.891	4	1.032	0.485	0.736
<b>Hata</b>	228.698	114	2.128		
<b>Toplam</b>	896.199	179	57.055		

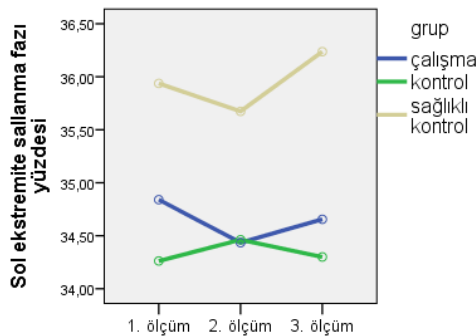
Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.12'ye göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların sol ekstremitte sallanma fazı yüzdesi gruplara göre farklılık göstermektedir( $F_{2,57}=4.247$ ;  $p<0.05$ ). Sağlıklı kontrol grubundaki olguların sol ekstremitte sallanma fazı yüzdesi çalışma ve kontrol grubundaki olgulardan istatistiksel olarak anlamlı derece de fazladır.

3 grupta bulunan olguların sol ekstremitte sallanma fazı yüzdesindeki değişim ölçümler arasında farklılık göstermemektedir( $F_{2,114}=0.485$ ;  $p>0.05$ ).

Çalışma kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların sol ekstremitte sallanma fazı yüzdesi gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{4,114}=0.348$ ;  $p>0.05$ ). Bu bulgu ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer almanın sol ekstremitte sallanma fazında farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.

Her üç gruptaki olguların tedavi sonrası sağ ekstremitte sallanma fazı yüzdesi tedavi öncesine göre farklılık göstermiş, sol ekstremitte sallanma fazı yüzdesi tedavi sonrası tedavi öncesine göre farklılık göstermemiştir bu olguların dominant ekstremitelerinin hareketi sebebiyle olduğu düşünülmüştür.



Şekil 4. 4 Sol ekstremitte sallanma fazının gruplara göre dağılımı

Tablo 4.13 Çift destek fazının ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları

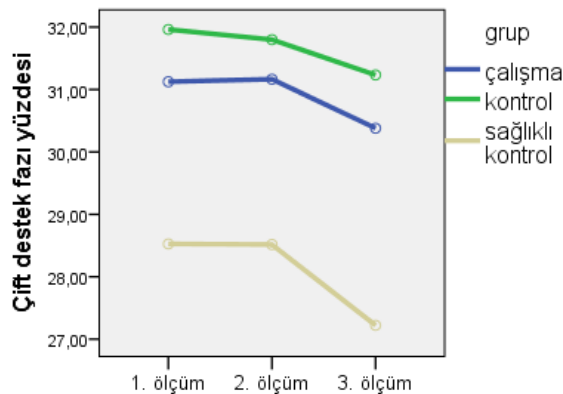
Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
<b>Olgular arası</b>	2596.801	59	246.804	5.454	0.007*
<b>Grup(birey/grup)</b>	417.129	2	208.564		
<b>Hata</b>	2179.672	57	38.240		
<b>Olgular içi</b>	559.107	120	22.297		
<b>Ölçüm(1-2-3. ölçüm)</b>	32.707	2	16.736	3.565	0.033*
<b>Grup*ölçüm</b>	3.387	4	0.866	0.185	0.943
<b>Hata</b>	523.013	114	4.695		
<b>Toplam</b>	3155.908	179	269.101		

Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.13'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların çift destek fazı yüzdesi gruplara göre farklılık göstermektedir( $F_{2,57}=5.454$ ;  $p<0.05$ ). Buna göre sağlıklı kontrol grubundaki olguların çift destek fazı yüzdesi çalışma ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha azdı.

3 grupta bulunan olguların çift destek fazı yüzdesindeki değişim ölçümler arasında farklılık göstermektedir( $F_{2,114}=3.565$ ;  $p<0.05$ ). Buna göre her üç grupta çift destek fazı yüzdesindeki azalma istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grupları çift destek fazı yüzdesindeki değişim gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{4,114}=0.185$ ;  $p>0.05$ ). Bu bulgu ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer almanın çift destek fazı yüzdesinde farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4. 5 Çift destek fazının gruplara göre dağılımı

Tablo 4.14 Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüme sırasında ortaya çıkan maksimum kuvvetler ve kuvvetlerin ayağın bölgelerine göre dağılım ölçüm sonuçları

			İlk ölçüm	Anlık ölçüm	Son ölçüm
			X±SD	X±SD	X±SD
<b>Maksimum Kuvvet 1</b>	Sağ	Çalışma	803.85±153.20	790.76±193.24	789.16±140.91
		Kontrol	776.27±146.78	748.97±200.32	789.49±143.91
		Sağlıklı k.	702.68±144.11	706.46±147.24	698.50±151.78
	Sol	Çalışma	807.66±158.84	801.81±157.64	789.97±145.97
		Kontrol	772.68±138.62	777.03±129.37	788.70±140.73
		Sağlıklı k.	686.01±147.18	695.84±153.12	688.33±146.51
<b>Zaman Maksimum Kuvvet 1 yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	19.95±3.31	19.40±3.25	18.45±2.45
		Kontrol	18.90±2.99	18.90±1.94	18.42±1.50
		Sağlıklı k.	17.05±2.57	17.31±2.96	17.10±2.72
	Sol	Çalışma	19.30±3.04	18.95±2.89	18.80±2.16
		Kontrol	19.14±2.45	19.14±2.19	19.00±2.01
		Sağlıklı k.	18.15±3.40	17.57±2.96	17.21±2.59
<b>Maksimum Kuvvet 2</b>	Sağ	Çalışma	790.94±133.67	796.45±144.57	786.71±144.51
		Kontrol	783.74±146.87	788.47±142.95	790.70±143.79
		Sağlıklı k.	708.97±145.78	707.62±140.62	715.94±156.23
	Sol	Çalışma	800.34±148.56	797.01±145.98	792.34±142.62
		Kontrol	778.04±145.64	783.25±137.34	795.79±149.29
		Sağlıklı k.	706.10±150.44	703.34±146.91	715.55±147.30
<b>Zaman Maksimum Kuvvet 2 yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	46.45±1.39	46.00±1.94	46.55±1.53
		Kontrol	45.90±2.11	46.47±1.50	46.14±1.90
		Sağlıklı k.	45.78±1.96	46.36±1.46	46.31±1.37
	Sol	Çalışma	45.50±2.56	45.50±2.37	46.15±1.63
		Kontrol	45.95±1.96	45.57±2.24	46.57±1.80
		Sağlıklı k.	46.15±1.89	46.52±1.71	46.21±1.68
<b>Ön Ayak Maksimum Kuvvet</b>	Sağ	Çalışma	714.10±145.86	720.85±135.13	724.82±126.60
		Kontrol	710.42±141.55	708.58±134.99	674.64±172.59
		Sağlıklı k.	672.45±140.81	671.86±141.54	679.61±150.47
	Sol	Çalışma	701.98±146.44	713.66±147.88	716.92±145.55
		Kontrol	686.09±159.04	694.91±164.78	708.56±158.16
		Sağlıklı k.	662.92±128.83	667.45±137.23	676.53±138.50
<b>Orta Ayak Maksimum Kuvvet</b>	Sağ	Çalışma	224.03±75.06	219.27±78.06	219.40±65.79
		Kontrol	241.33±168.17	216.02±100.00	213.10±101.45
		Sağlıklı k.	195.55±76.29	184.57±61.78	185.83±72.12
	Sol	Çalışma	206.18±83.44	209.06±82.91	208.07±90.06
		Kontrol	200.90±85.20	193.37±88.68	195.78±85.14
		Sağlıklı k.	172.50±69.99	170.74±64.22	169.29±70.49
<b>Arka Ayak Maksimum Kuvvet</b>	Sağ	Çalışma	465.95±113.49	484.85±88.40	486.97±82.35
		Kontrol	491.01±87.61	493.92±93.46	500.18±96.21
		Sağlıklı k.	456.46±91.13	471.62±109.91	469.11±117.35
	Sol	Çalışma	470.09±116.14	480.50±87.66	486.16±90.92
		Kontrol	491.41±87.61	491.73±85.67	495.21±85.45
		Sağlıklı k.	454.84±106.54	466.02±111.46	467.79±111.27
<b>Ön Ayak Maksimum Basınç</b>	Sağ	Çalışma	37.19±15.33	34.51±6.63	35.03±5.82
		Kontrol	35.80±7.80	35.70±7.19	35.38±9.28
		Sağlıklı k.	36.71±7.27	35.94±8.00	37.42±8.76
	Sol	Çalışma	33.68±9.16	33.01±7.51	33.51±5.26
		Kontrol	34.19±6.38	34.03±7.57	34.57±7.55
		Sağlıklı k.	36.26±6.86	36.15±6.35	38.73±8.88
<b>Orta Ayak Maksimum Basınç</b>	Sağ	Çalışma	14.98±6.79	15.19±6.70	14.87±5.22
		Kontrol	15.28±4.29	15.41±4.58	15.07±4.02
		Sağlıklı k.	14.08±4.86	13.79±3.40	13.68±4.54
	Sol	Çalışma	13.45±3.87	13.84±3.54	14.50±4.41
		Kontrol	16.26±7.26	15.10±6.21	15.84±6.57
		Sağlıklı k.	12.26±3.04	12.54±2.93	11.76±2.38
<b>Arka Ayak Maksimum Basınç</b>	Sağ	Çalışma	25.77±4.62	26.05±3.92	25.09±2.89
		Kontrol	27.10±4.06	27.06±4.80	27.54±3.59
		Sağlıklı k.	27.75±9.24	28.14±8.54	28.18±7.76
	Sol	Çalışma	26.34±5.04	25.87±4.51	25.70±4.85
		Kontrol	27.63±4.22	27.91±4.91	28.00±4.47
		Sağlıklı k.	27.27±7.56	27.94±7.12	27.92±8.08

X=ortalama değer, SD=standart sapma,

Tablo 4.14'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarının maksimum kuvvet 1, zaman maksimum kuvvet 1 yüzdesi, maksimum kuvvet 2, zaman maksimum kuvvet 2 yüzdesi, ön ayak maksimum kuvvet, orta ayak maksimum kuvvet, arka ayak maksimum kuvvet, ön ayak maksimum basınç, orta ayak maksimum basınç, arka ayak maksimum basınç sağ ve sol ayak ilk, anlık ve son ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.15 Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüme sırasında ortaya çıkan yük değişimleri, duruş fazında maksimum kuvvet zaman değişimi, ayağın bölgelerine göre değişimi ve ayak bölgelerinin temas zamanları ölçüm sonuçları

			İlk ölçüm	Anlık ölçüm	Son ölçüm
			X±SD	X±SD	X±SD
<b>Topuktan Parmak ucuna Yük Değişimi Zamanı</b>	Sağ	Çalışma	0.34±0.08	0.33±0.07	0.32±0.07
		Kontrol	0.35±0.09	0.35±0.08	0.36±0.08
		Sağlıklı k.	0.30±0.06	0.28±0.05	0.29±0.02
	Sol	Çalışma	0.34±0.08	0.33±0.07	0.33±0.08
		Kontrol	0.37±0.09	0.36±0.10	0.34±0.08
		Sağlıklı k.	0.31±0.06	0.31±0.06	0.32±0.05
<b>Topuktan Parmak ucuna Yük Değişimi Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	42.81±5.78	42.88±4.99	42.02±5.32
		Kontrol	44.01±4.82	43.62±4.29	45.36±8.04
		Sağlıklı k.	40.40±5.95	39.82±5.06	40.56±4.80
	Sol	Çalışma	43.78±5.88	42.89±6.50	42.85±7.17
		Kontrol	44.10±7.91	45.05±7.77	43.97±7.32
		Sağlıklı k.	41.43±7.41	40.86±7.18	42.10±7.06
<b>Duruş Fazında Ön ayağa Binen Maksimum Kuvvet-Zaman Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	76.57±2.53	76.54±2.15	76.27±2.27
		Kontrol	75.98±1.46	75.93±1.85	76.49±2.31
		Sağlıklı k.	75.57±1.47	75.32±1.57	75.76±1.63
	Sol	Çalışma	75.87±2.17	76.26±1.87	75.95±2.00
		Kontrol	75.63±2.18	75.62±1.91	75.83±2.42
		Sağlıklı k.	75.97±2.50	75.88±2.51	76.03±2.35
<b>Duruş Fazında Orta ayağa Binen Maksimum Kuvvet-Zaman Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	49.73±10.49	51.50±9.76	49.90±7.91
		Kontrol	52.79±7.07	53.07±5.59	55.32±8.41
		Sağlıklı k.	47.62±8.15	47.15±7.23	47.50±8.02
	Sol	Çalışma	49.69±10.30	51.45±9.62	51.05±9.11
		Kontrol	52.40±8.05	52.31±8.00	51.29±8.68
		Sağlıklı k.	49.28±10.18	48.40±10.48	49.20±8.84
<b>Duruş Fazında Arka ayağa Binen Maksimum Kuvvet-Zaman Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	23.62±3.95	23.12±3.56	22.58±2.57
		Kontrol	23.35±2.87	23.00±3.15	23.02±4.59
		Sağlıklı k.	20.98±3.18	21.10±3.25	21.37±3.24
	Sol	Çalışma	23.98±3.11	23.79±4.24	23.54±3.20
		Kontrol	24.29±3.56	24.74±4.03	24.06±6.57
		Sağlıklı k.	21.65±4.15	21.77±3.71	21.63±3.87
<b>Duruş Fazında Ön ayağın Temas-Zaman Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	91.17±1.46*	90.98±1.45*	91.15±1.84*
		Kontrol	91.43±1.57*	91.05±1.85*	90.90±1.59*
		Sağlıklı k.	90.97±1.70*	90.13±1.75*	90.33±2.11*
	Sol	Çalışma	90.87±2.06*	90.37±2.33*	91.05±1.87*
		Kontrol	91.70±1.89*	91.32±1.30*	91.20±1.59*
		Sağlıklı k.	90.70±1.49*	89.80±1.76*	90.14±1.81*
<b>Duruş Fazında Orta ayağın Temas-Zaman Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	78.26±4.12	77.87±3.80	78.26±3.44
		Kontrol	78.84±2.70	78.38±3.02	78.65±3.13
		Sağlıklı k.	76.02±3.64	75.22±2.82	75.55±3.74
	Sol	Çalışma	77.38±4.94	77.22±3.54	77.80±3.96
		Kontrol	78.28±3.20	77.78±2.79	77.30±3.52
		Sağlıklı k.	76.13±4.12	75.05±4.43	75.16±4.41
<b>Duruş Fazında Arka ayağın Temas-Zaman Yüzdesi</b>	Sağ	Çalışma	66.13±5.98	65.56±5.19	64.91±5.51
		Kontrol	66.22±4.96	66.02±4.60	66.58±7.09
		Sağlıklı k.	61.36±5.13	60.39±5.11	61.14±5.55
	Sol	Çalışma	66.49±5.58	65.25±6.94	65.99±5.68
		Kontrol	66.99±5.61	67.01±6.12	66.33±5.18
		Sağlıklı k.	63.84±6.80	62.98±6.95	63.99±5.49

\*=fark saptanan değişken, X=ortalama değer, SD=standart sapma,

Tablo 4.15'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarının topuktan parmak ucuna yük değişimi zamanı, topuktan parmak ucuna yük değişimi yüzdesi, duruş fazında ön ayağa binen maksimum kuvvet-zaman yüzdesi, duruş fazında orta ayağa binen maksimum kuvvet-zaman yüzdesi, duruş fazında arka ayağa binen maksimum kuvvet-zaman yüzdesi, duruş fazında orta ayağın temas-zaman yüzdesi, duruş fazında arka ayağın temas-zaman yüzdesi sağ ve sol ayak ilk, anlık ve son ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Duruş fazında ön ayağın temas-zaman yüzdesi değerleri arasında SPANOVA analiz sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Tablo 4.16 Sağ ön ayağın temas-zaman yüzdesi ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları

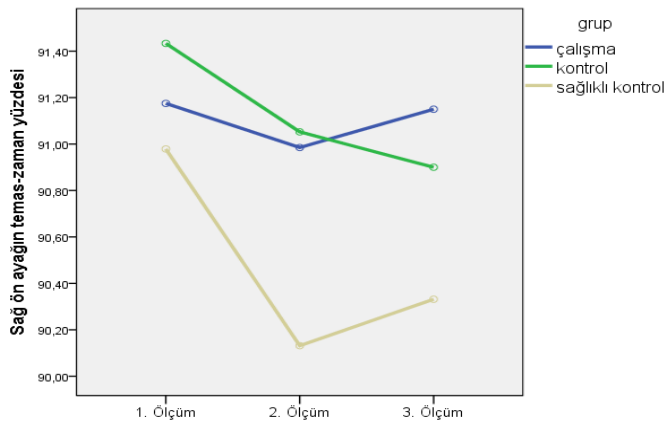
Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
Olgular arası	454.730	59	15.577		
Grup(birey/grup)	15.753	2	7.876	1.023	0.366
Hata	438.977	57	7.701		
Olgular içi	513.376	120	5.684		
Ölçüm(1-2-3. ölçüm)	7.788	2	4.192	7.028	0.002*
Grup*ölçüm	3.442	4	0.926	1.553	0.169
Hata	63.169	114	0.596		
Toplam	968.106	179	21.261		

Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.16'a göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların sağ ön ayağın temas-zaman yüzdesindeki değişim gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{2,57}=1.023$ ;  $p>0.05$ ). Buna göre her üç gruptaki olguların sağ ön ayağın temas-zaman yüzdesi ölçümlerinden elde edilen toplam puanlarının arasındaki fark anlamlı değildir.

3 grupta bulunan olguların sağ ön ayak temas-zaman yüzdesindeki değişim ölçümler arasında farklılık göstermektedir( $F_{2,114}=7.028$ ;  $p<0.05$ ). Buna göre 3 grupta da sağ ön ayak temas yüzdesindeki azalma istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grupları sağ ön ayak temas-zaman yüzdesi ölçüm değerlerindeki değişim gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{4,114}=1.153$ ;  $p>0.05$ ). Bu bulgu ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer alanın sağ ön ayağın temas-zaman yüzdesinde farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4. 6 Sağ ön ayağın temas-zaman yüzdesinin gruplara göre dağılımı

Tablo 4.17 Sol ön ayağın temas-zaman yüzdesi ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları

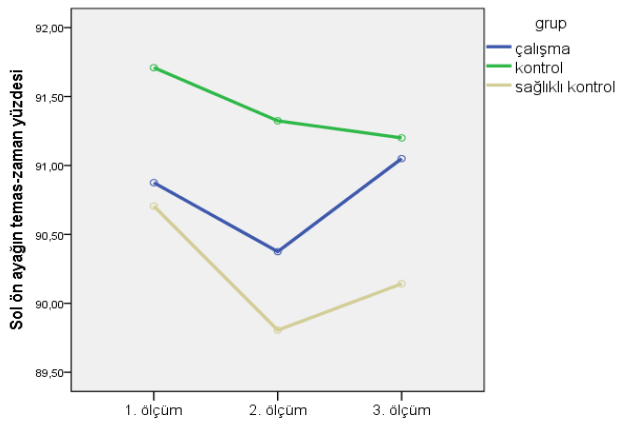
Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
<b>Olgular arası</b>	532.616	59	30.028		
<b>Grup(birey/grup)</b>	42.871	2	21.436	2.495	0.091
<b>Hata</b>	489.745	57	8.592		
<b>Olgular içi</b>	88.909	120	7.845		
<b>Ölçüm(1-2-3. ölçüm)</b>	10.162	2	5.702	8.247	0.001*
<b>Grup*ölçüm</b>	5.405	4	1.452	2.100	0.091
<b>Hata</b>	73.342	114	0.691		
<b>Toplam</b>	621.525	179	37.873		

Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.17'ye göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların sol ön ayağın temas-zaman yüzdesindeki değişim gruplara göre farklılık göstermemektedir( $F_{2,57}=2.495$ ;  $p>0.05$ ). Buna göre her üç gruptaki olguların sol önayağın temas-zaman yüzdesi ölçümlerinden elde edilen toplam puanlarının arasındaki fark anlamlı değildir.

3 grupta bulunan olguların sol ön ayak temas-zaman yüzdesindeki değişim ölçümler arasında farklılık göstermektedir( $F_{2,114}=8.247$ ;  $p<0.05$ ). Buna göre 3 grupta da sol ön ayak temas yüzdesindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grupları sol ön ayak temas-zaman yüzdesi ölçüm değerlerindeki değişim gruplara göre farklılık göstermemektedir ( $F_{4,114}=2.100$ ;  $p>0.05$ ). Bu bulgu ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer alanın sol ön ayağın temas-zaman yüzdesinde farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4. 7 Sol ön ayağın temas-zaman yüzdesinin gruplara göre dağılımı



Tablo 4.18 Çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki yürüyüş analizinde statik duruş parametrelerinin ölçüm sonuçları

			İlk ölçüm	Anlık ölçüm	Son ölçüm
			X±SD	X±SD	X±SD
<b>Ayakta Duruşta Ön Ayağa Binen Yük</b>	Sağ	Çalışma	39.05±7.50	40.40±9.53	41.65±8.32
		Kontrol	44.61±10.83	45.52±11.31	42.47±12.43
		Sağlıklı k.	43.26±8.47	43.00±7.76	41.63±9.35
<b>Ayakta Duruşta Arka Ayağa Binen Yük</b>	Sol	Çalışma	42.30±10.17	42.95±12.09	42.70±9.20
		Kontrol	44.57±12.11	45.23±14.75	42.42±12.38
		Sağlıklı k.	41.21±8.22	44.52±7.74	42.94±8.95
<b>Ayakta Duruşta Arka Ayağa Binen Yük</b>	Sağ	Çalışma	60.95±7.50	59.60±9.53	58.35±8.32
		Kontrol	55.38±10.83	54.47±11.31	57.28±12.47
		Sağlıklı k.	56.73±8.47	57.00±7.76	58.36±9.35
<b>Ayakta Duruşta Arka Ayağa Binen Yük</b>	Sol	Çalışma	57.70±10.17	57.05±12.09	57.30±9.20
		Kontrol	55.42±12.11	54.76±14.75	57.57±12.38
		Sağlıklı k.	59.31±7.88	55.47±7.74	57.05±8.95
<b>Ayakta Duruşta Arka Ayağa Binen Toplam Yük</b>	Sağ	Çalışma	49.30±4.39	50.45±6.54	49.20±4.58
		Kontrol	50.90±5.23	51.95±3.39	50.76±6.72
		Sağlıklı k.	48.42±4.52	49.84±3.11	48.73±4.18
<b>Ayakta Duruşta Arka Ayağa Binen Toplam Yük</b>	Sol	Çalışma	50.70±4.39	49.55±6.54	50.80±4.58
		Kontrol	49.09±5.23	48.04±3.39	48.76±6.42
		Sağlıklı k.	51.57±4.52	50.15±3.11	51.26±4.18
<b>Elips Alanı</b>		Çalışma	277.05±224.16*	353.70±403.27*	241.80±153.65*
		Kontrol	417.85±525.73*	420.38±431.91*	540.04±512.88*
		Sağlıklı k.	243.21±251.35*	201.10±98.85*	179.94±80.34*
<b>COP Çizgi Uzunluğu</b>		Çalışma	361.65±145.60	374.50±186.25	330.90±85.33
		Kontrol	411.90±174.16	376.76±124.44	482.95±249.88
		Sağlıklı k.	410.68±203.33	319.47±121.89	315.78±88.93
<b>COP Ortalama Hız</b>		Çalışma	6.45±2.76	6.60±3.36	6.05±2.16
		Kontrol	7.95±5.08	7.09±3.19	8.61±4.47
		Sağlıklı k.	7.05±3.47	5.63±2.11	5.78±1.93

\*=fark saptanan değişken, COP=Centre of Pressure, X=ortalama değer, SD=standart sapma,

Tablo 4.18'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarının ayakta statik duruşta ön ayağa binen yük, arka ayağa binen yük, ayağa binen toplam yükün sağ ve sol ayak ilk, anlık ve son ölçüm değerleri ile COP çizgi uzunluğu ve COP ortalama hız ilk, anlık ve son ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.(p>0.05). Elips alanı değerleri arasında SPANOVA analiz sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık bulunmuştur (p<0.05).

Tablo 4.19 Elips alan ölçümler sonrası SPANOVA analiz sonuçları

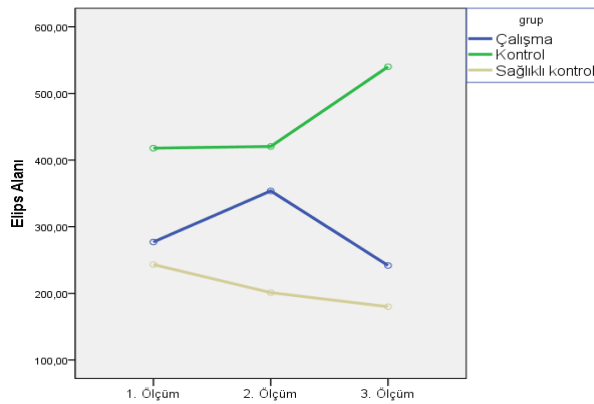
Varyansın kaynağı	Kt	Sd	Ko	F	p
Olgular arası	15029237.914	59	1222418.106		
Grup(birey/grup)	1987221.604	2	993610.802	4.343	0.018*
Hata	13042016.310	57	228807.304		
Olgular içi	7780260.835	120	196352.478		
Ölçüm(1-2-3. ölçüm)	4689.980	2	2884.734	0.036	0.940
Grup*ölçüm	369204.441	4	113545.967	1.421	0.240
Hata	7406366.414	114	79921.777		
Toplam	22809498.749	179	1418770.584		

Kt=kareler toplamı, Sd=serbestlik derecesi, Ko=kareler ortalaması, F= F değeri, p=anlamlılık düzeyi

Tablo 4.19'e göre çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların elips alanı ölçümlerindeki değişim gruplara göre farklılık göstermektedir. ( $F_{2,57}=4.343$ ;  $p<0.05$ ). Buna göre sağlıklı kontrol grubu kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük elips alana sahiptir. Bu fark sağlıklı kontrol grubu ile egzersiz grubu arasında anlamlı değildir.

3 grupta bulunan olguların elips alanındaki değişim zaman içinde farklılık göstermemektedir ( $F_{2,114}=0.036$ ;  $p>0.05$ ) çalışma ve sağlıklı kontrol grubunun elips alanındaki azalma ile kontrol grubunun elips alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çalışma kontrol ve sağlıklı kontrol gruplarındaki olguların elips alanının ölçümler arasındaki değişimi gruplara göre farklılık göstermemektedir ( $F_{4,114}=1.421$ ;  $p>0.05$ ). Bu bulgu ile çalışma, kontrol ve sağlıklı kontrol grubunda yer almanın elips alanında farklı etkilere sahip olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4. 8 Elips alanının gruplara göre dağılımı

Sağlıklı kontrol grubu ile bel problemi tanısına sahip çalışma ve kontrol grupları arasında çift adım uzunluğu, yürüme hızı, sağ ve sol ekstremiteler sallanma fazı, çift destek fazı ve statik duruşta elips alanı değerleri açısından fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Sağlıklı grubun çift adım uzunluğu, yürüme hızı ve sallanma fazı yüzdesi, bel problemine sahip gruptan daha fazla; çift destek fazı yüzdesi ve statik duruşta elips alanı daha az olduğu tespit edildi.

Sinir mobilizasyonu uygulanan gruplarda ve kontrol grubunda ölçümler arasında, sallanma fazı yüzdesi artışı, çift destek fazı yüzdesi ve duruş fazı ön ayağın temas zaman yüzdesindeki azalma istatistiksel olarak anlamlıydı.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda rutin fizyoterapi programına ek olarak verilen sinir kaydırma egzersizini yapan çalışma grubu ile rutin fizyoterapi programını uygulayan kontrol grubu arasında, ağrı ve fonksiyonel düzeyde olumlu değişimler saptanmasına karşın, yürüyüş ve statik duruş parametreleri açısından anlamlı fark bulunmadı. Çalışma grubunun çift adım uzunluğu ve yürüme hızındaki artış ile statik duruşta elips alanındaki azalma gözlenmekle birlikte istatistiksel olarak fark saptanmadı.

## 5. TARTIŞMA

Bel ağrısı iş gücü kaybına neden olan ve çok yaygın olarak karşılaşılan bir problemdir. İnsanların % 90'ı hayatları boyunca en az bir kez bel problemi ile karşılaşmaktadır. (10,11). Bel ağrısında farklı fizyoterapi yöntemleri kullanılmaktadır. Son zamanlarda güncel yaklaşımlar arasında sinir mobilizasyon yöntemleri bulunmaktadır. Periferik sinirleri ve etrafındaki dokuları hareketlendirmek için klinikte fizyoterapistler ve araştırmacılar tarafından kullanılan özelleşmiş tekniklere sinir mobilizasyon teknikleri adı verilir. Bu teknikler çeşitli durumlarda hem değerlendirme hem tedavi amacıyla kullanılmaktadır (31, 32, 34). Nörodinamik değerlendirme, iletim bozukluğu olmayan fakat artmış mekano-sensitiviteye sahip periferik sinir problemlerini analizi içinde yapılmaktadır (41).

Kliniklerde nörodinamik testler arasında alt ekstremité için en çok DBKT ve Slump testi kullanılmaktadır. Literatürde DBKT'nin lumbal disk hernisi tanısında duyarlılığının "0,36-0,91", özgüllüğünün "0,26-0,74" arasında değiştiğinin gösteren çalışmalar mevcuttur. DBKT yaş, cinsiyet, psikolojik durum ve gün içindeki değişikliklere göre farklılıklar göstermektedir (91). Capra ve diğ.(92) yaş arttıkça DBKT duyarlılığının azaldığını fakat özgüllüğünün arttığını bildirmişlerdir.

Kobayashi ve diğ.(93) disk hernili hastalarda DBKT ile ortaya çıkan sinir hareket mesafesi ve sinir kan akımındaki değişimi değerlendirdikleri çalışmada; L5 sinir köküne baskı yapan herni varlığında DBKT ile sinirde  $0.5 \pm 0.8$  mm, S1 sinir kökünde ise  $0.3 \pm 0.5$  mm hareket ortaya çıktığını herni alındıktan sonra bu oranların L5 sinir kökünde  $3.8 \pm 0.5$  mm, S1 sinir kökünde ise  $4.1 \pm 0.4$  mm olduğunu göstermişlerdir. Sinir kan akımı değerlerinde ise cerrahi öncesi L5 sinir kökünde 20. sn'de  $\%33.3 \pm 24.5$  ve 50.sn'de  $\%27.2 \pm 19.1$ , S1 sinir kökünde 20.sn'de  $\%30.5 \pm 22.4$  ve 50.sn'de  $\%26.1 \pm 23.5$  oranında azalma olduğunu ve başlangıç pozisyonuna döndüğünde bu azalmaların 1 dakika içerisinde  $\%70$  oranında eski halini aldığını saptamışlar, cerrahi sonrası ise sinir köklerine baskı yapan herninin alınması ile sinir kan akımında kayda değer ani değişimlerin ortaya çıkmadığını bildirmişlerdir.

Sinir sistemi, altında yatan mekanizma ne olursa olsun, mekanik yüklenme ve olaylara karşı adaptasyon geliştirmektedir. Adaptif koruyucu mekanizma başarısız olursa, sinir sistemi nöral ödem, iskemi, fibrozis ve hipoksiye karşı savunmasız hale gelmekte ve nörodinamik değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Sinir mobilizasyon tekniklerinin tedavi amacıyla kullanılmasındaki teorik bilgi; sinir sisteminin içsel basıncını azaltarak, optimum fizyolojik fonksiyonunun, sinir sistemi ve etrafındaki yapıların dinamik dengesinin geri kazandırılmasıdır (37). Sinir mobilizasyon tekniklerinin ağrı, nöral ödem ve sempatik tonusu azaltmada, sinir kanlanmasını arttırmada ve fizyolojik fonksiyonlarının düzenlenmesinde olumlu etkilerinin olduğu çalışmalar bulunmakla birlikte hala farklı görüşler bulunmaktadır (32, 47, 94). Çalışmamızın amacı bel ağrılı olgularda aktif sinir kaydırma egzersizlerinin ağrı, fonksiyonel düzey, yürüme parametreleri ve statik duruş parametrelerine etkilerini araştırmak ve bu alana yeni katkı sunmaktır.

Çalışmamızda slump pozisyonunda siyatik sinir kaydırma tekniğini seçimimiz hastalarda ağrısız ve güvenli bir şekilde en fazla sinir hareketinin bu teknikle sağlanması nedeniyledir. Ellis ve diğ.(95) dört farklı sinir mobilizasyon tekniğinin slump pozisyonunda sinirde oluşturduğu hareket miktarını ultrason ile görüntüledikleri çalışmada bu tekniğin etkinliği ispatlanmıştır. Kaydırma tekniğinin gerilim ve tek ekstremite hareketi ile sinir mobilizasyon tekniklerinden daha fazla siyatik sinir hareketi ortaya çıkardığını ve bu çalışmanın daha önce üst ekstremite periferik sinirlerinin hareketini değerlendiren çalışmayla da uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Sinir gerilim yükleme teknikleri ve kaydırma teknikleri ile fizyolojik cevaplar arasındaki farkın değerlendirildiği çalışmada Bertolini ve diğ.(96) deney fareleri üzerinde siyatik sinir lezyonu oluşturarak fareleri 3 gruba ayırmışlardır. Kontrol grubuna sham sinir mobilizasyonu, birinci deney grubuna 1 dakika statik siyatik sinir gerilimi tekniği ve ikinci deney grubuna ise 1 dakikada 30 ossilasyon yapılacak şekilde sinir mobilizasyonu uygulamışlardır. Yapılan uygulamalar sonucunda ağrı seviyesini azaltmada en etkili yöntemin ossilasyon ile yapılan sinir mobilizasyon tekniği olduğunu söylemişlerdir. Bulgularının sinir mobilizasyon tekniklerinin intranöral ödem ve adezyonları azaltması ile sinir mekanosensitivitesinin restore edilmesi

sebebiyle olduğunu varsaymışlardır. Bu teknik insanlar üzerinde etkili bulunmuş ve kullanılmaktadır. Bizde çalışmamızda hem daha kolay uygulanabilir olması hemde ağrıyı azaltmada daha etkili olduğunu düşündüğümüz kaydırma tekniklerini kullandık.

Çalışmamız 20 bel problemi tanısına sahip çalışma grubu (yaş ortalaması  $39.45 \pm 8.55$  yıl), 21 bel problemi tanısına sahip kontrol grubu (yaş ortalaması  $38.33 \pm 9.70$  yıl) ve 19 sağlıklı kontrol grubu (yaş ortalaması  $35.94 \pm 9.70$  yıl) olmak üzere 60 olgu ile tamamlandı. Çalışma sonucunda çalışma grubunda bulunan olguların hissedilen ağrı düzeylerinde ( $5.15 \pm 1.69 - 2.26 \pm 1.61$ ) anlamlı azalma, DBK sırasında ağrısız kalça fleksiyonu açıları sağ ( $62.60 \pm 15.86 - 71.05 \pm 12.17$ ) ve sol ( $57.85 \pm 11.12 - 69.15 \pm 12.83$ ) bacakta anlamlı artış ve OÖS puanına ( $21.35 \pm 7.78 - 8.90 \pm 5.92$ ) göre orta şiddette fonksiyonel kayıptan hafif şiddette fonksiyonel kayıp düzeyine doğru anlamlı bir kazanım elde ettikleri bulundu. Kontrol grubundaki olguların hissettikleri ağrı düzeyinde ( $5.52 \pm 2.46 - 3.84 \pm 2.02$ ) anlamlı bir azalma olduğu, OÖS puanında ( $22.14 \pm 7.03 - 15.47 \pm 7.49$ ) fonksiyonel düzey açısından bir değişim olmamasına rağmen azalmanın anlamlı olduğu bulundu. Kontrol grubunun DBKT ağrısız kalça fleksiyonu derecesi sağ ( $64.42 \pm 14.03 - 66.47 \pm 12.31$ ) ve sol ( $64.76 \pm 15.07 - 67.71 \pm 12.10$ ) taraf ortalamalarında tedavi öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Çalışma ve kontrol grupları ilk ve son ölçüm değerleri kıyaslandığında çalışma grubunun ağrı ve fonksiyonel düzeyde kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı olduğu bulundu. DBK sırasında ağrısız kalça fleksiyonu açıları arasında ise anlamlı bir farklılık görülmedi. Sağlıklı kontrol grubunda sinir kaydırma egzersizleri ile DBK sırasında kalça fleksiyon açısında sağ ( $83.73 \pm 8.58 - 84.52 \pm 7.79$ ) ve sol ( $83.47 \pm 8.58 - 84.10 \pm 7.90$ ) bacakta anlamlı bir artış olduğu bulundu.

Literatürde sinir mobilizasyon tekniklerinin kullanımı ile ağrı, fonksiyonel düzey ve DBK açısı bakımından çalışmamız ile uyum gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Cleland ve diğ.(46) bel ağrısı çeken hastalar üzerinde rutin tedavi programı ve rutin tedavi programına ek olarak verilen slump pozisyonunda sinir mobilizasyon tekniğinin etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada; ağrı ( $4.0 \pm 0.9 - 1.7 \pm 0.4$ ), fonksiyonel düzey ( $26.2 \pm 6.7 - 7.9 \pm 5.3$ ) ve semptomların santralizasyonu

( $3.9\pm 0.7-2.0\pm 0.9$ ) açısından değerlendirildiğinde sinir mobilizasyon tekniği uygulanan grup lehine anlamlı fark ortaya çıkardığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda bel ağrılı olgularda kullandığımız sinir mobilizasyon teknikleri periferik sinir etkilenimi bulunan başka hastalıklarda da kullanılabilir. Bel ağrılı olgularda sinir mobilizasyonu ile ağrısız kalça fleksiyonunda artış ve ağrıda anlamlı azalma sağladığımız çalışma Kutty ve diğ.(54) piriformis sendromunda yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermektedir. Kutty ve diğ. konvansiyonel tedavi ve konvansiyonel tedaviye ek olarak DBK pozisyonunda siyatik sinir mobilizasyon tekniğinin verildiği grupları kıyasladıkları çalışmada sinir mobilizasyonu uygulayan grubun kalça fleksiyonu açısı artışı ve ağrının azalması açısından anlamlı farklılıklar gösterdiğini bulmuşlardır.

Slump pozisyonunda uyguladığımız sinir mobilizasyon tekniğinin farklı şekillerde ile uygulanması ile benzer klinik sonuçların ortaya çıktığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Sarkari ve diğ.(97) siyatik sinir tutulumu olan bel ağrılı olgularda konvansiyonel tedavi ve buna ek olarak verilen DBK pozisyonunda sinir mobilizasyon egzersizlerini kıyasladıkları çalışmada; sinir mobilizasyonu verilen grubun DBK sırasında ağrısız kalça fleksiyonu ( $39.67\pm 7.90-86.33\pm 6.67$ ) ve ağrı ( $7.40\pm 1.24-1.67\pm 0.98$ ) açısından konvansiyonel tedavi verilen gruba göre istatistiksel olarak anlamlı kazanımlar olduğunu bulmuşlardır.

Çalışmamızda rutin elektroterapi uygulamalarına ek olarak verdiğimiz sinir mobilizasyon tekniklerinin başka tedavi yöntemlerine ilave edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Eolakovia ve Avdiæ'in (53) radiküler bel ağrılı olgularda sinir mobilizasyonu ve lumbal stabilizasyon egzersizleri verilen gruba aktif eklem hareket açıklığı ve lumbal stabilizasyon egzersizi verilen kontrol grubunun DBK açısı ve ağrı bakımından kıyasladıkları çalışmada sinir mobilizasyonu verilen grubun ağrı ( $8.77\pm 0.86-1.16\pm 1.54$ ) ve kalça fleksiyonu ( $36.87\pm 4.35-80.97\pm 17.44$ ) açısından istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkardığını bildirmişlerdir.

Literatürde farklı sinir mobilizasyon yöntemlerinin ağrı ve DBK kalça fleksiyonuna etkilerini inceleyen çalışmalarda bulgularımıza benzer sonuçlar sunulmuştur. Malik ve diğ.(98) iki farklı sinir mobilizasyon tekniğini lumbal

stabilizasyon egzersizini yapan kontrol grubu ile karşılaştırdıkları çalışmada, DBK pozisyonundaki sinir mobilizasyonu ve slump pozisyonundaki sinir mobilizasyonunun DBK sırasında ağrısız kalça fleksiyonu açısı bakımından kontrol grubuna oranla daha fazla kazanım sağladığı ve bu kazanımın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermişlerdir. Ağrı açısından ise her üç grupta da anlamlı azalmanın sağlandığını, fakat grupların birbirine üstünlüğünün olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda egzersiz tedavisine ek olarak sinir mobilizasyonu kullanılmamış olsa bile sonuçlarımızda anlamlı değişiklikler ortaya çıkmıştır. Literatürde egzersiz tedavisine ek olarak verilen sinir mobilizasyonunun etkinliğini değerlendiren çalışmalara rastlanmaktadır. Nagrale ve diğ.(99) lumbal stabilizasyon egzersizleri ve lumbal mobilizasyon uyguladıkları bel ağrılı olgunlarda tedaviye ek olarak verilen slump pozisyonunda sinir mobilizasyon teknikleri ile 6 haftalık takip sonunda her iki grupta da ağrı, fonksiyonel düzey ve korku kaçınma anketinde anlamlı iyileşmeler olduğunu rapor etmişlerdir. Sinir mobilizasyon tekniği verilen grupta iyileşme aşamalarının istatistiksel olarak anlamlı olmasa bile klinik açıdan önemli oranda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Sinir mobilizasyon tekniklerinin ağrı ve fonksiyonel düzeye etkilerinin yanı sıra sinir iletim hızında olumlu değişiklikler sağladığını gösteren çalışmalarda bulunmaktadır. Soheir-S. RezkAllah ve diğ.(100) Slump pozisyonunda ve DBK pozisyonunda sinir mobilizasyon tekniklerinin ağrı ve H-refleksine etkisini araştırdıkları çalışmada iki tip egzersizin de ağrıyı (Slump:8.09±0.69-2.34±1.71, DBK:7.79±0.69-2.67±1.45) azaltmada anlamlı etkisinin olduğunu fakat tekniklerin birbirine üstünlüklerinin bulunmadığını saptamışlardır. Her iki tip egzersizinde tedavi sonrası H-refleks süresinde azalma (Slump:32.31±1.04-27.70±2.39, DBK:31.57±1.11-29.67±1.65) ortaya çıkardıklarını, bunun da sinir sistemi rejenerasyonuna bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Ağrı ve fonksiyonel düzeydeki olumlu etkilerini çalışmamızda gösterdiğimiz sinir mobilizasyon tekniklerinin kök basısının azaltılmasında da kullanılabileceği düşünülmektedir. Adel(101) kronik bel ağrısı yaşayan hastalarda, lumbal mobilizasyon ve egzersiz verilen grupla bu tedavilere ek olarak sinir mobilizasyon teknikleri verilen grup arasında ağrı, fonksiyonel düzey, H-refleksi, semptomların



santralizasyonu ve sinir kökü basısını manyetik rezonans görüntüleme ile incelediği çalışmada, sinir mobilizasyon tekniği verilen grubun H-refleksi dışındaki parametrelerde diğer gruba göre anlamlı farklılık ortaya çıkardığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda olguların siyatik sinir tutulumunu sadece DBKT ile değerlendirmiş ve alt sınıflandırmaya gidilmemiştir. Literatürde ise sinir tutulumunun sınıflandırılması ile sinir mobilizasyon tekniğinin etkinliğinin artacağını düşünen araştırmacılar bulunmaktadır. Schäfer ve diğ.(102) çalışmalarında bel bacak ağrılı hastaları nöropatik sensitizasyon, denervasyon, periferik sinir sensitizasyon ve muskuloskeletal olmak üzere dört gruba ayırmışlar ve her gruba sinir mobilizasyon tekniklerini uygulamışlardır. Ağrı için VAS, fonksiyonel düzey için Roland-Morris Disabilite anketi uygulamışlar ve dört haftalık tedavi programı sonrasında ölçümleri tekrarlamışlardır. Çalışma sonucunda sinir mobilizasyon tekniklerinin özellikle periferik sinir sensitizasyonu olan gruba daha uygun olduğunu ve ağrı ( $5.3\pm 1.7-2.8\pm 2.1$ ) ve fonksiyonel düzeyde ( $6.5\pm 3.3-3.4\pm 3.0$ ) anlamlı iyileşme sağladığını bildirmişlerdir.

Scrinshaw ve diğ.(103) lumbal cerrahi geçiren hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada, kontrol grubuna standart egzersiz programı, çalışma grubuna egzersizlerinin yanı sıra sinir mobilizasyonu uygulamışlar, on iki aylık takip sonucunda ağrı, fonksiyonel düzey ve DBKT pozitifliği açısından iki grup arasında anlamlı bir farkın ortaya çıkmadığını göstermişlerdir. Cerrahi geçirmiş olguları çalışmamıza dahil etmememizin çalışmamızın önemini vurgulayan yanlarından biri olduğunu düşünmekteyiz.

Sinir mobilizasyon tekniklerinin etkilerini daha iyi yorumlamak için sadece hastalar üzerinde değil sağlıklı bireyler üzerinde de yapılan çalışmalarda bulunmaktadır. Sinir mobilizasyon tekniklerinin hipoaljezik etkisinin bulunduğunu gösteren çalışmalara rastlanmaktadır. Çalışmamızda sağlıklı kontrol grubunda ağrı değerlendirmesi yapmamış olmamıza rağmen Beltran-alacreu ve diğ.(104) asemptomatik bireylerde sinir mobilizasyon teknikleri ile placebo grubunun hipoaljezik etkilerini değerlendirdikleri çalışmada sinir mobilizasyon tekniklerinin placebo grubuna göre hipoaljezik etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, sinir

kaydırma tekniklerinin de sinir gerilim yükleme tekniklerinden daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Çalışmamızda sağlıklı olgularımızda DBK kalça fleksiyon açısında anlamlı artış kazandırdığı gördüğümüz sinir mobilizasyon tekniğinin benzer sonuçlarına literatürde de saptamaktayız. Herrington(55) iki farklı sinir mobilizasyon tekniğinin sağlıklı kadınlarda slump pozisyonunda diz ekstansiyon açısına etkilerini değerlendirdiği çalışmasında; oturur pozisyonda siyatik gerilim ve kaydırma egzersizini uygulamış, siyatik gerilim tekniği uygulanan grupta  $3.4\pm 2.5$  derece, sinir kaydırma uygulana grupta ise  $4.3\pm 2.6$  derece eklem hareket açıklığı kazanımı olduğunu bildirmiştir. Her iki tip sinir mobilizasyon tekniğininde anlamlı fark yarattığını fakat birbirlerine üstünlüğünün olmadığını belirtmiştir. Sinir kaydırma tekniklerinin sinir sistemi üzerinde daha az kompresyon uygulaması sebebiyle daha güvenli olabileceğini ve gerilim tekniklerinden daha fazla tercih edilebileceğini vurgulamıştır.

Sanchez ve diğ.(51) siyatik sinir kaydırma tekniğinin futbol oyuncularında anlık etkilerini değerlendirdikleri çalışmada; bir grup futbolcuya 5 dakika hamstring gemesi diğer gruba siyatik sinir kaydırma tekniği uygulamışlardır. Uygulama öncesi ve 5 dakika sonrasında olguların modifiye Schöber testi, DBK açısı, otur-uzan testi, parmak-zemin mesafesi ve slump pozisyonunda diz açısını ölçerek kaydetmişlerdir. Sonuç olarak siyatik sinir kaydırma tekniği uygulanan grupta modifiye Schöber testinde  $0.8\pm 0.4$  mm, sağ bacak DBK açısında  $6.2\pm 2.8$  derece, sol bacak DBK açısında  $6.3\pm 2.8$  derece, sağ bacak slump pozisyonunda diz açısında  $8.9\pm 1.7$  derece, sol bacak slump pozisyonunda diz açısında  $8.7\pm 1.0$  derecelik kazanımların hamstring gemesi verilen gruba göre anlamlı farklılık ortaya çıkardığını bulmuşlardır. Otur-uzan testi ve parmak-zemin mesafesi ölçümlerinde anlamlı fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Castelote-Caballero ve diğ.(52) sinir kaydırma tekniğinin sağlıklı futbol oyuncularında hamstring esnekliğine etkisini değerlendirdikleri çalışmada bir grup futbolcu rutin antrenmanlarına devam ederken diğer gruba slump pozisyonunda siyatik sinir kaydırma tekniği gün aşırı, 3 seans, 1 dakikada 5 tekrarlı ve aktif yapılacak şekilde uygulanmış, bir haftanın sonunda DBK sırasında kalça fleksiyon derecesi ölçülerek kaydedilmiştir. Sonuç olarak kontrol grubunda kalça fleksiyon açısı  $58.9^\circ$  dan  $59.1^\circ$  e

yükselirken siyatik sinir kaydırma tekniği uygulanan grupta 58.1'den 67.4 dereceye ulaştığını bildirmişlerdir. Kalça fleksiyon derecesinin sinir mobilizasyonu verilen grupta anlamlı farklılık gösterdiğini ve antrenman programına dahil edilmesi ile hamstring yaralanmalarının önlenmesinde etkili bir yaklaşım olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarda sinir mobilizasyonunun anlık ve bir haftalık takip sonucunda hamstring esnekliğini artırdığının görülmesi ile çalışmamızda üç haftalık takip sonucunda aynı etkinin bulunması benzerlik göstermektedir.

Bel ağrılı bireylerin sağlıklı bireylerden farklı olarak ağrı sebebiyle omurganın derin stabilizatör kaslarının nöromusküler kontrolünde zorluk çektikleri düşünülmektedir. Eklem sertlikleri, kas zayıflıkları ve postural değişiklikler de bel ağrısı sebebiyle ortaya çıkan biyomekanik değişikliklerden bazılarıdır. Bu semptomlar bel ağrılı olguların sağlıklı bireylerden daha yavaş yürümelerine, kısa ve asimetrik adım uzunluklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Literatüre baktığımızda sadece fizyolojik değişikliklerin yürüme parametrelerini etkilemediği, ağrı sebebiyle ortaya çıkan psikolojik durumun da olumsuz etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır(105–107). Çalışmamızda bel ağrılı ve sağlıklı olguların yürüme ve ayakta duruş parametrelerini değerlendirmek için daha önce kullanılabilirliği kanıtlanmış Zebris™ FDM-2 cihazı seçilmiştir.

Çalışmamız sonucunda literatürle uyumlu olarak sağlıklı kontrol grubu ile bel problemi tanısına sahip çalışma ve kontrol grupları arasında çift adım uzunluğu, yürüme hızı, sağ ve sol ekstremitelere sallanma fazı ve çift destek fazı arasında anlamlı farklılıkların olduğu bulundu. Sağlıklı grubun çift adım uzunluğu, yürüme hızı ve sallanma fazı yüzdesi, bel problemine sahip gruptan daha fazla; çift destek fazı yüzdesinin daha az olduğu tespit edildi. Rutin fizyoterapi programına ek olarak verilen sinir kaydırma egzersizini yapan çalışma grubu ile rutin fizyoterapi programını uygulayan kontrol grubu arasında yürüyüş parametreleri açısından anlamlı farklılığın ortaya çıkmadığı bulundu. Çalışma grubunun çift adım uzunluğu ve yürüme hızındaki artış gözlenmekle birlikte istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Monticone ve diğ.(108) multidisipliner rehabilitasyon programının bel ağrılı olgularda fonksiyonellik, kinezyofobi ve yürümelerindeki değişimi gösterdikleri

çalışmada; deney grubuna fizyoterapist eşliğinde spinal stabilizasyon egzersizleri ve rutin tedaviyi oluşturan pasif mobilizasyon, germe ve postural kontrol egzersizleri, psikolog eşliğinde bilişsel davranış eğitimi verilmiş, kontrol grubunda ise rutin tedavi programı uygulanmıştır. Değerlendirme ölçütü olarak fonksiyonel düzey için OÖS, kinezyofobi için İtalyanca Tampa skalası, ağrı için VAS, yaşam kalitesi için SF-36, 6 dakika yürüme testi ve yürümenin zaman-mesafe parametrelerini ölçmek için yürüme platformu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda deney grubunda %61, kontrol grubunda %25 oranında deney grubu lehine anlamlı fonksiyonel iyileşme, kinezyofobi ve yaşam kalitesinde deney grubu lehine anlamı olmayan gelişme, ağrı skorlarında grupların birbirlerine üstünlüğü olmadan her iki grupta da anlamlı azalma, 6 dakika yürüme testinde deney grubu lehine anlamlı artış ve yürümenin zaman-mesafe parametrelerinde ise sol ayak tek destek zamanı dışındaki tüm parametrelerde her iki grupta anlamlı kazanımlar olduğu, gruplar arasında anlamlı olan tek farkın ise deney grubunda %14 kontrol grubunda %5 oranında artan adım sayısının deney grubu lehine anlamlı çıktığını bildirmişlerdir. Ağrı ve fonksiyonel düzeyde elde edilen bu anlamlı değişimler çalışmamızla benzerlik gösterirken yürüme parametrelerindeki değişimin benzerlik göstermemesi yapılan uygulamaların farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Yürüme sırasında taban basınç dağılımını sınırlı sayıda sensör içeren yürüyüş analiz sisteminden elde ettiğimiz çalışmamızda, değişimlerde anlamlı fark çıkmaması ölçüm cihazımızın kısıtlılıkları nedeniyle olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca çalışmamızda etkilenen taraf ve etkilenmeyen taraf ayırımı yapmamış olmamız bir limitasyon olarak sonuçlarımızı etkilemiş olabilir. Lee ve diğ.(109) bel ağırlı olgularda yürüme sırasında taban basınç dağılımını ayakkabı içi alıcılar aracılığı ile değerlendirdikleri çalışmada; ayağı 3 ana bölgeye (ön-orta arka) ayırmışlar ve basınç merkezinin antero-posterior ve medio-lateral salınımını, temas alanını ve maksimum basınç değerlerini ölçerek kayıt altına almışlar. Ölçümler sonucunda sağ ve sol ekstremitte antero-posterior salınımda kontralateral ekstremiteye kıyasla ipsilateral ekstremitede anlamlı fark bulduklarını bildirmişlerdir. Kontralateral tarafta temas alanı, maksimum basınç ve medio-lateral salınım görece olarak daha yüksek olmasına rağmen anlamlı bir fark olmadığı belirtmişlerdir. Sağlıklı kontrol grubu ile

kıyasladıklarında ise ölçümler sonucunda parametreler arasında anlamlı bir farklılık görülmediğini bildirmişlerdir.

Anukoolkan ve diğ.(110) kronik bel ağrılı olgularda orta duruş fazındaki taban basınç dağılımını değerlendirdikleri çalışmada; sağlıklı ve bel ağrılı olgularda genel olarak ortalama tepe basıncın ön ayağın lateral kısmında görüldüğünü fakat bel ağrılı olgularda ağrı sebebiyle basınç dağılımının ekstremiteler arasında farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Literatüre baktığımızda yürüme değerlendirmesinde bazı araştırmacıların tercih edilen ve hızlı yürüme ile parametrelerde değişik sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Çalışmamızda sadece tercih edilen yürüme hızını kullanmamız sebebiyle hızlı yürümedeki değişimleri değerlendirmemiz eksik yönlerimizden biri olabilir. Al-Obaidi ve diğ.(111) kronik bel ağrılı olgular ile sağlıklı bireylerin yürüme parametrelerini kıyasladıkları çalışmada; tüm olgulardan tercih ettikleri hız ve en hızlı şekilde yürümelerini istemişler ve yürüme platformu aracılığı ile yürüme parametrelerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda bel ağrılı olguların sağlıklı bireylere göre tercih ettikleri yürüme hızı ( $98.14 \pm 28.58 / 125.64 \pm 19.47$  cm/s) ve en hızlı şekilde yürüme hızı ( $169.96 \pm 44.9 / 202.09 \pm 24.33$  cm/s) açısından anlamlı fark bulduklarını göstermişlerdir. Adım sayısı ve adım zamanı açısından iki tip yürüme hızında da gruplar arası anlamlı fark olmadığını, bel ağrılı grupta adım uzunluğu ve tek destek fazının anlamlı derecede az olduğunu belirtmişlerdir.

Bel ağrılı olgularda DBKT ile sinir tutulumunu değerlendirdiğimiz çalışmamızda bel ağrılı olguların bacağına yansıyan ağrıları saptanmıştır. Literatürde bacağına yansıyan ağrı ve sadece bel ağrısı olan olgulardan farklı şekilde yürüdüklerini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Lee ve diğ.(112) bel ağrılı olgularda ağrı dağılımının yürüme karakteristiklerine etkisini inceledikleri randomize kontrollü çalışmada; sadece bel ağrısına sahip olgular, bacağına yansıyan ağrısı olan olgular ve sağlıklı olguları 3 gruba ayırarak olgulardan tercih ettikleri ve olabildiğince hızlı şekilde yürümelerini istemişler ve ölçümlerin her iki tip yürüme hızında tekrar etmişlerdir. Sadece bel ağrısı olan grupta tercih edilen yürüme hızında, bacağına yansıyan ağrısı olan grupta ise her iki tip yürüme hızında da sağlıklı gruptan anlamlı derecede düşük yürüme hızına sahip oldukları bulunmuştur. Vertikal yer reaksiyon

kuvvet değerlendirmesinde ise sadece bel ağrısı olan grup ile sağlıklı grup arasında anlamlı fark çıkmazken, bacağa yansıyan ağrısı bulunan grup ile sağlıklı kontrol grubu arasında tercih edilen yürüme hızında topuk maksimum basıncı dışındaki, yüklenme yüzdesi, parmak ucu maksimum basıncı ve itme yüzdesinin bacağa yansıyan ağrısı bulunan grupta anlamlı derecede az olduğunu fakat hızlı yürümede anlamlı farklılığın bulunmadığını belirtmişlerdir.

Barzilay ve diğ.(113) kronik bel ağrılı olgularda biyomekanik yardımcı cihaz ile ev temelli rehabilitasyon programının yürüme parametreleri, fonksiyonel düzey ve yaşam kalitesine etkilerini değerlendirdikleri çalışmada; olguların OÖS, SF-36 skorları ve yürüme platformundan elde edilen zaman-mesafe parametrelerini kaydetmişler, ölçümleri tedavi öncesi, 3. ay ve 6. ayda tekrar etmişlerdir. Ölçümler ve sağlıklı kontrol grubunun değerleri arasında yaptıkları analizler sonucunda kronik bel ağrılı grubun yürüme parametrelerinde altıncı ayın sonunda yürüme hızında %10.8 artış, adım sayısında %5 artış, adım uzunluğunda %5.6 artış, duruş fazı yüzdesinde %1.2 azalma ve tek destek fazı yüzdesinde %2.1 azalma ile ilk ölçüme göre anlamlı farklılıklar ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde OÖS puanında %13.3 azalma ve SF-36 skorunda %15.9 artışında ilk ölçüm sonuçlarına göre anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. İlk ölçüm sonuçlarına göre sağlıklı grup ile farklılık gösteren parametrelerin 6.ayın sonunda farklılık oluşturmadığını söylemişlerdir. Çalışmamızda 3 haftalık takip sonucu fonksiyonel düzeydeki kazanımlar anlamlı görülmele birlikte yürüme parametrelerindeki değişimin kısa dönemde farklılık ortaya çıkarmamıştır. Başka bir çalışmayla uzun dönem takibinin yapılması ile bu dönem etkilerinin gösterilmesi için uygun olabilir.

Bel ağrısı ve ilişkili olarak azalmış postural kontrol nedeniyle denge üzerine olumsuz etkilerinin olduğu düşünölmektedir. Proprioseptif girdideki değişimler bel ağrılı olgularda postural dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bel ağrısı nedeni ile ortaya çıkan kasların kontrolündeki azalmanın vücut salınımının artmasına yol açtığı varsayılmaktadır. Denge değerlendirmesinde basınç merkezi değişimlerini ölçen kuvvet platformları kullanılmaktadır. Küçük amplitüdü basınç merkezi değişimi “iyi” dengeyi, büyük amplitüdü basınç merkezi değişimleri “zayıf” dengeyi işaret etmektedir(89, 106, 114). Çalışmamız sonucunda literatürle uyumlu olarak sağlıklı

kontrol grubu ile bel problemi tanısına sahip çalışma ve kontrol grupları arasında statik duruşta elips alanı değerleri açısından fark istatistiksel olarak anlamlıydı. Rutin fizyoterapi programına ek olarak verilen sinir kaydırma egzersizini yapan çalışma grubu ile rutin fizyoterapi programını uygulayan kontrol grubu arasında statik duruş parametreleri açısından anlamlı farklılığın ortaya çıkmadığı bulundu. Ölçümlerde çalışma grubunun statik duruşta elips alanı parametresinde azalma göze çarpsa da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Literatürde bel ağrılı olgularda statik denge değerlendirmesi yapılan çalışmalarda sonuçlar farklılık göstermektedir. Ruhe ve diğ.(115) bel ağrılı ve sağlıklı olguların denge performansını basınç merkezi değişimleri ile kıyaslanan çalışmaları incelediği sistematik derlemede; derlemeye alınan 16 makalenin 14'ünde bel ağrılı olguların salınım hızı ve salınım alanının daha fazla bulunduğu ve 14 çalışmanın 11'inde ise ortaya çıkan bu farkın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Derleme de ağrı şiddeti ile basınç merkezi değişimlerinin ilişkili olmadığını bildirmiştir.

Dengenin vizüel girdiler ve destek alanında yapılan değişikliklerden etkilendiği bilinmektedir. Bel ağrılı olgularda gözlerin açık veya kapalı olması ya da zeminin stabil veya unstabil olması ile dengenin etkileneceğini gösteren çalışmalara rastlanmaktadır. Mazaheri ve diğ.(116) bel ağrılı olgularda ağrı ve ayakta duruş sırasında postural salınımın farklı duysal girdilerle değişimini değerlendirdikleri sistematik derlemede; çalışmaların çoğunda artmış postural salınım ortaya çıktığını, bazılarında sağlıklı grupta kıyasta anlamlı farkın olmadığını ve çok az çalışmada ise bel ağrılı grupta salınımın azalma gösterdiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda stabil zemin ve gözler açık değerlendirme ile bel ağrılı olguların salınımlarında artış olduğunu saptanması, birçok çalışma ile benzerlikler göstermektedir.

Braga ve diğ.(78) bel ağrılı olgularla sağlıklı bireylerin statik postural dengelerini kıyasladıkları çalışmada; olguların basınç merkezi salınım alanı ve salınım hızını kaydetmişlerdir. Araştırma sonucunda bel ağrılı olguların basınç merkezi salınım alanının  $1,59 \pm 0,93 \text{ cm}^2$ , sağlıklı olguların ise  $0,89 \pm 0,58 \text{ cm}^2$  bulunduğunu ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Basınç merkezi salınım hızında ise bel ağrılı olgular ile sağlıklı olgular arasında ( $5,14 \pm 0,95 \text{ cm/s}$  -  $5,19 \pm 0,61 \text{ cm/s}$ ) anlamlı farkın bulunmadığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada;

Maribo ve diğ.(117) ağrı, korku-kaçınma ve fonksiyonel düzeyin bel ağrılı olgularda basınç merkezi değişimlerine etkilerini kuvvet platformu ile değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda ağrı, korku-kaçınma ve fonksiyonel düzeyin basınç merkezi değişimlerine etkisinin olmadığı bildirmişlerdir

Literatürde ağrı yoğunluğu ile denge arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır. Ruhe ve diğ.(118) bel ağrılı olgularda ağrı yoğunluğu ve postural salınım arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada; ağrı için VAS'ı kullanmışlar, dengeyi cihaz yardımıyla değerlendirmişler, temel parametre olarak medio-lateral ve antero-posterior ortalama salınım hızını seçmişlerdir. VAS'a göre 2-4 değeri veren olguların medio-lateral salınım hızlarının sağlıklı grupla anlamlı farklılık göstermediğini, 4-8 arasında değer veren olguların anlamlı farklılık gösterdiğini, antero-posterior salınım hızında ise 3-8 değeri verenlerin sağlıklı grupla anlamlı farkının bulunduğunu bildirmişlerdir.

Ruhe ve diğ.(119) bel ağrılı olgularda ağrı yoğunluğunun azalması ile postural salınımdaki değişimleri inceledikleri çalışmada; bel ağrılı olguların ağrı düzeylerini VAS ile değerlendirmişler ve olguların ağrılarını azaltmak için yumuşak doku mobilizasyon teknikleri, eklem mobilizasyonu ve maniplasyon tekniklerini kullanmışlardır. Olguların her müdahaleden sonra ağrı düzeyleri ve salınım hızı ortalaması değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. VAS'a göre 1 puan düşüş olan olgularda salınım hızı ortalamasında anlamlı azalma ortaya çıkmazken, 4 puan ve üzeri düşüş olan olgularda farkın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda çalışma ve kontrol grubunda ağrıda anlamlı azalma saptanmasına rağmen salınım açısından çalışma grubunda anlamlı olmayan azalma kontrol grubunda ise artış olduğu bulunması olası ölçme sistemi kaynaklı farklı sonuçlarımız olduğunu göstermektedir.

Yürüme analiz sisteminde gözler açık ve stabil zemin üzerinde elips alanı parametresinde bel ağrılı olguların sağlıklı olgulardan anlamlı derecede fazla elips alanına sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmamız ile farklı sonuç gösteren; Caffaro ve diğ.(120) bel ağrılı ve sağlıklı olgularda dört farklı şekilde ayakta dururken elips alanını değerlendirmişler; olgulardan gözleri açık şekilde stabil zemin üzerinde, gözleri kapalı şekilde stabil zemin üzerinde, gözleri açık şekilde unstabil zemin üzerinde ve gözleri kapalı şekilde unstabil zemin üzerinde durmalarını istemiş ve elips



alanını kuvvet platformu aracılığı ile ölçmüşlerdir. Bel ağırlı grup ile sağlıklı grup arasında elips alanı açısından sadece gözler kapalı şekilde unstabil zemin üzerinde dururken anlamlı farklılığın görüldüğünü bildirmişlerdir.

Şengül ve diğ.(121) kronik bel ağırlı olgularda sağlık denetim odağı inançları ve postural kontrolü değerlendirdikleri çalışmada; ağrı düzeyi için VAS'ı, fonksiyonel düzey için OÖS ve bireylerin sağlıkları üzerindeki kontrolü için Çok Yönlü Sağlık Denetim Odağı Anketi (MHLS)'ni kullanmışlar, statik ve dinamik denge süresince postural kontrolleri "Balance Master" sistemi ile ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda bel ağırlı olguların statik denge testlerinde postural salınımlarının sağlıklı gruptan anlamlı derecede yüksek, dinamik denge testlerinde maksimum sapma ve yön kontrolü parametrelerinin OÖS ve aktivite ağrısı ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Kullanılan ölçüm cihazının daha gelişmiş olması ile statik denge değerlendirmesi sonuçlarının çalışmamız ile benzerlik gözükmektedir.

Çalışmamız sonucunda sinir mobilizasyonu uygulanan çalışma grubunda bulunan olguların hissedilen ağrı düzeylerinde anlamlı azalma, DBK sırasında ağrısız kalça fleksiyonu açıları sağ ve sol bacakta anlamlı artma ve OÖS puanına göre orta şiddette fonksiyonel kayıptan hafif şiddette fonksiyonel kayıp düzeyine doğru anlamlı bir kazanım elde ettikleri bulunmuştur. Kontrol grubundaki olguların hissettikleri ağrı düzeyinde anlamlı bir azalma olduğu, OÖS puanında fonksiyonel düzey açısından bir değişim olmamasına rağmen azalmanın anlamlı olduğu, DBKT ağrısız kalça fleksiyonu derecesi sağ ve sol taraf ortalamalarında tedavi öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışma ve kontrol grupları ilk ve son ölçüm değerleri kıyaslandığında çalışma grubunun ağrı ve fonksiyonel düzeyde kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi sonuçlar elde ettiği, DBK ağrısız kalça fleksiyon açıları arasında ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Sağlıklı kontrol grubunda sinir kaydırma egzersizleri ile DBK sırasında kalça fleksiyon açısında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur.

Beklenildiği üzere sağlıklı kontrol grubu ile bel problemi tanısına sahip çalışma ve kontrol grupları arasında çift adım uzunluğu, yürüme hızı, sağ ve sol ekstremitelerde sallanma fazı, çift destek fazı ve statik duruşta elips alanı değerleri açısından fark istatistiksel olarak anlamlıydı. Sağlıklı grubun çift adım uzunluğu, yürüme hızı ve

sallanma fazı yüzdesi, bel problemine sahip gruptan daha fazla; çift destek fazı yüzdesi ve statik duruşta elips alanı daha az olduğu tespit edildi. Sinir mobilizasyonu uygulanan gruplarda ve kontrol grubunda ölçümler arasında, sallanma fazı yüzdesi artışı, çift destek fazı yüzdesi ve duruş fazı ön ayağın temas zaman yüzdesindeki azalma istatistiksel olarak anlamlıydı. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda rutin fizyoterapi programına ek olarak verilen sinir kaydırma egzersizini yapan çalışma grubu ile rutin fizyoterapi programını uygulayan kontrol grubu arasında yürüme ve statik ayakta duruş parametreleri açısından anlamlı fark bulunmadı. Çalışma grubunun çift adım uzunluğu ve yürüme hızındaki artış ile statik duruşta elips alanındaki azalma gözlenmekle birlikte istatistiksel olarak fark saptanmamıştır.

Çalışmamıza dahil olan olguların tanıları lumbal disk hernisi ve lumbal diskopatidydi, daha spesifik tanıların, uygulanan sinir mobilizasyonu teknikleri ile yapılacak çalışmaların sonuçlarını değiştireceğini düşünmekteyiz. Uzman hekim tarafından verilen rutin elektroterapi programı yerine hastaya özel elektro terapi uygulamaları ile sonuçlar farklılık gösterebilirdi. Olguların ağrı düzeylerindeki değişimin tedavi programı sonucunda mı yoksa analjezik ilaç kullanımı sebebiyle olduğu ayrımı tam olarak yapılamamıştır.

Verilen sinir kaydırma egzersizinin sayı ve seansların değiştirilmesi sonuçlarda farklılıklar ortaya çıkabilirdi. Sinir kaydırma egzersizlerini yanı sıra hastaların semptom şiddetlerine göre sinir gerilim yükleme tekniklerinin kullanımı ile olumlu sonuçlar elde edilebilirdi ve sinir mobilizasyon tekniklerinin etkinliği kıyaslanabilirdi.

Yürüme ve statik ayakta duruş parametrelerindeki değişimin daha gelişmiş cihaz ve sistemlerle (hassas ölçüm yapan kuvvet platformları, 3 boyutlu yürüme analiz sistemleri, Elektromiyografi gibi.) ölçülmesi ile sonuçların daha objektif olabileceğini düşünmekteyiz. Statik dengenin yanısıra dinamik dengenin de değerlendirilmesi ile farklılıkların oluşabileceğini varsaymaktayız.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Bel ağrılı olgularda üç haftalık tedavi programı süresince uygulanan sinir kaydırma tekniğinin ağrının azaltılması, fonksiyonellik ve ağrısız kalça fleksiyon derecesinin arttırılmasında etkili olduğu bulundu.
- Bel ağrılı olgularda sinir kaydırma tekniği ile ortaya çıkan yürüme ve statik ayakta duruş parametreleri üzerindeki gözlenen değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı olmamasına karşın orta ve uzun dönem etkinliği bilinmemektedir.
- Literatürde sinir mobilizasyon tekniklerinin uygun dozajı hakkında fikir birliğinin bulunmaması, sonuçların optimizasyonuna engel teşkil etmektedir. Bel ağrılı olgularda farklı sinir mobilizasyon tekniklerinin değişik seans ve sayıda uygulanacağı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.
- Sinir kaydırma ve gerilim yükleme tekniklerinin aktif ve/veya pasif olarak uygulandığı ve farklı fizyoterapi teknikleriyle beraber uygulandığında etkinliğini kıyaslayan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.
- Sinir mobilizasyon tekniklerinin yürüme ve statik ayakta duruş parametreleri üzerine etkilerinin, daha gelişmiş cihazlarla (daha gelişmiş kuvvet plakları, 3 boyutlu yürüme analiz sistemleri, elektromiyografi gibi) ölçülmesi ile farklılıkların daha iyi analiz edileceği düşünülmektedir.
- Daha büyük örneklem grubuyla yapılacak çalışmalar sayesinde daha objektif sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir. Hastanın yaşı, cinsiyeti, tanısı ve hastalığının akut ya da kronik olmasına göre seçilecek sinir mobilizasyon tekniği ile klinik açıdan daha başarılı sonuçların alınacağı öngörülmektedir.
- Ağrıya bağlı fonksiyonelliğin etkilendiği periferik sinirlerde mekanosensitiviteye neden olan durumlarda, fizyoterapistler sinir kaydırma egzersizlerini güvenle kullanabilir.

## KAYNAKLAR

1. Berker, E; Ketenci, A. (2002) *Lomber omurganın anatomisi biyomekaniği ve biyokimyası*. İstanbul:1.baskı, Nobel Yayıncılık,22-42
2. Demir,Ş; Taştekin, N; Birtane, M. (2011) Lomber omurganın biyomekaniği. *Türkiye Klinikleri*, 4, 6–11.
3. Murat, S. (2007) *Lomber traksiyonun subakut lomber disk hernili hastalarda klinik ve fonksiyonel durum üzerine etkisi*,Uzmanlık Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne 2-8.
4. Bogduk, N. (2005) *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. 4. baskı, Lavoisier S.A.S. 44-55
5. Sarıdoğan, M. (2010) *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara:3. baskı, Güneş Tıp Kitapevleri, 30-38.
6. Martin, M.D., Boxell, C.M. ve Malone, D.G. (2002) Pathophysiology of lumbar disc degeneration: a review of the literature. *Neurosurgical focus*, 13, 1–6.
7. Hansen, L., de Zee, M., Rasmussen, J., Andersen, T.B., Wong, C. ve Simonsen, E.B. (2006) Anatomy and biomechanics of the back muscles in the lumbar spine with reference to biomechanical modeling. *Spine*, 31, 1888–1899.
8. Vloka, J.D., Hadzić, a, April, E. ve Thys, D.M. (2001) The division of the sciatic nerve in the popliteal fossa: anatomical implications for popliteal nerve blockade. *Anesthesia and analgesia*, 92, 215–7.
9. Franco, C.D. (2008) Applied anatomy of the lower extremity. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management*, 12, 140–145.
10. Kopec, J. a, Sayre, E.C. ve Esdaile, J.M. (2004) Predictors of back pain in a general population cohort. *Spine*, 29, 70–78.
11. Linton, S.J. (2001) Occupational psychological factors increase the risk for back pain: a systematic review. *J Occup Rehabil*, 11, 53–66.
12. Quittan, M. (2002) Management of back pain. *Disability and rehabilitation*, 24, 423–34.
13. Kisner, C; Colby, L.A. (2012) *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. Philadelphia :6. baskı, F.A. Davis Company, 565-574.
14. Bishop, M.D., Bialosky, J.E. ve Cleland, J.A. (2011) Patient expectations of benefit from common interventions for low back pain and effects on outcome: secondary analysis of a clinical trial of manual therapy interventions. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 19, 20–5.
15. Van Middelkoop, M., Rubinstein, S.M., Kuijpers, T., Verhagen, A.P., Ostelo, R., Koes, B.W., vd. (2011) A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal*, 20, 19–39.
16. Arasil, T. (2005) *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon el kitabı*. Ankara: Güneş kitabevi, 63-66

17. Swartz, K.R. ve Trost, G.R. (2003) Recurrent lumbar disc herniation. *Neurosurg Focus*, 15, 1–10.
18. Raj, P.P. (2008) Intervertebral disc: Anatomy-physiology-pathophysiology-treatment. *Pain Practice*, 8, 18–44.
19. Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, T.J., Shekelle, P., vd. (2007) Diagnosis and treatment of low back pain: A joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of Internal Medicine*, 147, 478–491.
20. Manusov, E.G. (2012) Evaluation and diagnosis of low back pain. *Primary care*, 39, 471–9.
21. Last, A.R. ve Hulbert, K. (2009) Chronic low back pain: Evaluation and management. *American Family Physician*, 79, 1067–1074.
22. Majlesi, J., Togay, H., Unalan, H. ve Toprak, S. (2008) The sensitivity and specificity of the Slump and the Straight Leg Raising tests in patients with lumbar disc herniation. *Journal of clinical rheumatology : practical reports on rheumatic & musculoskeletal diseases*, 14, 87–91.
23. Wainner, R.S., Fritz, J.M., Irrgang, J.J., Boninger, M.L., Delitto, A. ve Allison, S. (2003) Reliability and diagnostic accuracy of the clinical examination and patient self-report measures for cervical radiculopathy. *Spine*, 28, 52–62.
24. Stafford, M., Peng, P. ve Hill, D. (2007) Sciatica: a review of history, epidemiology, pathogenesis, and the role of epidural steroid injection in management. *British journal of anaesthesia*, 99, 461–473.
25. O'Connor, R.C., Andary, M.T., Russo, R.B. ve DeLano, M. (2002) Thoracic radiculopathy. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 13, 623–644.
26. Konstantinou, K. ve Dunn, K.M. (2008) Sciatica: review of epidemiological studies and prevalence estimates. *Spine*, 33, 2464–2472.
27. Radhakrishnan, K., Litchy, W.J., O'Fallon, W.M. ve Kurland, L.T. (1994) Epidemiology of cervical radiculopathy. *Brain*, 117, 325–335.
28. Young, I.A., Michener, L.A., Cleland, J.A., Aguilera, A.J. ve Snyder, A.R. (2009) Manual therapy, exercise, and traction for patients with cervical radiculopathy: a randomized clinical trial. *Physical therapy*, 89, 632–42.
29. Efstathiou, M.A., Stefanakis, M., Savva, C. ve Giakas, G. (2014) Effectiveness of neural mobilization in patients with spinal radiculopathy : A critical review. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 19, 205–212.
30. Miller, K.J. (2007) Physical assessment of lower extremity radiculopathy and sciatica. *Journal of Chiropractic Medicine*, 6, 75–82.
31. Butler, D.S. (2000) *The Sensitive Nervous System*. Edinburgh:Noigroup publications,25-34
32. Shacklock, M. (2005) *Clinical neurodynamics*. Elsevier Health Sciences,112-124

33. Sunderland, S. (1990) The anatomy and physiology of nerve injury. *Muscle & nerve*, 13, 771–784.
34. Butler, D.S. ve Jones, M.A. (1991) *Mobilisation of nervous system*. Edinburgh:Churchill Livingstone, 50-79
35. Shacklock, M. (1995) Neurodynamics. *Physiotherapy*, 81, 9–16.
36. Cavanaugh, J.M. (1995) Neural mechanisms of lumbar pain. *Spine*, 20, 1804–1809.
37. Nee, R.J. ve Butler, D. (2006) Management of peripheral neuropathic pain: Integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence. *Physical Therapy in Sport*, 7, 36–49.
38. Parke, W.W. ve Whalen, J.L. (2002) The vascular pattern of the human dorsal root ganglion and its probable bearing on a compartment syndrome. *Spine*, 27, 347–352.
39. Yabuki, S., Onda, A., Kikuchi, S. ve Myers, R.R. (2001) Prevention of compartment syndrome in dorsal root ganglia caused by exposure to nucleus pulposus. *Spine*, 26, 870–875.
40. Lundborg, G. (1988) Intraneural microcirculation. *The Orthopedic clinics of North America*, 19, 1–12.
41. Coppieters, M.W. ve Butler, D.S. (2008) Do “sliders” slide and “tensioners” tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Manual Therapy*, 13, 213–221.
42. Ellis, R.F. (2011) Neurodynamic evaluation of the sciatic nerve during neural mobilisation : ultrasound imaging assessment of sciatic nerve movement and the clinical implications for treatment. Doctoral dissertation, *Auckland University of Technology*, 21-60
43. Ridehalgh, C., Greening, J. ve Petty, N.J. (2005) Effect of straight leg raise examination and treatment on vibration thresholds in the lower limb: A pilot study in asymptomatic subjects. *Manual Therapy*, 10, 136–143.
44. Stankovic, R., Johnell, O., Maly, P. ve Willner, S. (1999) Use of lumbar extension, slump test, physical and neurological examination in the evaluation of patients with suspected herniated nucleus pulposus. A prospective clinical study. *Manual Therapy*, 4, 25–32.
45. Herrington, L., Bendix, K., Cornwell, C., Fielden, N. ve Hankey, K. (2008) What is the normal response to structural differentiation within the slump and straight leg raise tests? *Manual Therapy*, 13, 289–294.
46. Cleland, J. a., Childs, J.D., Palmer, J. a. ve Eberhart, S. (2006) Slump stretching in the management of non-radicular low back pain: A pilot clinical trial. *Manual Therapy*, 11, 279–286.
47. Coppieters, M.W., Stappaerts, K.H., Wouters, L.L. ve Janssens, K. (2003) The immediate effects of a cervical lateral glide treatment technique in patients with neurogenic cervicobrachial pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 33, 369–378.

48. Coppieeters, M.W., Stappaerts, K.H., Wouters, L.L. ve Janssens, K. (2003) Aberrant protective force generation during neural provocation testing and the effect of treatment in patients with neurogenic cervicobrachial pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 26, 99–106.
49. Akalin, E., El, O., Peker, O., Senocak, O., Tamci, S., Gülbahar, S., vd. (2002) Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*, 81, 108–113.
50. Rozmaryn, L.M., Dovellet, S., Rothman, E.R., Gorman, K., Olvey, K.M. ve Bartko, J.J. (1998) Nerve and tendon gliding exercises and the conservative management of carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Therapy*, 11, 171–179.
51. Méndez-Sánchez, R., Alburquerque-Sendín, F., Fernández-de-las-Peñas, C., Barbero-Iglesias, F.J., Sánchez-Sánchez, C., Calvo-Arenillas, J.I., vd. (2010) Immediate effects of adding a sciatic nerve slider technique on lumbar and lower quadrant mobility in soccer players: a pilot study. *Journal of alternative and complementary medicine*, 16, 669–675.
52. Castellote-Caballero, Y., Valenza, M.C., Martín-Martín, L., Cabrera-Martos, I., Puente-dura, E.J. ve Fernández-de-las-Peñas, C. (2013) Effects of a neurodynamic sliding technique on hamstring flexibility in healthy male soccer players. A pilot study. *Physical Therapy in Sport*, 14, 156–162.
53. Èolakoviæ, H. ve Avdiæ, D. (2013) Effects of neural mobilization on pain , straight leg raise test and disability in patients with radicular low back pain. *Journal of Health Sciences*, 3, 109–112.
54. Kutty, R.K., Gebrekidan, H.G., Lerebo, W.T. ve Gebretsadik, M.A. (2014) Neural mobilization a therapeutic efficacy in a piriformis syndrome: an experimental study. *International Journal of Physiotherapy and Research*, 2, 577–83.
55. Herrington, L. (2006) Effect of different neurodynamic mobilization techniques on knee extension range of motion in the slump position. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 14, 101–107.
56. Louw, A., Diener, I., Butler, D.S. ve Puente-dura, E.J. (2011) The effect of neuroscience education on pain, disability, anxiety, and stress in chronic musculoskeletal pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92, 2041–2056.
57. Ogata, K. ve Naito, M. (1986) Blood flow of peripheral nerve effects of dissection, stretching and compression. *Journal of hand surgery*, 11, 10–14.
58. Vaughan, C.L. (2003) Theories of bipedal walking: An odyssey. *Journal of Biomechanics*, 36, 513–523.
59. Patla, A. (1995) A framework for understanding mobility problems in the elderly. *Gait analysis: theory and application*, 1, 436–449.
60. Neumann, D.A. (2013) *Kinesiology of the musculoskeletal system Foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences, 596-631.

61. Muybridge, J. (1882) The horse in motion. *Nature*, 25, 605–605.
62. Murray, M.P., Gardner, G.M., Mollinger, L.A. ve Sepic, S.B. (1980) Strength of isometric and isokinetic contractions: knee muscles of men aged 20 to 86. *Physical Therapy*, 60, 412–419.
63. Murray, M. et al. (1985) Antalgic maneuvers during walking in men with unilateral knee disability. *Clinical orthopaedics and related research*, 199, 192–200.
64. Sutherland, D.H. (2001) The evolution of clinical gait analysis part 1: Kinesiological EMG. *Gait and Posture*, 14, 61–70.
65. Yavuzer, G. (2009) Üç boyutlu niceliksel yürüme analizi. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 43, 94–101.
66. Kirtley, C. (2002) New technology in gait analysis. İçinde State of the Art Reviews: *Physical Medicine and Rehabilitation*, 16,361–373.
67. Yalçın,S; Özaras, N. (2001) *Yürüme analizi*. İstanbul:1. baskı, Nadir Kitap, 22-28
68. Lovejoy, C.O. (1988) Evolution of human walking. *Scientific American*, 259, 118–125.
69. Rose, J., & Gamble, J.G. (2006) *Human walking*. Philadelphia:3. baskı, Lippincott Williams & Wilkins, ,81-98.
70. Rose, J., & Gamble, J.G. (1994) *Energetics of walking*. Philadelphia:Rose, J., & Gamble, J.G. (ed), 2. baskı, williams and wilkibs, 41-53.
71. Whittle, M.W. (2007) *An Introduction to Gait Analysis*. Oxford,33-43.
72. Sutherland, D.H. (2005) The evolution of clinical gait analysis part III - Kinetics and energy assessment. *Gait and Posture*, 21, 447–461.
73. Sutherland, D.H. (2002) The evolution of clinical gait analysis: Part II kinematics. *Gait and Posture*, 16, 159–179.
74. Nagai, K., Aoyama, K., Yamada, M., Izeki, M., Fujibayashi, S., Takemoto, M., vd. (2014) Quantification of changes in gait characteristics associated with intermittent claudication in patients with lumbar spinal stenosis. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*, 27, E136–E142.
75. Newell, D. ve van der Laan, M. (2010) Measures of complexity during walking in chronic non-specific low back pain patients. *Clinical Chiropractic*, 13, 8–14.
76. Fisher, C.M. (1994) Gait disorders. *Neurology*, 44, 779–780.
77. Boonstra, T. a, van der Kooij, H., Munneke, M. ve Bloem, B.R. (2008) Gait disorders and balance disturbances in Parkinson’s disease: clinical update and pathophysiology. *Current opinion in neurology*, 21, 461–471.
78. Braga, A.B., Rodrigues, A.C.D.M.A., de Lima, G.V.M.P., de Melo, L.R., de Carvalho, A.R. ve Bertolini, G.R.F. (2012) Comparison of static postural balance between healthy subjects and those with low back pain. *Acta ortopedica brasileira*, 20, 210–2.
79. Nashner, L. (2002) *The anatomic basis of balance in orthopaedics*. Philadelphia:1. baskı, W.B. Saunders, ,56-60.



80. Harringe, M.L., Halvorsen, K., Renström, P. ve Werner, S. (2008) Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait and Posture*, 28, 38–45.
81. Golriz, S., Hebert, J.J., Foreman, K.B. ve Walker, B.F. (2012) The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. *Chiropractic & Manual Therapies*, 20, 15.
82. McKeon, P.O. ve Hertel, J. (2008) Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: Is balance training clinically effective? *Journal of Athletic Training*, 43, 305–315.
83. Horak, F.B. (2006) Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35, 7–11.
84. Lephart, S.M. ve Fu, F.H. (2000) Introduction to the sensorimotor system in proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*, 2, 439–454.
85. Winter, D. (1995) Human balance and posture control during standing and walking. *Gait and Posture*, 3, 193–214.
86. Meyer, J., Kulig, K. ve Landel, R. (2002) Differential diagnosis and treatment of subcalcaneal heel pain: a case report. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 32, 114–124.
87. Yakut, E., Düger, T., Öksüz, Ç. ve Yörükkan, S. (2004) Validation of the Turkish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. *Spine*, 29, 581–585.
88. Reed, L.F., Urry, S.R. ve Wearing, S.C. (2013) Reliability of spatiotemporal and kinetic gait parameters determined by a new instrumented treadmill system. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14, 249–260.
89. Freitas, S.M.S.F., Wieczorek, S. a, Marchetti, P.H. ve Duarte, M. (2005) Age-related changes in human postural control of prolonged standing. *Gait and posture*, 22, 322–330.
90. Alpar, R. (2011) *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler*. Ankara:3. baskı, Detay Yayıncılık, 329-330.
91. Vroomen, P.C., de Krom, M.C. ve Knottnerus, J. a (1999) Diagnostic value of history and physical examination in patients suspected of sciatica due to disc herniation: a systematic review. *Journal of neurology*, 246, 899–906.
92. Capra, F., Vanti, C., Donati, R., Tombetti, S., O'Reilly, C. ve Pillastrini, P. (2011) Validity of the straight-leg raise test for patients with sciatic pain with or without lumbar pain using magnetic resonance imaging results as a reference standard. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 34, 231–238.
93. Kobayashi, S., Shizu, N., Suzuki, Y., Asai, T. ve Yoshizawa, H. (2003) Changes in nerve root motion and intraradicular blood flow during an intraoperative straight-leg-raising test. *Spine*, 28, 1427–1434.

94. Szlezak, A.M., Georgilopoulos, P., Bullock-Saxton, J.E. ve Steele, M.C. (2011) The immediate effect of unilateral lumbar Z-joint mobilisation on posterior chain neurodynamics: A randomised controlled study. *Manual Therapy*, 16, 609–613.
95. Ellis, R.F. (2012) Comparison of different neural mobilization exercises upon longitudinal sciatic nerve movement: an in-vivo study utilizing ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 42, 667–675.
96. Bertolini, G.R.F., Silva, T.S., Trindade, D.L., Ciena, A.P. ve Carvalho, A.R. (2009) Neural mobilization and static stretching in an experimental sciatica model: an experimental study. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 13, 493–498.
97. Sarkari, E. ve Multani, N.K. (2007) Efficacy of neural mobilisation in sciatica. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 3, 136–141.
98. Malik, N., Kataria, C. ve Sachdev, N. (2012) Comparative effectiveness of straight leg raise and slump stretching in subjects with low back pain with adverse neural tension. *International Journal of Health and Rehabilitation Science*, 1, 64–68.
99. Nagrale, A.V., Patil, S.P., Gandhi, R.A. ve Learman, K. (2012) Effect of slump stretching versus lumbar mobilization with exercise in subjects with non-radicular low back pain: a randomized clinical trial. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 20, 35–42.
100. Rezk-allah, S.S., Shehata, L.A. ve Gharib, N.M. (2011) Slump stretching versus straight leg raising in the management of lumbar disc herniation. *Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry & Neurosurgery*, 48, 345–349.
101. Adel, S.M. (2011) Efficacy of neural mobilization in treatment of low back dysfunctions. *Journal of American Science*, 7, 566–573.
102. Schäfer, A., Hall, T., Müller, G. ve Briffa, K. (2011) Outcomes differ between subgroups of patients with low back and leg pain following neural manual therapy: a prospective cohort study. *European spine journal*, 20, 482–90.
103. Scrimshaw, S. ve Maher, C. (2001) Randomized controlled trial of neural mobilization after spinal surgery. *Spine*, 26, 2647–2652.
104. Beltran-Alacreu, H., Jiménez-Sanz, L., Fernández Carnero, J. ve La Touche, R. (2015) Comparison of hypoalgesic effects of neural stretching vs neural gliding: a randomized controlled trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, Ekim 16, 2015: 10.1016/j.jmpt.2015.09.002.
105. Brumagne, S., Cordo, P., Lysens, R., Verschueren, S. ve Swinnen, S. (2000) The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine*, 25, 989–994.
106. Lamoth, C.J.C., Daffertshofer, A., Meijer, O.G., Lorimer Moseley, G., Wuisman, P.I.J.M. ve Beek, P.J. (2004) Effects of experimentally induced pain and fear of pain on trunk coordination and back muscle activity during walking. *Clinical Biomechanics*, 19, 551–563.

107. Brooks, C., Kennedy, S. ve Marshall, P.W.. (2012) Specific trunk and general exercise elicit similar changes in anticipatory postural adjustments in patients with chronic low back pain. *Spine*, 37, 1543–50.
108. Monticone, M., Ambrosini, E., Rocca, B., Magni, S., Brivio, F. ve Ferrante, S. (2014) A multidisciplinary rehabilitation programme improves disability, kinesiophobia and walking ability in subjects with chronic low back pain: results of a randomised controlled pilot study. *European spine journal*, 23, 2105–2113.
109. Lee, J.H., Fell, D.W. ve Kim, K. (2011) Plantar pressure distribution during walking: comparison of subjects with and without chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 23, 923–926.
110. Anukoolkarn, K., Vongsirinavarat, M., Bovonsunthonchai, S. ve Vachalathiti, R. (2015) Plantar pressure distribution pattern during mid-stance phase of the gait in patients with chronic non-specific low back pain. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 98, 896–901.
111. Al-Obaidi, S.M., Al-Zoabi, B., Al-Shuwaie, N., Al-Zaabie, N. ve Nelson, R.M. (2003) The influence of pain and pain-related fear and disability beliefs on walking velocity in chronic low back pain. *International journal of rehabilitation research*, 26, 101–8.
112. Lee, C.E., Simmonds, M.J., Etnyre, B.R. ve Morris, G.S. (2007) Influence of pain distribution on gait characteristics in patients with low back pain: part 1: vertical ground reaction force. *Spine*, 32, 1329–1336.
113. Barzilay, Y., Segal, G., Lotan, R., Regev, G., Beer, Y., Lonner, B.S., vd. (2015) Patients with chronic non-specific low back pain who reported reduction in pain and improvement in function also demonstrated an improvement in gait pattern. *European Spine Journal*, 2015: 10.1007/s00586-015-4004-0.
114. Karlsson, A. ve Frykberg, G. (2000) Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*, 15, 365–369.
115. Ruhe, A., Fejer, R. ve Walker, B. (2011) Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: A systematic review of the literature. *European Spine Journal*, 20, 358–368.
116. Mazaheri, M., Coenen, P., Parnianpour, M., Kiers, H. ve van Dieën, J.H. (2013) Low back pain and postural sway during quiet standing with and without sensory manipulation: A systematic review. *Gait and Posture*, 37, 12–22.
117. Maribo, T., Schiøttz-Christensen, B., Jensen, L.D., Andersen, N.T. ve Stengaard-Pedersen, K. (2012) Postural balance in low back pain patients: Criterion-related validity of centre of pressure assessed on a portable force platform. *European Spine Journal*, 21, 425–431.
118. Ruhe, A., Fejer, R. ve Walker, B. (2011) Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain? *BMC musculoskeletal disorders*, 12, 162–170.

119. Ruhe, A., Fejer, R. ve Walker, B. (2012) Pain relief is associated with decreasing postural sway in patients with non-specific low back pain. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13, 39–51.
120. Caffaro, R.R., Frana, F.J.R., Burke, T.N., Magalhães, M.O., Ramos, L.A.V. ve Marques, A.P. (2014) Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: A preliminary case-control study. *European Spine Journal*, 23, 807–813.
121. Şengül, Y.S., Algun, C., Arda, M.N., Özer, E. ve Angın, S. (2011) Health locus of control beliefs and postural control in chronic low back pain patients. *Journal of Neurological Sciences*, 28, 222–235.

## EKLER

### EK.1 BEL AĞRILI OLGULARI DEĞERLENDİRME FORMU

#### Çalışmadan dışlanma kriterleri;

- 6 ay önceye kadar fizyoterapi aldınız mı?
- Omurga ve alt ekstremitte cerrahisi geçirdiniz mi?
- 48 saat içerisinde analjezik ilaç kullandınız mı?

Tarih:

<b>Hastanın;</b>					
<b>Adı:</b>		<b>Boy:</b>		<b>Tanısı:</b>	
<b>Soyadı:</b>		<b>Kilo</b>		<b>Özgeçmiş</b>	
<b>Cinsiyeti:</b>		<b>VKİ:</b>		<b>Soygeçmiş:</b>	
<b>Yaşı</b>		<b>Mesleği:</b>		<b>Ek patoloji:</b>	
<b>İletişim bilgileri</b>				<b>Telefon</b>	

Hikayesi:

Medikasyon:

Cerrahi geçmişi:

#### **Ağrı değerlendirme**

VAS tedavi öncesi

0-----10

VAS tedavi sonrası

0-----10

#### **Düz bacak kaldırma testi:**

Gonyometrik ölçüm değeri:

	Sağ	Sol
İlk değerlendirme		
Son değerlendirme		

#### **Oswestry skoru:**

Oswestry skoru	İlk değerlendirme	Son değerlendirme
Puan		

## EK.2 OSWESTRY ÖZÜRLÜLÜK SKALASI

Aşağıdaki sorular, bel ağrınızın günlük aktivitelerinizi ne kadar etkilediğini anlamak için planlanmıştır. Size en uygun yanıtı işaretleyiniz. Lütfen her soruya **tek bir yanıt** veriniz!

### 1-Ağrınızın şiddeti nasıl?

- 1)Gelip geçici ve çok hafif bir ağrı
- 2)Sürekli, fakat hafif bir ağrı
- 3)Gelip geçici ve orta şiddette bir ağrı
- 4)Sürekli ve orta şiddette bir ağrı
- 5)Gelip geçici ve şiddetli bir ağrı
- 6)Şiddetli ve çok değişmeyen bir ağrı

### 2-Kişisel bakım

- 1)Ağrıdan kaçınmak için günlük yaşamımda (yıkama, giyinme şekli vb) değişiklik yapmadım
- 2)Biraz ağrı yapsa da yıkama ve giyinme şeklinde değişiklik yapmadım.
- 3)Yıkama ve giyinmem ağrımı artırıyor, fakat bunları değiştirmeden idare ediyorum
- 4)Yıkama ve giyinmem ağrımı artırıyor, bu yüzden bunları yapma şeklimde değişiklik yaptım.
- 5)Ağrı nedeniyle yıkama ve giyinmede bir miktar yardım alıyorum.
- 6)Ağrı nedeniyle yıkama ve giyinmeyi yardımsız yapamıyorum.

### 3-Yük Kaldırma

- 1)Ağır yükleri ağrım olmadan kaldırabiliyorum.
- 2)Ağır yükleri kaldırırken bir miktar ağrım oluyor.
- 3)Ağrı yüzünden ağır yükleri kaldıramıyorum.
- 4)Ağrı, ağır yükleri kaldırmamı önlüyor, fakat uygun pozisyon varsa (örn. masa üzerinden) bunu başarabilirim.
- 5)Sadece çok hafif yükleri kaldırabiliyorum
- 6)Hiç yük kaldıramıyorum

### 4-Yürüme

- 1)Yürürken ağrım yok
- 2)Yürümeyle biraz ağrım var, fakat mesafeyle artmıyor
- 3)Ağrımda belirgin artma olmaksızın 2 km den fazla yürüyemiyorum
- 4)Ağrımda belirgin artma olmaksızın 500 m den fazla yürüyemiyorum
- 5)Ağrımda belirgin artma olmaksızın yürüyemiyorum
- 6)Hiç yürüyemiyorum

### 5-Oturma

- 1)Herhangi bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
- 2)Sadece uygun bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
- 3)Ağrım bir saatten uzun oturmamı önlüyor
- 4)Ağrım yarım saatten uzun oturmamı önlüyor
- 5)Ağrım 10 dakikadan fazla oturmamı önlüyor
- 6)Ağrımı arttırdığı için oturmaktan kaçınıyorum

## **6-Ayakta durma**

- 1)Ağrı olmaksızın istediğim kadar uzun ayakta durabilirim
- 2)Ayakta durmakla biraz ağrım oluyor, fakat bu zamanla artmıyor.
- 3)Bir saatten uzun ayakta kaldığımda ağrım Őiddetleniyor.
- 4)Yarım saatten uzun ayakta kaldığımda ağrım Őiddetleniyor.
- 5)On dakikadan uzun ayakta kaldığımda ağrım Őiddetleniyor.
- 6)Ağrımı arttırdığı için ayakta durmaktan kaçıyorum

## **7-Uyuma**

- 1)Yatakta ağrım yok
- 2)Yatakta ağrım var, fakat iyi uyuyorum
- 3)Ağrı nedeniyle normal uykumun 3/4 ünü uyuyorum
- 4)Ağrı nedeniyle normal uykumun yarısını uyuyorum
- 5)Ağrı nedeniyle normal uykumun 1/4 ünü uyuyorum
- 6)Ağrı nedeniyle hiç uyuyamıyorum

## **8-Sosyal yaşam**

- 1)Sosyal yaŐamım normal ve ağrı yaratmıyor.
- 2)Sosyal yaŐamım normal, fakat ağrımı arttırıyor.
- 3)Ağrı, dansetmek, futbol oynamak gibi daha fazla enerji gerektiren ilgilerimi kısıtlamak dışında sosyal yaşamımda belirgin etki yaratmıyor.
- 4)Ağrı, sosyal yaŐamımı kısıtlıyor, bu nedenle çok sık dıŐarıya ııkamıyorum.
- 5)Ağrı, aile içi yaŐamımı da kısıtlıyor.
- 6)Ağrı nedeniyle hemen hemen tüm sosyal yaŐamım kısıtlandı.

## **9-Seyahat**

- 1)Seyahatte ağrım olmuyor.
- 2)Seyahatte biraz ağrım oluyor, fakat artmıyor.
- 3)Seyahatte ağrım artıyor, fakat bu ağrı seyahat Őeklimi deđiŐtirmedir.
- 4)Seyahatte olan Şiddetli ağrılarımla nedeniyle başka seyahat Őekilleri arıyorum.
- 5)Ancak yatarak seyahat edebiliyorum.
- 6)Ağrı nedeniyle seyahat edemiyorum.

## **10-Ağrımın deđiŐme derecesi**

- 1)Ağrım hızla iyileŐiyor.
- 2)Ağrım artıp azalıyor, fakat genelde iyiye gidiyor.
- 3)Ağrım iyileŐiyor, fakat dözölme yavaş.
- 4)Ağrım ne kötüleŐiyor, ne de iyileŐiyor.
- 5)Ağrım yavaş yavaş kötüleŐiyor.
- 6)Ağrım hızla kötüleŐiyor.

### EK.3 SAĞLIKLI GÖNÜLLÜ DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih:

<b>Katılımcının;</b>			
<b>Adı:</b>		<b>Boy:</b>	
<b>Soyadı:</b>		<b>Kilo</b>	
<b>Cinsiyeti:</b>		<b>VKİ:</b>	
<b>Yaşı</b>		<b>Mesleği:</b>	
<b>İletişim bilgileri</b>			

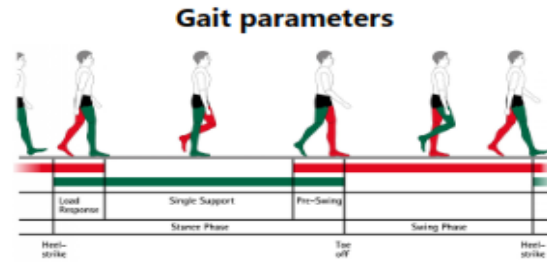
#### **Düz bacak kaldırma testi:**

Gonyometrik ölçüm değeri:

	Sağ	Sol
İlk değerlendirme		
Son değerlendirme		



## EK.4 ZEBRİS FDM-2 YÜRÜME ANALİZ PARAMETRELERİ PARAMETRELERİ ÇIKTILARI



### Geometry

Foot rotation, degree	L	9,9±0,6	-20°	20°
	R	13,4±2,8		
Step length, cm	L	72±0		180 cm
	R	70±0		
Stride length, cm		142±0		
Step width, cm		16±4		

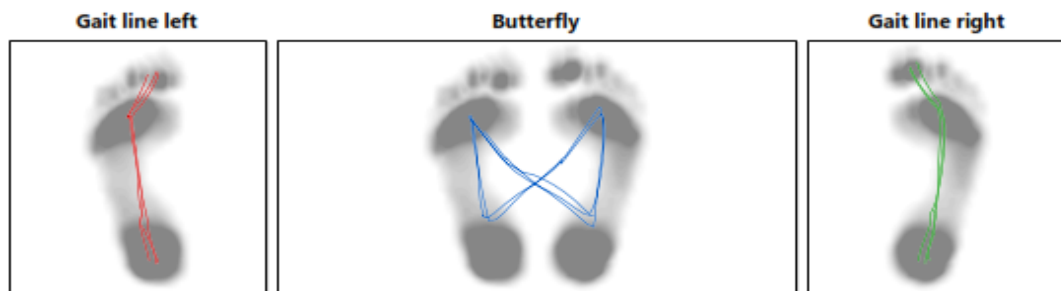
### Phases

Stance phase, %	L	66,4±1,7		100 %
	R	64,8±0,5		
Load response, %	L	13,3		
	R	16,0±1,9		
Mid stance, %	L	37,2		
	R	35,5±3,4		
Pre-Swing, %	L	15,2±2,5		
	R	13,3±0,9		
Swing phase, %	L	33,6±1,7		
	R	35,2±0,5		
Double stance phase, %		29,9±2,5		

### Timing

Step time, sec	L	0,60±0,...		1.5 sec
	R	0,57±0,...		
Stride time, sec		1,17±0,...		
Cadence, steps/min		101±7		124 steps/min
Velocity, km/h		4,3±0,3		6 km/h

### COP analysis



### Butterfly parameters

Length of gait line, mm	L	236,0±...		300 mm
	R	243,6±...		
Single support line, mm	L	122,2		
	R	136,8±...		
Ant/post position, mm		142,3±...		
Lateral symmetry, mm		0,8±3,6	-150 mm	150 mm

### Force parameters

Maximum force1, N	L	941,8		1300 N
	R	956,5		
Time maximum force1, %	L	18		100%
	R	17		
Maximum force2, N	L	1034,2		1300 N
	R	1023,8		
Time maximum force2, %	L	49		100%
	R	47		

### Load change

Time change heel to forefoot, sec	L	0,3±0,1		0.5 sec
	R	0,4±0,0		
Time change heel to forefoot, %	L	44,9±6,5		100%
	R	48,1±0,6		

### Maximum force, N

Forefoot	L	950,7±2...		1300 N
	R	975,2±5...		
Midfoot	L	317,7±5...		
	R	292,6±2...		
Heel	L	670,4±3...		
	R	664,9±1...		

### Maximum pressure, N/cm<sup>2</sup>

Forefoot	L	41,6±2,9		60 N/cm <sup>2</sup>
	R	37,0±1,7		
Midfoot	L	18,9±7,4		
	R	13,6±2,7		
Heel	L	28,6±2,7		
	R	31,1±1,3		

### Time maximum force, % of stance time

Forefoot	L	76,7±1,2		100%
	R	77,6±1,5		
Midfoot	L	51,9±8,3		
	R	53,4±6,7		
Heel	L	18,3±7,8		
	R	21,7±2,8		

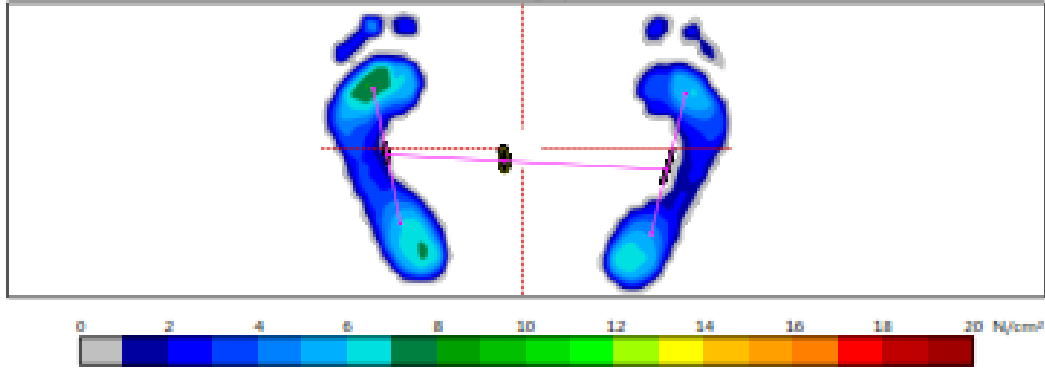
### Contact time, % of stance time

Forefoot	L	89,2±1,7		100%
	R	88,6±0,9		
Midfoot	L	78,0±1,6		
	R	75,5±1,8		
Heel	L	63,4±5,4		
	R	64,8±1,6		

## EK.5 ZEBRİS FDM-2 STATİK DURUŞ PARAMETRELERİ ÇIKTILARI

### Stance parameters

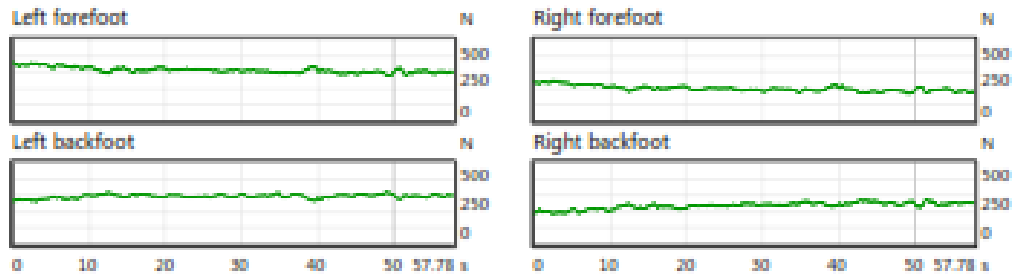
Stance, average pressure



### Parameters

Analysis time, sec	57,8	70 sec
95% confidence ellipse area, mm <sup>2</sup>	150	200 mm <sup>2</sup>
COP path length, mm	328	400 mm
COP average velocity, mm/sec	6	7 mm/sec

### Force (N)



### Average Forces (%)

Left			Right		
Forefoot	51	100%	100%	48	Forefoot
Backfoot	49			54	Backfoot
Total	58			42	Total

## EK.6 ETİK KURUL ONAY BELGESİ

### ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BAŞKANLIĞI

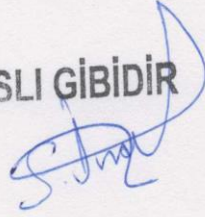
#### KARAR FORMU

**Karar Tarihi:** 02 Nisan 2015

**Karar Sayısı:** 02

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Yrd.Doç.Dr.Özgen ARAS (Yüksek Lisans Tez Danışmanı) ve Arş.Gör.Vedat KURT (Yüksek Lisans Tez Sahibi) tarafından yürütülen "*Bel ağrılı olgularda sinir mobilizasyonunun ayakta duruş ve yürüme parametrelerine etkisi*" başlıklı çalışmanın görüş ve öneriler doğrultusunda yapılmasının uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir. Çalışmanızda başarılar dileriz.

ASLI GIBİDİR



## EK.7 RESİM ÇEKİMİ VE KULLANIMI YAYIN HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ FORMU

### Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu

Çalışma sırasında çekilmiş fotoğraflarımın gereği halinde, kimlik bilgilerim verilmeyecek şekilde GÖZLERİ AÇIK olarak bilimsel çalışmalar, tezler, eğitim faaliyetleri ve bilimsel yayınlar için kullanılmasına İZİN VERDİĞİMİ beyan ederim.

Akademik çalışmalarda yayınlanacak resimlerimin yazım ve yayın kurallarına uygun olarak hazırlanıp sunulmasından Proje yürütücüsü sorumludur (10./10./2015).

Gönüllü / Hasta Adı Soyadı: İsmail OLUZ

İzni veren kişi (Gönüllü / Hasta ya da velisi / vasisi)\* Adı Soyadı İMZA: İsmail OLUZ

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ Adı Soyadı İMZA: Vedat KURU

\*NOT: Reşit olmayan bireyler adına aileleri tarafından imzalanacaktır.