

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

**HAMSTRİNG OTOGREFT İLE ÖN ÇAPRAZ BAĞ
REKONSTRÜKSİYONU SONRASI İZOKİNETİK DİZ KUVVETİ
İLE DİNAMİK DENGE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Fzt. Burak ULUSOY

**Spor Fizyoterapistliği Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA
2014**

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAMSTRİNG OTOGREFT İLE ÖN ÇAPRAZ BAĞ
REKONSTRÜKSİYONU SONRASI İZOKİNETİK DİZ KUVVETİ
İLE DİNAMİK DENGE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
ARAŞTIRILMASI

Fzt. Burak ULUSOY

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Nevin ERGUN

Spor Fizyoterapistliği Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA
2014

Anabilim Dalı : **Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı**
Program : **Spor Fizyoterapistliği**
Tez Başlığı : **Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası izokinetik diz kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişkinin araştırılması**

Öğrenci Adı-Soyadı : **Burak ULUSOY**

Savunma Sınavı Tarihi : **22.01.2014**

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:
(Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Nevin ERGUN
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye:

Prof. Dr. Gül BALTACI
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye:

Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye:

Doç. Dr. Baran YOSMAOĞLU
(Başkent Üniversitesi)

Üye:

Doç. Dr. İrem DÜZGÜN
(Gazi Üniversitesi)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarında jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ersin Fadilloğlu

Müdür

TEŞEKKÜR

Lisansüstü Eğitimim, akademik hayatım süresince güler yüzü ve hoşgörüsüyle desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tezimin her aşamasında sabır, sevgi ve özveri ile sağladığı bütün destek ve katkılarının yanı sıra çalışmaktan gurur ve onur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Nevin ERGUN' a

Yüksek lisans eğitimim süresince, hem bilimsel hem de manevi anlamda benden desteklerini esirgemeyen ve bu tezin ortaya çıkmasında önemli katkıları olan Prof. Dr. Gül BALTACI ve Prof. Dr. Volga BAYRAKÇI TUNAY' a

Hastaların çalışma için sağlanması tanının konulması ve cerrahilerin gerçekleştirilmesindeki yoğun desteklerinden dolayı Prof. Dr. Hamza ÖZER' e

Lisansüstü eğitimim boyunca klinikte beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum, tüm bu zorlu süreçte manevi desteklerini esirgemeyen, bu tezin oluşmasında çok büyük emekleri olan Uz. Fzt. Gülcan HARPUT ve Fzt. H. Erkan KILINÇ'a

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için bana zaman ayıran, gerekli çaba, disiplin ve özveriyi gösteren tüm hastalarım,

Bu süreçte en büyük desteği sağlayan, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan canım aileme içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Ulusoy B. Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası izokinetik diz kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişkinin araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Fizyoterapistliği Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2014.

Bu çalışmanın amacı hamstring otogreft yöntemi ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan kişilerde 12 haftalık rehabilitasyon sonrası izokinetik diz kas kuvvetleri ile dinamik denge arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Dizin quadriceps ve hamstring kas kuvvetlerini ölçmek için 60°/s ve 180°/s açisal hızlarda izokinetik kas testi (ISOMED 2000) yapıldı. Dinamik dengeyi değerlendirmek için ise anterior, posteromedial ve posterolateral uzanma yönleri olan Y denge testi uygulandı. İzokinetik testler ve denge testi, tamamı erkek olan, Kontrol Grubu (n=30), Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyon Grubu (n=30) olmak üzere iki grup gönüllü katılımcı üzerinde uygulandı. Kas kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon testi kullanıldı. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde cerrahi olmuş bireylerde, etkilenmiş taraf quadriceps ($r=0.48$, $p=0.001$) ve hamstring ($r=0.51$, $p=0.006$) kas kuvvetleri ile Y denge testinin öne uzanma mesafesi arasındaki ilişki anlamlı iken, etkilenmemiş tarafın ve sağlıklı bireylerin dominant tarafın kas kuvvetleri ile öne uzanma mesafesi arasında ilişki bulunmadı. Y denge testinin posterior yöndeki uzanma mesafeleri ile kas kuvvetleri arasındaki ilişki kaslara ve gruplara göre farklılık gösterdi. Y denge testinin posteromedial uzanma mesafesi ile quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri arasındaki ilişki cerrahi olmuş bireylerin etkilenmemiş tarafı ($r=0.45$, $p=0.02$) ve sağlıklı bireylerin dominant tarafı ile anlamlı ilişkili bulunurken($r=0.6$, $p=0.02$), etkilenmiş taraf ile kas kuvvetleri arasında ilişki bulunmadı. Diğer yandan, Y testi posterolateral uzanma mesafesi ile cerrahi geçirmiş bireylerin etkilenmiş taraf hamstring ($r=0.40$, $p=0.04$) ve quadriceps ($r=0.51$, $p=0.007$) kas kuvvetleri arasındaki ilişki anlamlı iken, etkilenmemiş tarafın sadece quadriceps ($r=0.50$, $p=0.008$) kas kuvveti ile ilişki bulundu. Sağlıklı bireylerde Y testi posterolateral uzanma mesafesi ile kas kuvveti arasında ilişki bulunmadı.

Sonuç olarak hamstring otogreft ile ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş bireylerde dinamik dengenin farklı yönleri ile farklı kas gruplarının izokinetik kuvvetleri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu gösterildi.

Anahtar Kelimeler: Postural Denge, Kas kuvveti, Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu, Quadriceps kası

ABSTRACT

Ulusoy B. Correlation between isokinetic knee strength and dynamic balance after ACL reconstruction with hamstring autograft. Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Program in Sports Physiotherapy, MSc. Thesis, Ankara, 2014. The aim of this study was to investigate the relationship between isokinetic knee strength and dynamic balance of those completing 12 week rehabilitation program in patient with ACL reconstruction with hamstring autograft. To measure quadriceps and hamstring strength , isokinetic muscle testing (ISOMED 2000) was performed at 60°/s and 180°/s angular velocities. Y balance test with anterior, posteromedial and posterolateral reach directions was used to assess the dynamic balance. Isokinetic tests and balance test have been implemented on two groups of volunteering participants, all of which were male, with Control Group (n=30), Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Group (n=30). Pearson correlation test was used to determine the correlation between knee strength and dynamic balance. When the values were assessed in statistical terms, in involved knee Quadriceps ($r=0.48$, $p=0.001$) and Hamstring muscle ($r=0.51$, $p=0.006$) strengths were found positively correlated with anterior reach distances of Y balance. On the other hand, There were no correlation between anterior reach distances of Y balance and quadriceps and hamstring muscle strengths involved knee and control group. Correlation between posterior reach distances of Y balance test and muscle strength differed according to muscles and groups. In uninvolved knee ($r=0.45$, $p=0.02$) and control group ($r=0.6$, $p=0.02$) Quadriceps and Hamstring muscle strengths were found positively correlated with posteromedial reach distances of Y balance. On the other hand, There were no correlation between posteromedial reach distances of Y balance and muscle strengths in uninvolved knee. On the other side There were significant correlation between posterolateral reach distances and hamstring ($r=0.40$, $p=0.04$), quadriceps ($r=0.51$, $p=0.007$) muscle strengths, and correlated with quadriceps muscle ($r=0.50$, $p=0.008$) in involved knee. There were no correlation between between posterolateral reach distances and muscle strengths in control group. Consequently, result of our study demonstrated that there was a positive correlation between different reach directions and the strengths of the different muscle groups of the individuals having ACL reconstruction through hamstring autograft.

Keywords: Postural Balance, Muscle Strength, Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Quadriceps Muscle

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER	x
TABLolar	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ön Çapraz Bağın Anatomik Yapısı	3
2.2. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Mekanizmaları	4
2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarına Neden Olan Risk Faktörleri	5
2.3.1. Dış etkenlere bağlı risk faktörleri	6
2.3.2. Sporcuya bağlı risk faktörleri	6
2.4. Hamstring kaslarının ÖÇB ile ilişkisi	10
2.5. Quadriceps ve ÖÇB ilişkisi	11
2.6. Denge ve Nöromusküler Eğitim	12
2.7. Hamstring ve Quadriceps Kaslarının Fonksiyonel Performanstaki Önemi	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1. Katılımcılar	18
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Değerlendirme	19
3.2.2. Araştırmanın Modeli	19
3.3.2. Denge Testi	20
3.3.3. Kas Kuvvet Analizi	22
3.4 İstatiksel Analiz	23
4. BULGULAR	24
4.1. Tanımlayıcı Bulgular	24

4.2 Klinik Bulgular	24
4.2.1 Dengenin Değerlendirilmesi	24
4.2.2. Diz kas kuvveti	25
4.2.3 Dinamik Denge ve Kas Kuvveti	26
5. TARTIŞMA	39
5.1 İzokinetik Kas kuvveti	39
5.1.1 İzokinetik Hamstring Kas Kuvveti	39
5.1.2 İzokinetik Diz Ekstansiyon Kas Kuvveti	40
5.2 Dinamik Denge	42
5.3. İzokinetik Kas Kuvveti ile Dinamik Denge arasındaki İlişki	43
5.3. Çalışmanın Limitasyonları	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
EKLER	
Ek 1. Etik Kurul Onayı	
Ek 2. Aydınlatılmış Onam Formu	
Ek 3. Rehabilitasyon Programı	

SİMGELER VE KISALTMALAR

±	: Artı eksi
ACL	:Anterior Cruciate Ligament
AM	: Anteromedial
cm	: santimetre
LUT	: Lisans Üstü Tez
m	: Metre
mm	: Milimetre
mm ²	: Milimetrekare
N	: Birey sayısı
N	: Newton
Nm	: Newtonmetre
ÖÇB	: Ön Çapraz Bağ
p	: İstatiksel yanılma olasılığı
PL	: Posterolateral
s	:Saniye
SEBT	: Star Excursion Balance Test
Spss	: İstatiksel Analiz program
SS	: Standart Sapma
VKI	: Vücut Kitle İndeksi

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.9.1. Denge Sistemi	14
3.3.2.1. Modifiye Star Excursion Testi için üzerinde durulan ayak ve uzanma yönleri	21
3.3.2.2. Y Denge Testi ile dengenin değerlendirilmesi	21
3.2.3.1 ISOMED 2000 izokinetik sistem ölçümü	23
4.2.2.1 Kas Kuvvet Defisit	26
4.2.3.1.1 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki	27
4.2.3.1.2 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki	28
4.2.3.2.1 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki	29
4.2.3.2.2 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki	30
4.2.3.3.1 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki	31
4.2.3.3.2 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki	32
4.2.3.4.1 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki	33
4.2.3.4.2 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki	34
4.2.3.5.1 Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki	35
4.2.3.5.2 Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki	36
4.2.3.6.1 Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki	37

4.2.3.6.2	Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki	38
-----------	---	----

TABLOLAR

		Sayfa
4.1.1	Bireylerin tanımlayıcı bulguları	24
4.2.1.1	Grupların Modifiye SEBT'e göre uzmanma mesafelerinin karşılaştırılması	25

1. GİRİŞ

Spor yaralanmaları içerisinde, temas olmayan veya minimal temasın söz konusu olduğu yaralanmalar tüm yaralanmaların %70lik kısmını oluşturur (1). Ön çapraz bağın temel yaralanma mekanizmaları ani hızlanma ve yavaşlama içeren dönüş hareketleri, ayak sabit pozisyonda iken yapılan ani yön değiştirmeler ve spor sırasında dize dışarıdan gelen darbelerdir (2). ÖÇB artroskopik rekonstrüksiyonu ön çapraz bağ yetmezliği olan bireylerde ön çapraz bağ fonksiyonunu restore etmek ve ileride oluşabilecek osteoartrit ve diz eklemine diğer yumuşak dokularında oluşabilecek dejenerasyon riskini azaltmak amacıyla hazırlanmış olan greftlerin femur ve tibiaya açılan tünellere ön çapraz bağ fonksiyonunu yerine getirecek şekilde tespit edilmesi işlemidir (2,3). Rehabilitasyon ön çapraz bağ yaralanmalarının hem konservatif hem de cerrahi tedavisinde önemli bir yer tutar. Ön çapraz bağ rehabilitasyonunun amacı bireyi mümkün olan en kısa sürede fakat emniyetli bir şekilde spora veya aktiviteye döndürmektir. Literatürde hangi greft türü ile yapılmış olursa olsun ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş hastalarda görülen bu kuvvet yetersizliğinin zamanla azalmasına karşı, uzun yıllar sonra bile bu kaslardaki zayıflığının devam ettiğini ortaya koyan çalışmalara rastlamak mümkündür (4-14). Dinamik denge, hareket esnasında destek yüzeyinin dışına çıkan ağırlık merkezine karşın, düşmeyi veya yaralanmayı önlemek için oluşturulan postürü koruma yeteneği olarak tanımlanmakta ve dinamik dengenin bozulması ön çapraz bağ yaralanmasının birincil nedenleri arasında varsayılmaktadır. Cerrahi sonrası denge değerleri düzelmesine rağmen yeterli olmayıp mutlaka denge eğitimine ihtiyaç duyulmaktadır (15,16). Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası ön çapraz bağ üzerindeki yükü azaltmak, dizin tekrar yaralanmasını önlemek, dizin stabilitesini ve diz kas kuvvetini arttırmayı sağlamak için denge eğitimi ön çapraz bağ rehabilitasyonunun vazgeçilmez unsurlarından biridir (15,17-19). Fakat ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda dinamik denge ile diz kas kuvvetleri arasındaki ilişki halen tam olarak ortaya konamamıştır. Bundan dolayı bu çalışmanın amacı hamstring otogreft ile ön çapraz bağ geçirmiş hastalarda izokinetik diz kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

Çalışmamızdaki hipotezlerimiz şunlardır:

H0: Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası diz kas kuvveti ile dinamik denge arasında ilişki yoktur.

H1: Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası diz kas kuvveti ile dinamik denge arasında ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

Günümüzde spora karşı ilgiye paralel olarak görülen sporcu sayısındaki artışa bağlı olarak spor yaralanmalarında da artış gözlenmektedir. Spor yaralanmaları içinde en fazla görülen diz yaralanmalarından birisi de Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) yaralanmalarıdır. ÖÇB yaralanmaları tedavi edilmediği takdirde ilerleyen dönemde dizde menüsküs dejenerasyonuna ve osteoartrite, ayrıca ileri derecede ağrı, fonksiyon kaybı ve yaşam kalitesinde azalmaya sebep olmaktadır (20,21).

2.1. Ön Çapraz Bağın Anatomik Yapısı

Uzunluğu 22 ile 41 mm, genişliği ise 7 ile 12 mm arasında değişen Ön çapraz bağın femoral yapışma noktası, anterior sınırını “Resident’s Ridge” adı verilen çentiğin lateral sınırındaki longitudinal kemik kabarıntısı, superior sınırı lateral femoral kondilin medial duvarı ile interkondiler çentik çıkıntısının birleşim yerinin oluşturduğu bölgedir. Inferior ve posterior sınır ise lateral femoral kondilin artiküler sınırından 3mm uzaklıkta yer almaktadır (22). Ön çapraz bağ interkondiller fossadan anteromedial ve distale doğru seyreder. Bu doğrultuda seyrederken femoral yapışma yerinden 10-12 mm sonra yelpaze şeklinde açılıp kendi etrafında dışa rotasyon yapmaya başlar. Ön çapraz bağın yaptığı bu rotasyon ve yelpaze şeklinde açılma hareketi bu bağın değişik plan ve boyuttaki tibial yapışma noktasına uyum sağlamasına yardımcı olur.

Ön çapraz bağın enine kesit alanı herhangi bir geometrik şekle sahip olmayan, femurdan tibiaya doğru gittikçe artan ve düzensiz bir görünüme sahiptir. 1975 yılında Girgis ön çapraz bağın anteriomedial ve posterolateral olmak üzere iki demete ayırarak incelemiştir (23). (Şekil 2.2.1) Anteromedial demet, femoral yapışma yerinin proksimal ve anterior bölgesinden başlayıp, tibial yapışma yerinin anteromedialine uzanır ve uzunluğu 36.9 ± 2.9 mm kadardır. Posterolateral demet ise femoral yapışma yerinin posterior ve distalinden başlayıp, tibial yapışma yerinin posterolateraline gider ve uzunluğu 20.5 ± 2.5 mm’dir (24,25). Frontal düzlemde bakıldığında anteromedial demet daha vertikal yerleşimli olup horizontal diz hattı ile yaklaşık 70° açı yapmakta iken; posterolateral lifler daha horizontal yerleşimli olup horizontal diz hattı ile yaklaşık 50° açı yapmaktadır (26,27).

Ön çapraz bağ eklem içinde olmasına rağmen sinovial bir membran ile sarılmış olmasından dolayı ekstrasinovial bir yapı olarak kabul edilmektedir (28). Ön ve arka çapraz bağların kanlanması popliteal arterin bir dalı olan orta genikuler arter tarafından sağlanır. Posterior kapsülü çaprazlayarak aşağı doğru seyreden bu arter interkondiller çentikteki yumuşak doku ve ligamentleri besleyen dallar verdikten sonra geniş bir şekilde ön çapraz bağı besler. Ardından posteriora dal vererek tibianın üst kısmına kadar ulaşır (29).

Ön çapraz bağ tibial sinirin bir dalı olan posterior artikular daldan inerve olur. Posterior artikular dallar eklem kapsülünden girer, sinoviyal ve periligamentöz damarlarla birlikte infrapatellar yağ yastıkçığının önüne kadar ilerler. Bu sinir liflerinin büyük bir kısmı ligament içindeki bağlarla olan ilişkilerinden dolayı vazomotor görevlere sahiptir. Ancak bazı lifler damarlardan bağımsız olarak seyrederek ve ligamentin fasikülleri arasına girerek buradaki reseptörlere bağlanırlar (30,31).

2.2. Ön Çapraz Bağ Yaralanma Mekanizmaları

ÖÇB yaralanmaları darbe sonucu veya herhangi bir temas olmaksızın gerçekleşebilir. Yaralanmaların %70-84'ünün herhangi bir fiziksel temas olmadan dizde meydana gelen aşırı rotasyonel kuvvetler sonucu gerçekleştiği ortaya konulmuştur (32-34).

Berns ve ark., kadavralarda dize aynı anda çok yönlü yükleme uygulamış ve bağın hangi yönde daha fazla gerildiğini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda bağın anteromedial demetlerinin 30 derece diz fleksiyon pozisyonunda uygulanan tibial anterior translasyon ve valgus zorlaması ile maksimum gerildiği görülmüştür (35). Posterolateral bant ise dizin hiperekstansiyon pozisyonunda maksimum gerginliğine ulaştığını göstermiştir. Diğer yandan, Fleming ve ark. 20 derece diz fleksiyonunda bağın en çok anterior tibial translasyon ve internal rotasyon momenti ile gerildiği; fakat varus-valgus ve dış rotasyon momentinin gerilim üzerine etkisinin daha az olduğunu söylemiştir (36). Bu sonuçlar ÖÇB gerilmesinde temel faktörün anterior translasyon olduğunu ve varus-valgus ve iç rotasyon yönündeki yüklenmelerin de ÖÇB'deki gerilmeyi arttırdığını göstermektedir.

Temas olmaksızın meydana gelen ÖÇB yaralanmasına neden olan en sık mekanizmalar; ani yavaşlama, ani yön değiştirme ve kesme manevraları, sıçrama

sonrası inme fazında diz ekstansiyonu ile yere inme, diz ekstansiyonda ve ayak yerde sabit pozisyona iken dizin dönmesidir (34,37,38). Diz hiperekstansiyon ve hiperfleksiyon pozisyonlarında daha az yaralanma meydana gelmektedir (33,39,40).

Yukarıda bahsedilen yaralanmaların meydana geldiği aktiviteler sporda sıklıkla kullanılmasına rağmen ÖÇB yaralanmaları sporcuların tümünde görülmez. Yaralanmalar sporcunun kendisine ait faktörlerden olabileceği gibi ve spor yapılan ortama ve sporcunun kullandığı ekipmana bağlı faktörlerden de meydana gelebilir. Son yıllarda kayak sporunun yaygınlaşmasıyla indirekt mekanizmalar ile yaralanmalar sıklaşmıştır. Klasik mekanizma, öne doğru düşerken kayağın iç tarafının kara saplanarak dize valgus ve dış rotasyon kuvvetlerinin gelmesi ile oluşan *acemi kayakçı yaralanması*dır. Bu sırada iç yan bağ ve ÖÇB yaralanması oluşur. Bir diğer mekanizma ise dengesini yitiren ve arkaya doğru düşmekte olan kayakçının tekrar dengesini sağlamak için ani ve kuvvetli biçimde quadriseps kasılması ile birlikte yüksek kayak ayakkabılarının arka uzantılarının yarattığı pasif öne çekmece kuvvetlerinin kombinasyonudur, buna da *usta kayakçı yaralanması* denir. Kuvvetli ve ani quadriseps kasılmalarına bağlı ÖÇB yırtıklarına basketbol ve futbolcularda yön değiştirmek için ani yavaşlama sırasında da rastlanır. Futbolcuların çoğunluğunda, ayak yere sabit basarken ve yük altında iken karşı tarafa dönmek istendiğinde gövde dönüp bacak dönmemektedir. Bu sırada fleksiyondaki dize gelen valgus ve dış rotasyon kuvveti ile yaralanma ortaya çıkar. Basketbol oyuncularında ise “rebound” a çıktıktan sonra ayak iç rotasyonda ve diz ekstansiyonda yere düştüklerinde ÖÇB yırtığı gelişir.

2.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarına Neden Olan Risk Faktörleri

Risk faktörleri dış etkenlere bağlı (eksternal) ve sporcuya bağlı (internal) olarak ikiye ayrılır (41). Hava durumu, ayakkabı ve zemin ilişkisi ve müsabaka gibi faktörler eksternal risk faktörlerini oluştururken, internal risk faktörlerini ise femoral interkondiler çentiğinin boyutu, posterior tibial eğim, Quadriceps açısı, vücut kitle indeksi, diz eklem laksitesi, hormonal farklılıklar, nöromusküler ve biyomekanik faktörler oluşturmaktadır.

2.3.1. Dış etkenlere bağlı risk faktörleri

Müsabaka

Sporcunun müsabaka sırasındaki mücadele seviyesi ve mücadele şekli ÖÇB yaralanmalarına neden olabilecek bir faktördür. Myklebust ve ark., sporcuların müsabaka sırasında antrenmana göre daha fazla yaralanma geçirdiklerini göstermişlerdir (42).

Ayakkabı-zemin ilişkisi

Kalın yapraklı doğal çimlerde ayakkabı yere daha fazla tutunduğundan yaralanmanın daha sık görüldüğü belirtilmiştir (43). Futbol sporundan örnek yapılacak olursa; Suni çimlerde ise doğal çimlere oranla sürtünmenin daha fazla olması ve şok absorpsiyon özelliğinin daha az olması sebebiyle yaralanmalar daha fazla görülmektedir (44).

Hava durumu

Açık havada yapılan sporlarda Doğal ve sentetik çim üzerinde yapılan çalışmalarda kuru ve sıcak havalarda nemli ve soğuk havalara oranla daha fazla diz yaralanması görülmüştür. Bunun nedeni ise sıcak ve kuru havalarda ayakkabı ile yer arasındaki sürtünme ve torsiyonel direncin daha fazla olmasıdır (45,46).

Yukarıda belirtilen dış etkenlere bağlı risk faktörleri değiştirilebilir ve adapte edilebilir oldukları için ÖÇB yaralanmalarının önlenmesinde önemli yer tutmaktadır.

2.3.2. Sporcuya bağlı risk faktörleri

ÖÇB yaralanması geçiren hastalara bakıldığında yaralananların %57-69'unun erkek olduğu görülmektedir (47-49). Bunun nedeni erkeklerin spora katılımının kadınlara oranla daha fazla olmasıdır. Fakat kadınların ÖÇB yaralanmaları açısından erkeklere göre daha fazla risk taşıdığı gösterilmiştir. ÖÇB yaralanma oranlarındaki bu farklılığa cinsiyetler arasında anatomik, hormonal, nöromusküler ve biyomekanik farklılıkların neden olduğu düşünülmektedir (50-54). Anatomik faktörleri değiştirmek mümkün olmasa da, nöromusküler ve biyomekanik mekanizmaları bilmek ve bunları tanımlayarak yaralanma riskini azaltmak mümkündür.

Quadriceps açısı (Q açısı)

Artmış Q açısı dizdeki statik ve dinamik valgus stresini arttıracığından artmış Q açısı ÖÇB yaralanmasına neden olabilecek risk faktörleri arasında yer almaktadır. Shambaugh ve ark., ÖÇB yaralanması geçiren kadın basketbolcularda Q açısının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (55).

Posterior Tibial Eğim

Posterior tibial eğimdeki artış, tibianın öne translasyonu ile ilişkilidir (56). Lateral platodaki tibial eğimin artması, tibiofemoral yüklenme sırasında femur kondillerinin posterior deplasmanına ve buna bağlı olarak tibianın anteriora translasyonuna neden olur; bu durumda ÖÇB gerilir. Stijak ve ark., ÖÇB yaralanması geçirmiş kişilerde lateral tibial eğimin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (57.) Giffin ve ark. da, posterior tibial eğimi arttıran osteotomiler sonrasında tibianın anteriora translasyonunun arttığını göstermişlerdir (58).

Vücut Kitle İndeksi

Vücut kitle indeksindeki artış, sıçrama sonrası yere inme fazında dizin daha fazla ekstansiyonunu gerektirdiği için ÖÇB yaralanması açısından risk faktörü olarak kabul edilmektedir(59).

Diz eklem laksitesi

Hiperekstansiyon ve artmış tibio-femoral translasyon kadınlarda daha yüksek oranda görülmekte olup, ÖÇB yaralanması açısından bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (42). Eklem laksitesi ve bunun sonucunda oluşan aşırı hareketlilik eklemde var olan dinamik yapısını değiştirmekte ve ön çapraz bağı yaralanma açısından riskli hale getirmektedir. Özellikle kadın sporcularda östrojen seviyesinin en yüksek noktaya ulaştığı menstürel siklüsün preovulatar fazında eklem laksitesi artarak ÖÇB yaralanma riskini arttırmaktadır (60). Rozzi ve ark., 34 sporcuda yaptıkları çalışmada, diz eklem laksitesini, eklem kinestezisini, alt ekstremite dengesini, kas aktivitelerini elektromyografik olarak incelemiş ve aşırı eklem laksitesinin, eklem propriyosepsiyonunu azalttığını, ve bunun da dizi potansiyel zararlı

kuvvetlere karşı dizi daha hassas yaptığını bildirmişlerdir. Böylece yaralanma riskinin arttığını vurgulamışlardır (23).

ÖÇB boyutları ve interkondiler çentik genişliği

Cinsiyetler arasında farklılık gösteren ön çapraz bağın boyutları ve interkondiler çentik genişliği ÖÇB yaralanma riski ile ilişkilendirilmektedir. Ön çapraz bağı kısa ve enine kesit oranının az olduğu bireylerde daha fazla yaralanma görülmüştür (61,62). Diğer yandan interkondiler çentikteki darlığın da yaralanma riski ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (63,64). Hoyeta ve ark., iki taraflı ÖÇB yaralanması geçiren bireylerde çentik genişliğinin, tek taraflı ÖÇB yaralanması geçirenlere göre daha dar olduğunu belirtmiştir (65). Shelbourne ve ark., ÖÇB rekonstrüksiyonu yaptıkları 718 hastanın interkondiler çentik genişliklerini ölçtüklerinde çentik genişlikleri 15 mm ve altındaki sporcularda ÖÇB yaralanma insidansının 5 misli daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır.

Hoteya ve ark., iki taraflı ÖÇB yaralanması geçiren bireylerde çentik genişliğinin, tek taraflı ÖÇB yaralanması geçirenlere göre daha dar olduğu belirtmiştir (65). Sonuç olarak dar bir çentikte boyut olarak küçük bir ÖÇB, zayıflığından dolayı yaralanmaya daha meyillidir. Öte yandan dar bir çentikte normal boyutlarda bağda ise çentikte sıkışma riski ve bununla beraber dejenerasyon riski daha fazladır.

Hormonal risk faktörleri

ÖÇB üzerinde cinsiyete göre farklılık gösteren hormonlara ait reseptörler bulunur (66,67). Bu yolla östrojen testosteron, progesteron gibi hormonlar bu bağın yapı, metabolik ve mekanik özelliklerini etkiler. Bağ yaralanmaları menstrual siklusun farklı dönemlerinde farklı oranlarda görülmektedir. ÖÇB yaralanmaları en fazla ovulasyon öncesi dönemde (28 günlük siklusun ilk 9-14 günü) görülmektedir (68-71). Arendt ve ark., kadın alp disiplin kayakçılarında ÖÇB yaralanmalarının %74'ünün ovulasyon öncesi dönemde meydana geldiğini belirtmişlerdir (71). .Wojtys ve ark., ÖÇB yaralanması olan 28 kadın sporcuyu yaralanma mekanizması, menstrüel döngü, kontraseptif kullanımı ve daha önce yaralanma hikayesi olup olmamasına göre değerlendirmiş ve mestrüel döngünün ovulatuar safhasında yaralanmanın arttığını; buna karşın foliküler safhada ise daha az yaralanma olduğunu saptamışlardır (72).

ÖÇB yaralanmalarının bu dönemde en üst seviyeye çıkmasının nedeni ise bu dönemde östrojen seviyesinin en üst noktaya çıkması olarak düşünülmektedir. Östrojen artışına paralel olarak artış gösteren eklem laksitesi ile bağ yaralanma oranlarında artış meydana gelmektedir. Diğer yandan testosteron, progesteron gibi diğer hormonların etki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır.

Nöromusküler ve biyomekanik faktörler

Ön çapraz bağ yaralanmaları, sıçrama esnasında yere inme fazında, ani yavaşlama ve lateral pivot hareketleri esnasında ayağın yere temas ettiği ilk 100 milisaniye içinde gerçekleşir (73,74). Bu ilk temas esnasında oluşan yükleri, bireyin azaltma dağıtma ve zararsız hale getirebilme yeteneği yaralanmayı önleme açısından önemlidir. Kadınların erkeklere göre sıçrama sonra yere inme fazında ekstremiteye gelen yükü azaltabilme yeteneklerinin daha az olduğu çalışmalarla desteklenmiştir.

Diz ani zorlanmalara karşın yaralanmayı önlemek amacıyla çift eklem geçen kasları eklemi koruyacak bir biçimde aktive ederek nörolojik bir cevap oluşturur. Yetersiz veya gecikmiş nörolojik uyarım sonucu bu koruyucu kas aktivasyonu dizi koruma açısından yetersiz kalır ve ÖÇB yaralanmasına sebep olur. Normal bir dizde ani zorlanma esnasında yaralanmayı önlemek için quadriceps ve hamstring kaslarının arasındaki kas dengesi ve kasılma hızları önemlidir. Quadriceps ani kasılma sonucunda tibianın anteriora translasyonuna neden olur ve ön çapraz bağın antagonisti olarak çalışarak yaralanmaya sebep olabilir. Diğer taraftan hamstring ön çapraz bağın agonisti olarak çalışır ve diz eklemine stres kalkanı olarak kabul edilir. Bu sebeple hamstring kaslarındaki zayıflık, yüksek esneklik ve gecikmiş motor sinyali kişiyi bağ yaralanma açısından daha riskli hale getirmektedir.

Sıçrama sonrası yere inme fazında ve ani yavaşlama esnasında alt ekstremiteye gelen yer reaksiyon kuvveti alt ekstremite eklem ve kaslarının kombine ve sinerjist halde çalışması ile absorbe edilir. Yere inme fazında ilk ayak parmak uçları yerle temas ederek gastro-soleus kaslarını aktivasyonunu sağlar ve diz ile ayak bileğini köprüleyerek yükün absorpsiyonunu sağlar. Eğer ayak parmak ucu teması ile değil direk taban teması ile yere inme fazına başlanırsa gastro-soleus kompleksi daha geç aktif hale gelir ve yer reaksiyon kuvveti direkt diz eklemine aktarılır. Boden ve ark., ÖÇB yaralanması geçiren sporcuların yere inme fazında parmak ucu yerine arka ayak

veya ayak tabanı ile indiklerini, yaralanma görülmeyen sporcuların ayak önünü kullandığını belirtmişlerdir (75).

Sıçrama sonrası yere inme fazında ayak teması olduğu kadar dizin durumu da önem taşımaktadır. Yere inerken olan dizdeki valgus zorlanmasının ÖÇB yaralanması ile ilişkisini koyan pek çok çalışma mevcuttur. Olsen ve ark., yaptıkları iki boyutlu video incelemesinde ÖÇB yaralanması esnasında belirgin bir valgus momentinin oluştuğunu tespit etmişlerdir (76).

Eklemlerin kompresyon güçleri

Quadriceps kasının ön çapraz bağ yaralanmasındaki etkisi hala tartışmalı konular arasında olup genel görüş tam ekstansiyon ve tam ekstansiyona yakın derecelerde bu kasın ani ve sert kasılması sonucu tibianın anteriora zorlandığı ve bağın yaralandığı şeklindedir (77-79). Bir diğer görüş ise quadriceps kasının düşük fleksiyon açılarında tibiayı anteriora çekme gücünün önemsenmeyecek derecede az olduğu ve eklemlerde kompresif bir güç yarattığı yönündedir (80). Bu çalışmalar; düşük fleksiyon açılarında patellar tendonun tibiayla yaptığı açının paralele yakın olduğu ve bu sebeple tibianın anteriora translasyon etkisinin daha az olduğu görüşünü desteklemektedir.

Hamstring kasının aktivasyonu sonucu dizin öne gitmesini önleyici etkisinin olduğunu ileri süren görüşler yaygın olmasına rağmen bu kasın mekanizmaya etkisi de halen tartışmalıdır. Yapılan çalışmalar tam ekstansiyondaki dizde hamstring kaslarının kontraksiyonunun dizde ÖÇB yi korucuyu etkisinden çok kompresif etki yarattığını belirtmiştir (79-82).

Sonuç olarak; ekstremiteye binen yükü azaltma yeteneğindeki yetersizlik, yere inme fazındaki kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin pozisyonu ve dinamik farklılıklar, bunlara ilave eklem laksitesindeki artış sporcularda artmış ÖÇB yaralanma insidansını açıklayabilir.

2.4. Hamstring kaslarının ÖÇB ile ilişkisi

Hamstringler ÖÇB ile agonist olarak çalışarak tibianın anteriora translasyonunu önlediği kabul edilmektedir. Hamstring ÖÇB ile sinerjist olarak çalışır ve anterior tibial translasyonu kısıtlayacak posterior tibial çekme güçlerini oluşturarak bu bağı aşırı ve zararlı streslerden korumaktadır. Başka bir deyişle hamstringler ÖÇB

yüklenmesini kısıtlar, bu sebeple hamstring kaslarının nöromusküler kontrolü, dinamik eklem stabilitesi için çok önemlidir(83-85).

Sonuç olarak hamstring kontraksiyonu ile;

- Anterior tibial parçalama güçleri azalır (86).
- Anterior tibial translasyon azalır (86,87).
- ÖÇB üzerine gelen strain azalır (88).
- ÖÇB yüklenmesi azalır (87,89).

Hamstringlerin dizin primer stabilizatörleri olmaları nedeniyle, ÖÇB yaralanması sonrası rehabilitasyonun erken döneminden itibaren kuvvetlendirilmesi gerekmektedir. (90). Yapılan model ve kadavra çalışmaları izometrik quadriceps kontraksiyonu ile beraber yapılan hamstring kontraksiyonunun tibianın öne doğru yer değiştirmesini ve ÖÇB üzerine gelen strain ve yüklenmeyi önemli derecede azalttığını bildirmektedir (83-85,91). Bu sebeple kontrollü izometrik quadriceps egzersizleri ile beraber yapılan hamstring kas kasılması ve hastalara bu yönde verilen eğitim oldukça faydalı sonuçlar vermektedir (83).

2.5. Quadriceps ve ÖÇB ilişkisi

ÖÇB cerrahisi sonrası quadriceps kas zayıflığının 2 yıla kadar sürebildiği birçok çalışma tarafından ortaya konmuştur (92-94). Bu sebeple quadriceps kuvvetlendirme egzersizlerine cerrahiden sonraki ilk haftadan başlamak gereklidir (95,96).

Quadriceps kas kuvveti ile fonksiyonel stabilite arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (97). Quadriceps kas aktivasyonu ile diz eklem aralığı açılmakta ve 0-70 derece arasındaki fleksiyonda anterior tibial translasyona neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda gastrocnemius kasının ÖÇB'nin antagonisti; soleus kasının ise agonisti olarak işlev gördüğünü göstermiştir. Bu durum baldır kaslarının diz stabilizasyonu üzerinde önemli rol oynadığını düşündürmektedir (98).

2.6. Denge ve Nöromusküler Eğitim

Denge, dinlenme ve aktivite anında yer çekimi merkezinin değişikliklerine karşı hızlı ve postüral olarak yapılan uyum olarak tanımlanmaktadır. Bu uyum, vestibüler, propriyoseptif ve görsel verilerin merkezi sinir sisteminde birleştirilip, değerlendirilmesi ile sağlanmaktadır (99).

Denge, statik ve dinamik olarak ikiye ayrılır;

Statik denge: Stabil bir destek düzeyinde ve eksternal hiçbir kuvvette ihtiyaç duyulmadan genel postürün veya vücut bölümlerinin belirli pozisyonda korunması amacıyla otomatik olarak sağlanan dengedir (100).

Dinamik denge: Hareket boyunca dengeyi koruma, sürdürme veya yeniden dengenin düzenlenmesi olarak tanımlanabilir. Dinamik denge, yerçekimi pozisyonunun merkezinin bozulmasına otomatik postüral cevapları içerir. Postüral salınım, dengenin sürdürülmesinin bir göstergesi olarak kullanılır. Normal denge, hem postürü sürdürmek için yerçekimine ait güçlerin, hem de dengeyi sürdürmek için ivmelenme güçlerinin kontrolünü gerektirir. Biyomekaniksel olarak incelendiği zaman, dinamik denge durumunda vücut hareket halindedir ve bazı eksternal kuvvetlere ve momentlere maruz kalarak bir ivme yaratır. . Hareket halinde olma sebebiyle dinamik denge gerektiren işler, statik denge gerektiren işlerden daha komplekstir (101-104).

Dengenin sağlanabilmesi için sensorial sistem, kas-iskelet sistemi ve merkezi sinir sisteminin koordineli olarak çalışması gerekmektedir (105).

Dengenin sağlanmasında üç aşama vardır: vizüel sistem, vestibüler sistem, propriyoseptif sistem

Vizüel Sistem: Vizüel sistem, görme duyusu ve çevreden gelen bilgilerin serebrumdaki (beyin) görme merkezine ulaştırırken, alınan bilgiler doğrultusunda dengede sağlanmaktadır. Vücut pozisyonunun görerek düzeltilmesi, dengenin dış çevredeki uyarılardan etkilenmesi bu sistemin kontrolündedir (106). Gözlerin hemen arkasındaki retinada, özel duyu reseptörlerinin yer aldığı çubuk ve koni hücreleri bulunur. Bu reseptörler ışığa karşı duyarlıdır. Üzerindeki optik sinirler yoluyla beyine dengeyi sağlamada yardımcı olacak görsel verileri iletirler (107). Gözler, görme korteksi sayesinde vücudun uzay içindeki yerini (baş aşağı vs.) ve hareketin yönünü belirler.

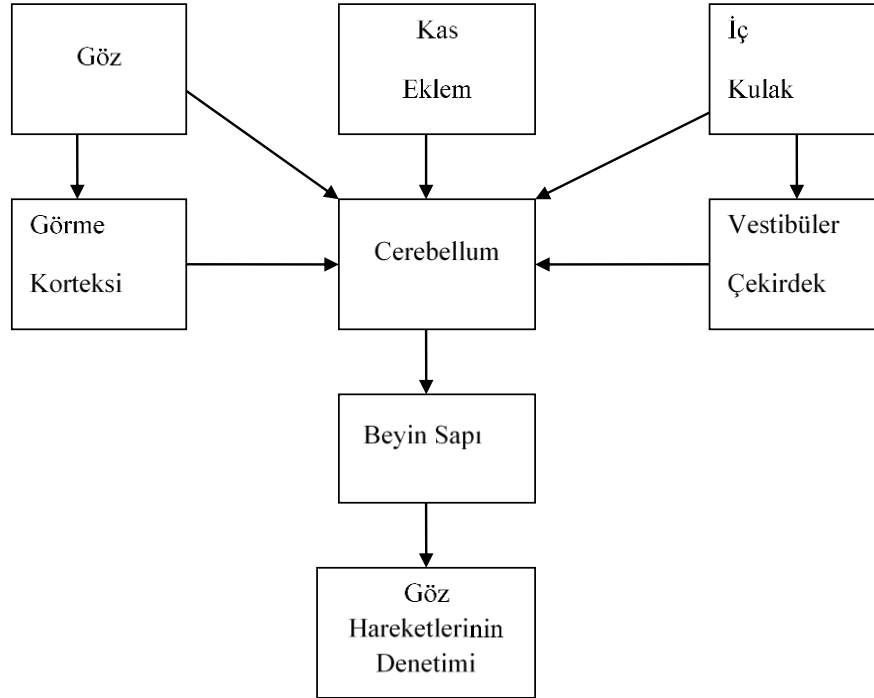
Propriyoseptif Sistem: Propriyosepsiyon eklemler ve bunları saran dokularda bulunan reseptörler aracılığıyla oluşan nöral inputlarla sağlanan eklem ve ekstremitenin pozisyon algısıdır (108). Basit olarak vücut bölümlerinin uzaydaki konumundan bilinç ve bilinç dışı düzeyde haberdar olma yeteneği şeklinde tanımlanabilir (109,110). Kaslardaki ve eklemlerdeki algılama reseptörleri vücudun hangi parçasının hareket ettiğini belirler. Eklemlerde ve omurgada bulunan basınç reseptörleri vücudun hangi parçasının aşağıda olduğunu ve neresinin yere değdiğini belirler.

Proprioseptif duyu eklem stabilitesinin sağlanmasında ve sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır (111,112). Sherrington propriyosepsiyonun hem tüm vücut (postüral stabilite) hem de segmentlerin (eklem stabilitesi) stabilitesini sağlamak için gerekli olduğunu vurgulamıştır (113). Proprioseptif bilginin üç ana kaynağı olan mekanik, vestibüler ve vizüel veriler afferent yollarla merkezi sinir sisteminin üç kontrol kademesinde yani spinal kord, beyin sapı ve beyin korteksinde değerlendirildikten sonra, efferent yollarla geri döner ve hareket sisteminde uygun motor yanıtın oluşmasını sağlar .

Vestibüler Sistem: Kulak içindeki yarım daire kanalları (semisirküler kanallar) ile orta beyinde yer alan vestibüler çekirdekler ve ara yolların oluşturduğu bu sistem, vücudun dengesini refleks olarak sağlamaktadır. Vücudun aldığı pozisyona göre başın yerleştirilmesi ile bu uyum otomatik olarak korunmaya çalışılmaktadır. Kanalların içinde sürekli olarak hareket halinde olan bir sıvı ve kristal parçacıkları bulunur. Bu kristallerin hareketleri vücudun hareketleriyle aynı yönde olmaktadır. Dolayısıyla vücudun aldığı postüre göre, baş pozisyonlanarak, statik denge korunmaya çalışılırken, kanallar içindeki sıvı ve kristallerin akış yönleri, vücut hareketlerine uyum yapacak şekilde ayarlanarak dinamik durumdaki denge sağlanır(114). İç kulak (labirent), hareketin yönünü yani dönüp dönmediğini, ileri veya geri, bir yandan diğer yana ve yukarı veya aşağıya doğru olduğunu belirler.

Duyu organları doğrudan beyin sapıyla bağlantılıdır, aynı zamanda beyincik ve beyinle de bağlantıları vardır. Zemin, duvar, tavan gibi görsel bilgilerin ve yer çekiminin etkilerinin beyinde yorumlanması vücut oryantasyonu hakkında değerli ipuçları verir. Beyincik, denge duyu organlarından gelen bilgileri birbirleriyle kıyaslar,

işler ve sonuçta vücudun duruşunun ve gözün konumunun korunması için tüm vücut kaslarına refleks şeklinde yanıtlar gönderir. (Şekil 2.9.1)



Şekil 2.9.1. Denge Sistemi

Merkezi sinir sistemi, bu dört parçadan gelen uyarıları işler ve sonuçta koordinasyonu sağlamış bir algılama ortaya çıkar. Bununla birlikte karmaşık olmayan durumlarda bu sistemlerden sadece biri de yeterli olabilir (115).

Dengenin sağlanması sadece periferden gelen bilgilerin yorumlanması ile sağlanamaz, buna ilave olarak zamanında ve yeterli güçle oluşan kas aktivitesini de gerekmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, denge bozuklukları, artmış yaralanma riski ve yetersiz mobilizasyona bağlı sorunları beraber getirir (116-118).

ÖÇB'nin mekanik ve aynı zamanda sensöryel bir yapıya sahip olması ve de diz eklemi propriyosepsiyonunda önemli bir role sahip olması nedeniyle, ön çapraz bağ yaralanmasından veya tamirinden sonra denge problemleri görülebilmektedir (119). Yapılan çalışmalarda ÖÇB'nin nöral innervasyon açısından zengin bir yapı olduğu, ÖÇB lifleri içerisinde çok proprioseptif reseptörlerin bulunduğu gösterilmiştir (119-

121). ÖÇB yaralanması içeren bir diz probleminde propriosepsiyon defisiti, laksitede artış ve kuvvette azalma ortaya çıkabilir.

ÖÇB yaralanmaları veya ÖÇB yetmezliği aşağıdaki sorunlara yol açar:

1. Propriosepsiyon(120,121) ve dengede görülen kayıplar (122,123)
2. Kas kuvvetinde ve fonksiyonel performansta azalma (124,125)
3. Yaralanmış alt ekstremitede biyomekanik modifikasyon veya yaralanmış alt ekstremitenin bu duruma özel olarak geliştirdiği adaptif biyomekanik düzenlemeler (126,127)

Propriosepsiyonun, laksite ve kuvvetin diz eklem fonksiyonunu nasıl etkilediğini ve bunları ölçmekte kullanılan yöntemlerin klinik olarak bağlantılı olup olmadığını araştıran Roberts ve ark. , 36 ÖÇB yetersizliği olan hastada tek bacak yatay sıçrama testi ile ölçüm yapmışlar ve sonuçta zayıf propriosepsiyonun iki bacak arasındaki anterior laksite farkını arttırdığını ve hamstring kas kuvveti zayıf olan hastaların daha kısa mesafeler sıçrayabildiğini bulmuşlardır (128). Diz propriosepsiyonunun ölçümü hem fonksiyonel ($r=0,84$) hem de hasta tatmini ($r=0,9$) ile iyi korelasyon göstermektedir ki bu da propriosepsiyonun ÖÇB rekonstrüksiyonunda, tamirin klinik açıdan mükemmelliğinden daha büyük bir etken olduğunu göstermektedir (129). Bu nedenle denge eğitimi fonksiyonel aktivitelerde daha iyi bir performansı elde etmek ve hasta tatmini için önemlidir.

2.7. Hamstring ve Quadriceps Kaslarının Fonksiyonel Performanstaki Önemi

Diz etrafındaki kaslar diz hareket halinde iken eklemin stabilitesini sağlar. Bu kaslar ön tarafta quadriceps grubu, arka tarafta da hamstring grubudur. Hamstring kas grubu koşma, yürüme, dönüş, dizin stabilitesini sağlama ve gövde hareketlerinin kontrolünde birinci dereceden önemli iken; quadriceps femoris kası müsabaka sırasında sıçrama, denge, topa vuruş hareketlerinde birinci dereceden önemlidir (130). H/Q kuvvet oranı hamstring ve quadriceps arasındaki moment-hız kalıplarının benzerliklerini incelemek için ve dizin fonksiyonel yeterliliğini ve kas dengesini değerlendirmek için kullanılmaktadır.

H/Q oranı hız ile konuma bağlıdır ve yaralanma eğilimini yansıtır. Genel diz stabilizasyonunda fleksör-ekstansör kas kuvvet dengesinin önemli olması nedeniyle diz yaralanmalarında H/Q kuvvet oranı rehabilitasyonda önem taşımaktadır. H/Q

kuvvet oranı eklem fonksiyonel analizinde yaralanma sebepleri oluşturabilir ve spor yaralanmalarının gelişimindeki risklerin göstergesi olmakla birlikte rehabilitasyon sürecinde de kılavuzluk eder (131).

Fleksörlerin zayıflığı nedeniyle H/Q kuvvet oranındaki düşüklüğün hamstring yaralanmalarında önemli bir faktör olduğu ortaya konulmuştur. Bilateral kuvvet farklarının da önemli olduğu vurgulanmış ve kritik fark %10-15 olarak bildirilmiştir (132).

Yaralanmadan sonraki rehabilitasyon aşamasında da dizin H/Q kuvvet oranı farklarına dikkat edilmelidir. Yaralanmış bir diz bölgesi için tavsiye edilen H/Q kuvvet oranı sağlıklı karşı taraf ekstremitesi seviyesine çıkarılmasıdır (133). Karşılıklı kas grupları arasındaki kuvvet dengesini değerlendirmek için bu kas gruplarının kuvvet oranları ölçülür. Bazı araştırmacılar bu oranların diz eklem yaralanmalarını önceden belirleyebildiğine inanmaktadırlar (134).

H/Q kuvvet oranı maksimum diz fleksörü ve maksimum diz ekstansörü momentlerinin aynı açısal hız ve konsantrik moddaki ölçümlerinin birbirine oranı ile hesaplanır. Bu oranlar konvansiyonel oranlar (konsantrik hamstring kuvveti/konsantrik quadriceps kuvvet oranı veya eksentrik hamstring kuvveti/eksentrik quadriceps kuvvet oranı) ve fonksiyonel oranlardan (eksentrik hamstring kuvveti/ konsantrik quadriceps kuvvet oranı veya konsantrik hamstring kuvveti/ eksentrik quadriceps kuvvet oranı) oluşur (134). Aagaard ve ark (135) diz ekstansiyonu için eksentrik hamstring kuvveti ile konsantrik quadriceps kuvvet oranının, diz fleksiyonu için konsantrik hamstring kuvveti ile eksentrik quadriceps kuvvet oranının daha iyi değerlendirme sağlayacağını belirtmişlerdir.

Urbach ve arkadaşları (136) ise yaptıkları çalışmada ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireyler ile sağlıklı kontrol grubunun quadriceps kas kuvvetleri ile denge ile olan ilişkisini araştırmışlar ve ön çapraz bağ rekonstrüksiyon sonrası quadriceps kasındaki zayıflığın dinamik denge testindeki anteriora uzanma mesafesini azalttığını savunmuşlardır. Earl ve Hertel ise sağlıklı bireyler üzerine yaptıkları çalışmalarda dinamik dengenin uzanma yönleri ile hangi kaslar arasında ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır (137). Görüldüğü üzere yapılan değerlendirmeler ile denge ile diz kas kuvvetleri arasındaki ilişki ortaya konmuş fakat sağlıklı bireylerde ortaya konmasına rağmen diz kas kuvvetleri zayıflamış olan ÖÇB

cerrahisi geçirmiş bireylerde dinamik dengenin uzanma yönleri ile hangi kaslar arasında ilişki hala açıklanamamıştır . Biz çalışmamızda ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş bireylerde erken dönem diz kas kuvvetleri ile dinamik denge arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçladık.

HİPOTEZLER

H0: Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası diz kas kuvveti ile dinamik denge arasında ilişki yoktur.

H1: Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası diz kas kuvveti ile dinamik denge arasında ilişki vardır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu bölümde katılımcılar, araştırma modeli, veri toplama araçları ve verilerin analizi başlıklar halinde sunulmaktadır.

3.1. Katılımcılar

Araştırma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde yapıldı. Araştırma kapsamına yaşları 18-40 yıl arasında değişen hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyon cerrahisi geçirmiş 30 erkek birey alındı. Kontrol grubu sağlıklı bireylerden tercih edildi. Çünkü ön çapraz bağ cerrahisi geçiren bir birey fiziksel ve psikolojik olarak sağlam bacağına daha fazla kullanmaya meyillidir. Özellikle cerrahi sonrası erken dönemde alt ekstremitelerini kullanım alışkanlıklarında bir takım değişiklikler oluşabilmektedir. Bu faktörlerden uzak, tamamen sağlıklı ve yaşları 18- 40 yıl arasındaki bireylerin kontrol grubuna alınmasının test sonuçlarının objektivitesine katkıda bulunacağını düşünüldü ve herhangi bir cerrahi geçirmemiş ve dengeyi etkileyebilecek herhangi bir hastalığı olmayan yaşları 18-40 yıl arasında değişen 30 erkek birey gönüllü olarak katıldı.

Çalışma için gerekli olan etik kurul onayı Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı tarafından 28.11.2012 değerlendirme tarihinde, LUT 12/130-27 karar numarası ile kabul edildi (Ek 1).

Araştırma öncesinde katılımcılara çalışmanın amacı, içeriği açıklandı ve gönüllü olarak katılacaklarına dair Aydınlatılmış Onam Formu imzalatıldı (Ek 2).

Katılımcıların çalışmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri belirlendi. Buna göre; Hamstring tendon grefti ile tek demet tek tünel Endobutton ACL yöntemi ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olan, başka bir diz cerrahisi geçirmemiş olan, son 6 ay içinde herhangi bir diz yaralanması geçirmemiş olan, herhangi bir sistemik rahatsızlığı olmayan gönüllü bireyler çalışmaya dâhil edildi.

3 seanstan fazla rehabilitasyonu aksatan, cerrahi sonrası 3. aya kadar rehabilitasyon programına devam etmeyen, cerrahiden altı hafta sonra 90 derece fleksiyon, tam ekstansiyon, ağrı veya ödem kontrolünden herhangi birinin

sağlanamadığı, rehabilitasyon esnasında herhangi bir alt ekstremite yaralanması veya cerrahisi geçiren veya katılmak istemeyen bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Değerlendirme

Tüm katılımcılara doldurulan diz değerlendirme formuna göre bireylerin araştırmaya dahil edilip edilmemesine karar verildi. Araştırmamıza katılan tüm katılımcıların değerlendirmeleri Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde yapıldı.

3.2.2. Araştırmanın Modeli

Araştırmamızda hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası ve kontrol grubu olmak üzere iki grubun izokinetik diz kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişki incelendi. Bu kapsam dahilinde katılımcıların fiziksel özellikleri, dinamik denge becerileri ve diz kas kuvvetleri çeşitli testlerle belirlendi. Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ cerrahisi geçiren bireylere cerrahiden itibaren 3 ay boyunca standart rehabilitasyon protokolü uygulandı (Ek 3). 12. hafta sonunda bireylere dinamik denge testi ve izokinetik kas kuvvet ölçümü yapıldı.

3.2.2.1. Antropometrik ölçümler-Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi

Katılımcıların fiziksel özelliklerinin tespit edilmesi için bazı antropometrik ölçümler yapıldı. Bu amaçla boy uzunlukları cm olarak, vücut ağırlıkları kg cinsinden ölçüldü ve vücut kitle indeksleri belirlendi.

3.2.2.2 Boy uzunluğu

Boy uzunluğu ölçümü için düz bir duvar yüzeyinde sabitlenen mezurayla düzenek hazırlandı. Ölçüm katılımcılar çıplak ayakla ve dik pozisyonda iken yapıldı. Kişiden ayak topuklarını birleştirmesi ve ayakuçlarını yaklaşık 60 derecelik bir açı içinde tutması istenildi. Ölçüm yapan kişi mastoid çıkıntılardan, iki el yardımı ile başı hafifçe yukarı kaldırdı. Katılımcıdan derin bir nefes alması istendi ve cetvel yardımı

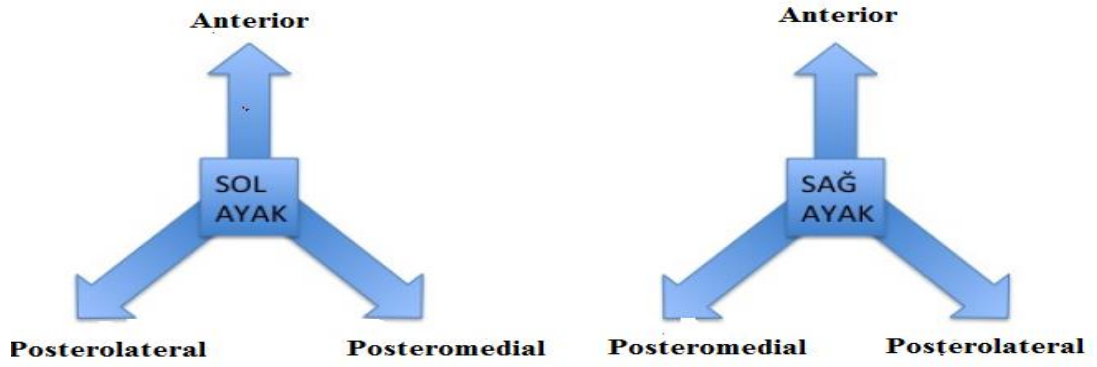
ile saç preslenerek başın verteks noktası ile taban arasındaki mesafe ölçülerek cm cinsinden kaydedildi.

3.3.1.2. Vücut kompozisyonu değerlendirilmesi

Ölçümler bilgisayar destekli bir program olan TANITA Body Analyser SC-330 aleti kullanılarak hesaplandı. Cihazın kullanma kılavuzunda belirtildiği gibi 0,6 kg ağırlık düşülerek ayarlandıktan sonra aletin bilgisayara bağlı olan bölümünden bireylerin yaş, boy uzunluğu ve cinsiyetleri girildi. Bireylerden cihaz üzerine çıplak ayakla çıkarak dik bir pozisyon almaları ve bu pozisyonunu ölçüm sonuna kadar korumaları istendi. Ölçüm sonunda aletin bağlı olduğu bilgisayar kısmından veriler çıktı olarak alınıp kaydedildi.

3.3.2. Denge Testi

Katılımcıların dinamik denge değişimi Y Denge Testi (Modified Star Excursion Test, SEBT) kullanılarak değerlendirildi. Test düzeneğinde 3 adet mezura 120 derecelik açı yapacak şekilde yere yapıştırıldı. Katılımcı bu 3 mezuranın kesiştiği noktada tek ayak üzerinde durarak diğer ayağı ile anterior, posteromedial ve posterolateral olmak üzere 3 yönde parmak ucu ile uzanması istendi. Bu sırada katılımcının dengesini kaybetmemesine, üzerinde durduğu ayağın topuğunun yerden kalkmamasına ve uzattığı ayağın parmak uçlarını hafifçe dokundurmasına dikkat edildi.(Şekil 3.3.2.1) Her test sonunda katılımcının dengesini kaybetmeden ve ayağını yere değdirmeden sabit duran ayağının yanına getirmesi istendi. Bu uygulama her test için 3 kez tekrar edilip ortalaması alınarak cm cinsinden kaydedildi. Bu değerlendirme cerrahi sonrası 12. haftada; kontrol grubu içinse kendilerini hazır hissettikleri zaman yapıldı (138,139).



Şekil 3.3.2.1. Modifiye Star Excursion Testi için üzerinde durulan ayak ve uzanma yönleri



Şekil 3.3.2.2. Y Denge Testi ile dengenin değerlendirilmesi

3.3.3. Kas Kuvvet Analizi

Katılımcılar ISOMED 2000 (D&R GmbH, GERMANY) izokinetik dinamometre ile non invazif olarak quadriceps ve hamstring konsentrik kas kuvvet yönünden değerlendirildi.

Kontrol grubundaki bireylerin hazır olduklarını hissettikleri zaman, cerrahi geçiren grubun ise cerrahi sonrası 12. haftada hasta taburculuğunun hemen öncesinde teste alındı. (Şekil 3.3.3.1) Testin ölçümünde olgular 90° kalça fleksiyonunda oturur pozisyonda sabitlenmişken ve diz hareket açısı 0° ve 90° fleksiyonda (0° diz ekstansiyonda demektir.) ölçüldü. Bel desteği ile gövde pozisyonu ayarlandı. Önce etkilenmemiş alt ekstremitte ardından etkilenmiş alt ekstremitteye test uygulandı. Kontrol grubu katılımcılarının önce dominant alt ekstremitesi test edildi. Dinamometrenin diz fleksiyon ekstansiyon hareketini yaptıran kolu, tibianın distal ucuna velkro bant ile sabitlendi ve test sırasında olgular yatağın her iki taraftaki kollarından tutturuldu. Test ölçüm protokolü her iki grup için hem quadriceps hem de hamstring için konsentrik-konsentrik kontraksiyon olarak 60°/sn hızda 5 tekrar, 180°/sn hızda 10 tekrar olacak şekilde uygulandı. Test her iki ekstremitteye de uygulandı. Her ekstremitte ölçümü sonrasında 2 dakika dinlenme arası verildi. Tepe tork (peak torque) değeri Newtonmetre/kilogram (Nm/kg) olarak kaydedildi (140,141).



Şekil 3.2.3.1 ISOMED 2000 izokinetik sistem ölçümü

3.4 İstatiksel Analiz

Çalışmada İstatiksel analizler SPSS versiyon 15 yazılımı kullanılarak yapıldı. Normal dağılıma uyan değişkenler ortalama \pm standart sapma şeklinde ifade edildi. Ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş olan grup (Grup 1) ile kontrol (Grup 2) grubundaki sayısal dağılımı normal olan değişkenlerde bağımsız gruplar arasındaki değerlerine parametrik test olarak Student-t test uygulandı. Dinamik dengede kullanılan yönlere olan uzanma mesafeleri ve izokinetik diz kas kuvvet değerlerinin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Her iki değişken de normal dağıldığından, korelasyon katsayıları ve istatiksel anlamlılıklar Pearson testi ile hesaplandı. Korelasyonlar ayrıca her iki taraf (etkilenmiş/etkilenmemiş) için de ayrı ayrı hesaplandı. İstatiksel anlamlılık için tip-1 hata düzeyi %5 olarak kullanıldı.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmaya yaşları 18-40 yıl arasında olan 30 gönüllü erkek birey ve yaşları 18-40 yıl arasında olan tek demet hamstring otogrefti ile rekonstrüksiyon geçirmiş 30 gönüllü erkek birey dahil edildi. Ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş olan grup Grup 1 ile kontrol grubu ise Grup 2 olarak ifade edildi. Gruplar arasında yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlıkları ve vücut kitle indeksi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). Olguların yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlıkları ve vücut kitle indekslerine ilişkin tanımlayıcı bulguları Tablo 4.1.1’de verildi.

Tablo 4.1.1 Bireylerin tanımlayıcı bulguları

PARAMETRELER	GRUPLAR	N	ORTALAMA	S. SAPMA	P
Yaş (yıl)	Grup 1	30	28.9	6.2	0.38
	Grup 2	30	28.0	27.2	
Boy uzunluğu (cm)	Grup 1	30	175.9	6.1	0.92
	Grup 2	30	177.9	7.4	
Vücut ağırlığı (kg)	Grup 1	30	77.0	7.5	0.13
	Grup 2	30	76.0	6.5	
Vücut kitle indeksi (kg/m^2)	Grup 1	30	24.1	2.1	0.31
	Grup 2	30	25.0	3.1	

$p>0.05$

4.2 Klinik Bulgular

4.2.1 Dengenin Değerlendirilmesi

Modifiye SEBT ile dinamik dengenin ölçümünde anterior, posteromedial ve posterolateral denge ölçümünde grupların cerrahi geçirmemiş bacak ile kontrol grubunun dominant olmayan bacağının anterior uzanma mesafesi ($p=0.06$) istatistiksel olarak fark bulunmazken; cerrahi geçirmiş bacağın anterior uzanma mesafesi, posteromedial uzanma mesafeleri ve posterolateral uzanma mesafeleri ile kontrol grubu dominant tarafta ölçümlerde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu. (Tablo4.2.1.1).

Tablo 4.2.1.1 Grupların Modifiye SEBT'e göre uzanma mesafelerinin karşılaştırılması

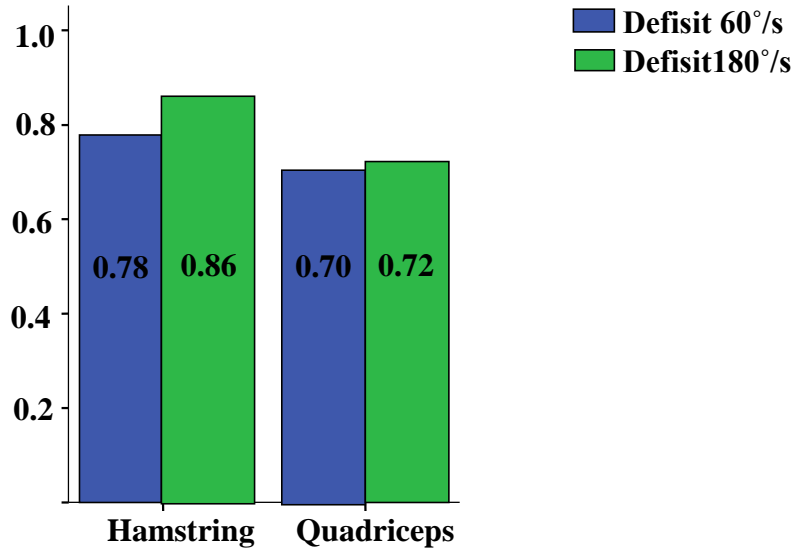
PARAMETRELER	GRUPLAR	N	ORTALAMA	S. SAPMA	P
Y Anterior Etkilenmiş (cm)	Grup 1	30	68.3	7.0	0
	Grup 2	30	75.6	4.6	
Y Anterior Etkilenmemiş (cm)	Grup 1	30	72.2	7.4	0.06
	Grup 2	30	75.7	6.3	
Y Posteromedial Etkilenmiş (cm)	Grup 1	30	85.3	7.7	0
	Grup 2	30	98.0	8.5	
Y Posteromedial Etkilenmemiş (cm)	Grup 1	30	87.0	10.0	0
	Grup 2	30	98.5	8.8	
Y Posterolateral Etkilenmiş (cm)	Grup 1	30	84.5	12.1	0
	Grup 2	30	103.1	8.7	
Y Posterolateral Etkilenmemiş (cm)	Grup 1	30	89.7	11.7	0
	Grup 2	30	101.3	10.9	

p>0.05

4.2.2. Diz kas kuvveti

Cerrahi geçirmiş bireylerde cerrahi 60°/s açısal hızda hamstring kas grubu izokinetik kuvvet ölçümlerinde %22lik defisit, 180°/s açısal hızda hamstring kas grubu izokinetik kuvvet ölçümlerinde %14 lük bir defisit görülmüştür.

60°/s açısal hızda quadriceps kas grubu izokinetik kuvvet ölçümlerinde %30luk defisit, 180°/s açısal hızda quadriceps kas grubu izokinetik kuvvet ölçümlerinde %28lik bir defisit görülmüştür.(Tablo 4.2.1.1)

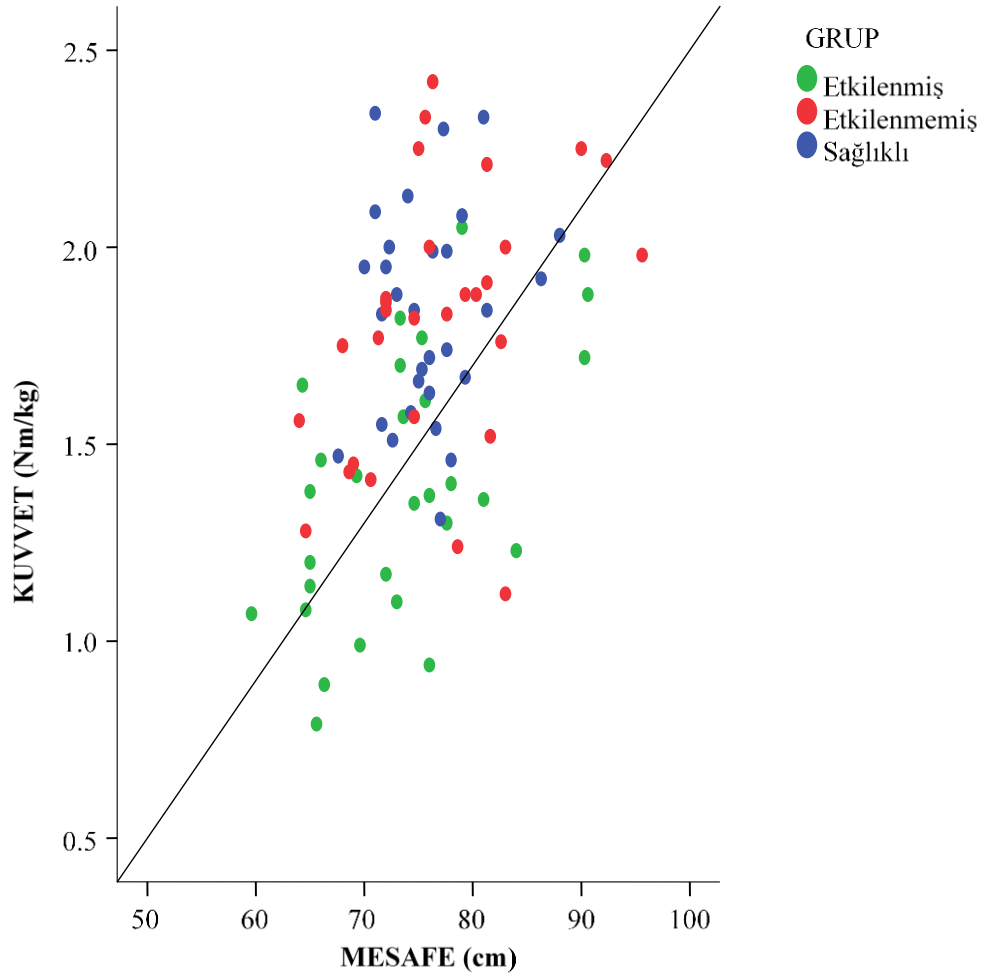


Şekil 4.2.2.1 Kas Kuvvet Defisit Oranları

4.2.3 Dinamik Denge ve Kas Kuvveti

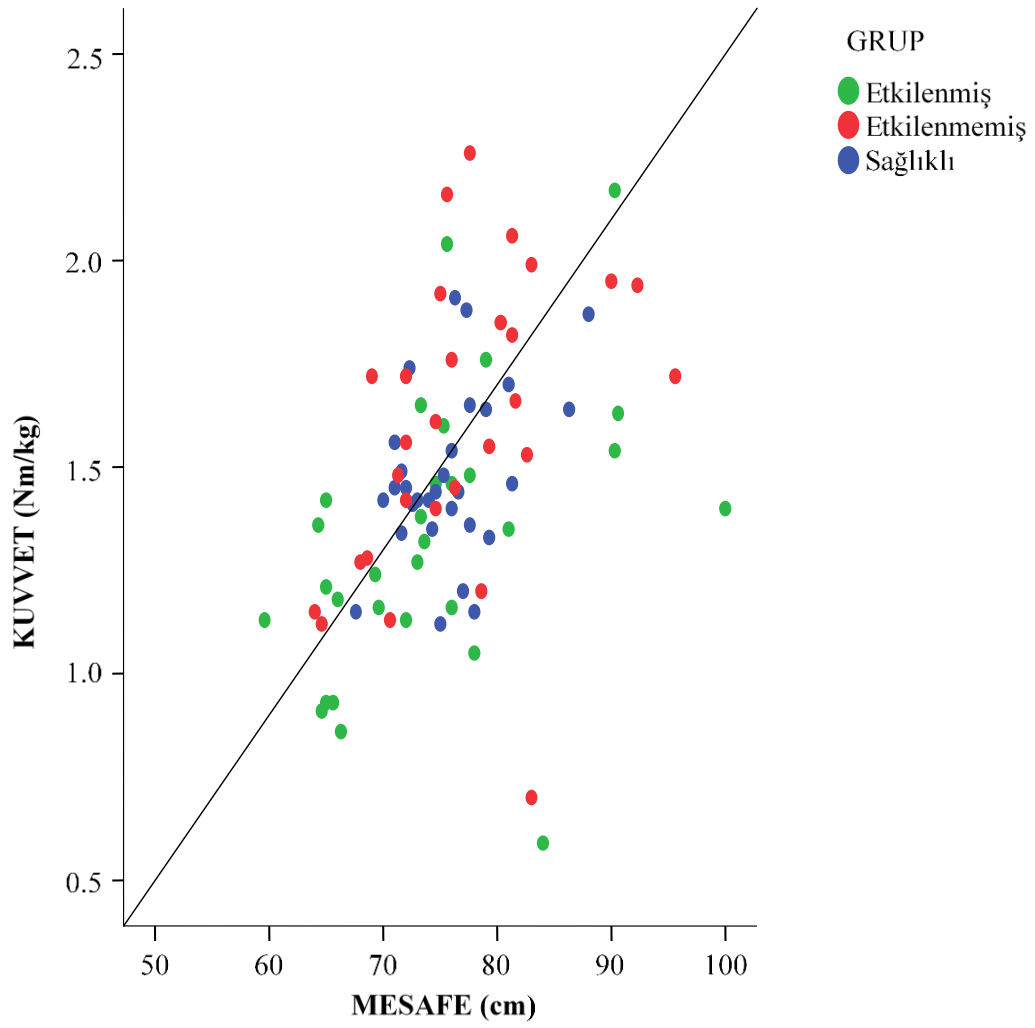
4.2.3.1. Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi ve Hamstring Kas Kuvveti Arasındaki İlişki

Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 60 °/s açısal hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu. ($r=0.51, p=0.006$; $r=0.41, p=0.03$, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf sırasıyla). Sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı ($r=0.1, p=0.6$) (Şekil 4.2.3.1.2).



Şekil 4.2.3.1.1 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki

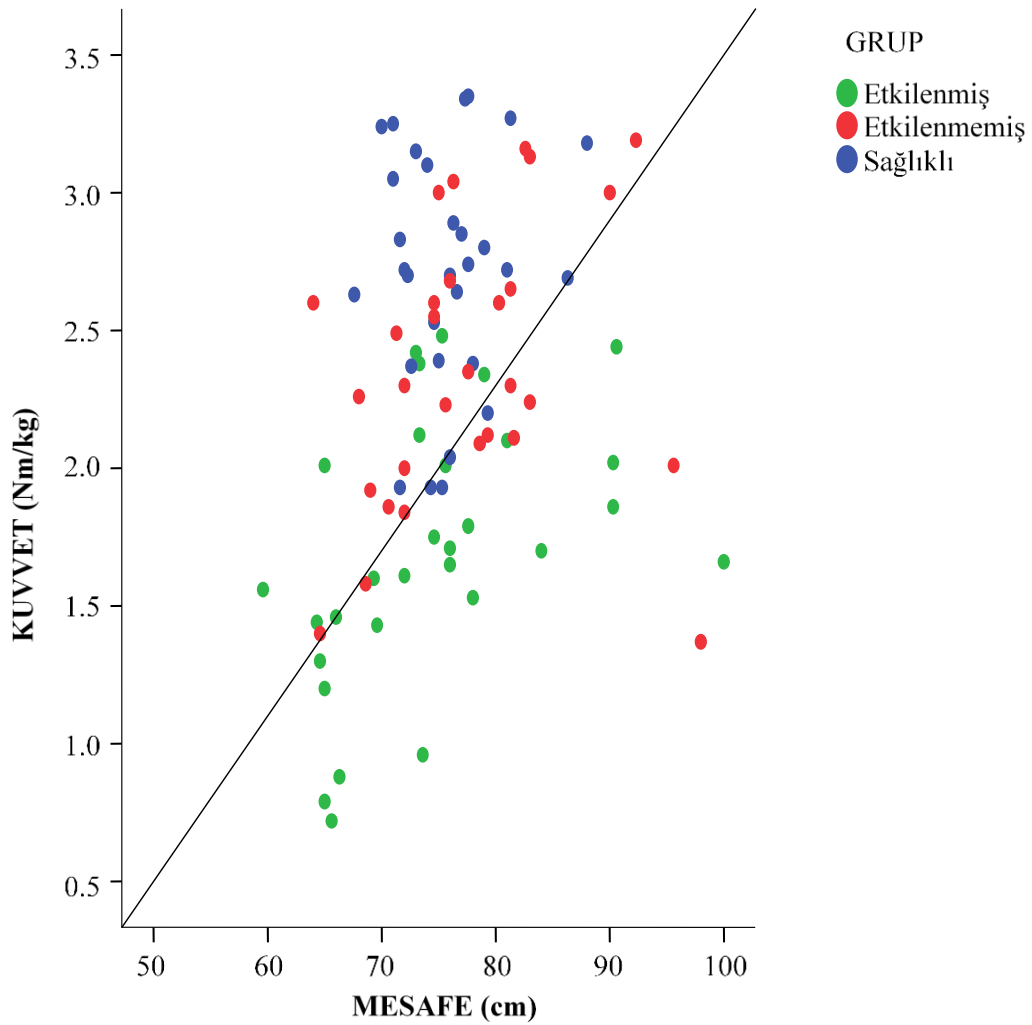
Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu. ($r=0.62, p=0.001$; $r=0.59, p=0.001$, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf sırasıyla). Sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı. ($r=0.12, p=0.3$) (Şekil 4.2.3.1.2).



Şekil 4.2.3.1.2 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 180°s Açısıl Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki

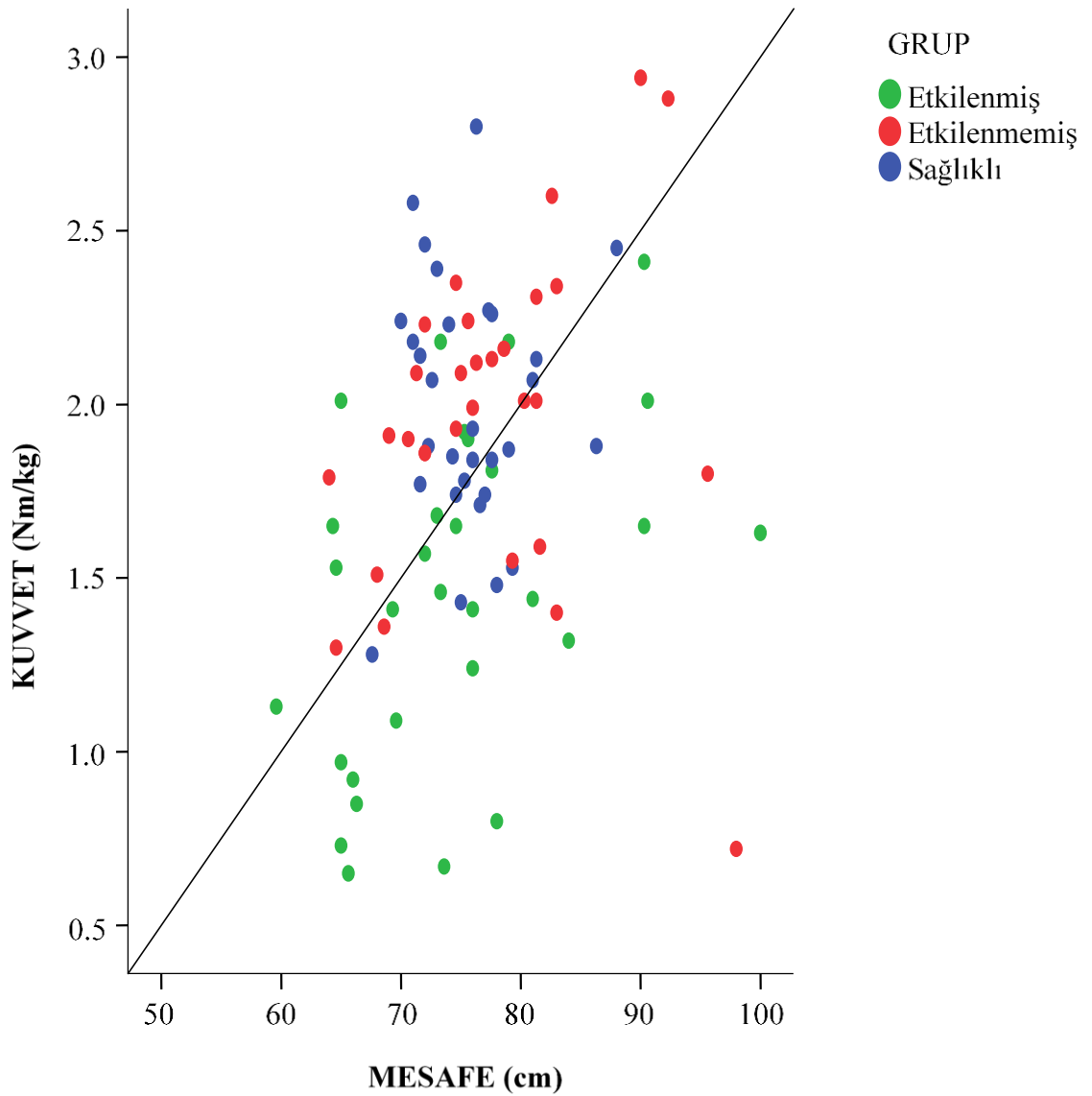
4.2.3.2. Y Balance Testi Anterior Uzanma Mesafesi ve Quadriceps Kas Kuvveti Arasındaki İlişki

Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu. ($r=0.48, p=0.001$; $r=0.46, p=0.001$, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf sırasıyla). Sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı. ($r=0.12, p=0.6$) (Şekil 4.2.3.2.1).



Şekil 4.2.3.2.1 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki

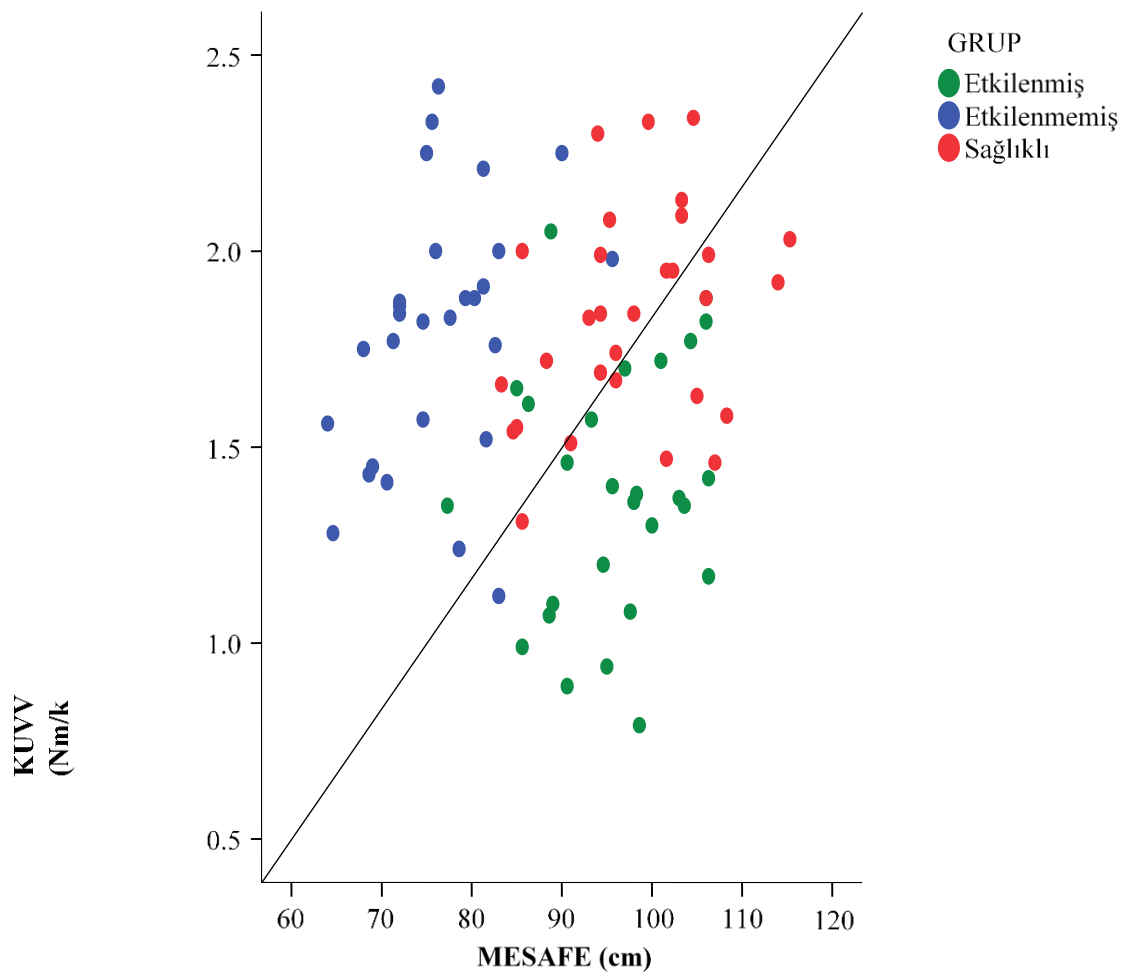
Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu. ($r=0.47, p=0.01$; $r=0.44, p=0.02$, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf sırasıyla). Sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi anterior uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı. ($r=0.11, p=0.7$) (Şekil 4.2.3.2.2).



Şekil4.2.3.2.2 Y Denge Testi Anterior Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki

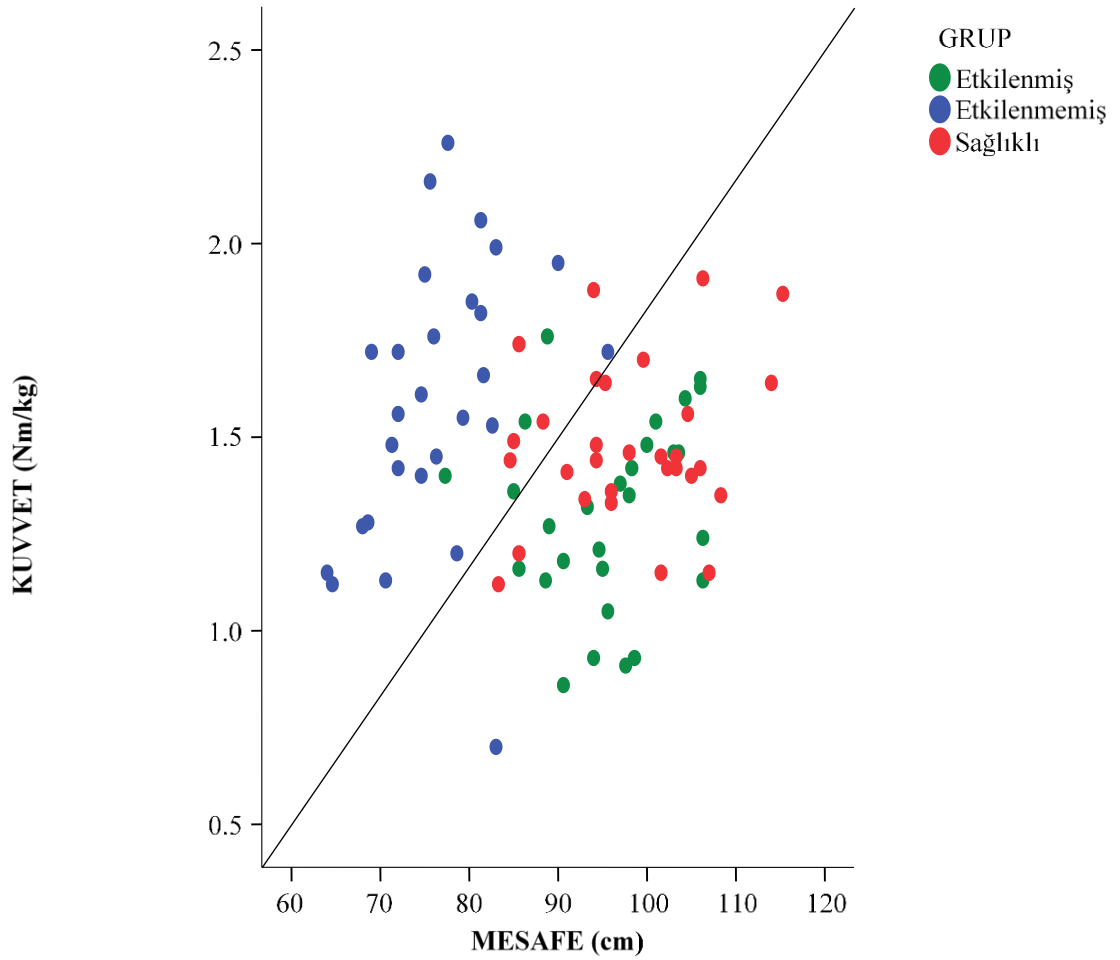
4.2.3.3. Y Balance Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi ve Hamstring Kas Kuvveti Arasındaki İlişki

Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunmadı ($r=0.32, p=0.09$; $r=0.26, p=0.19$; $r=0.15, p=0.4$ etkilenmiş, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı birey sırasıyla) (Şekil 4.2.3.3.1).



Şekil 4.2.3.3.1 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki ilişki

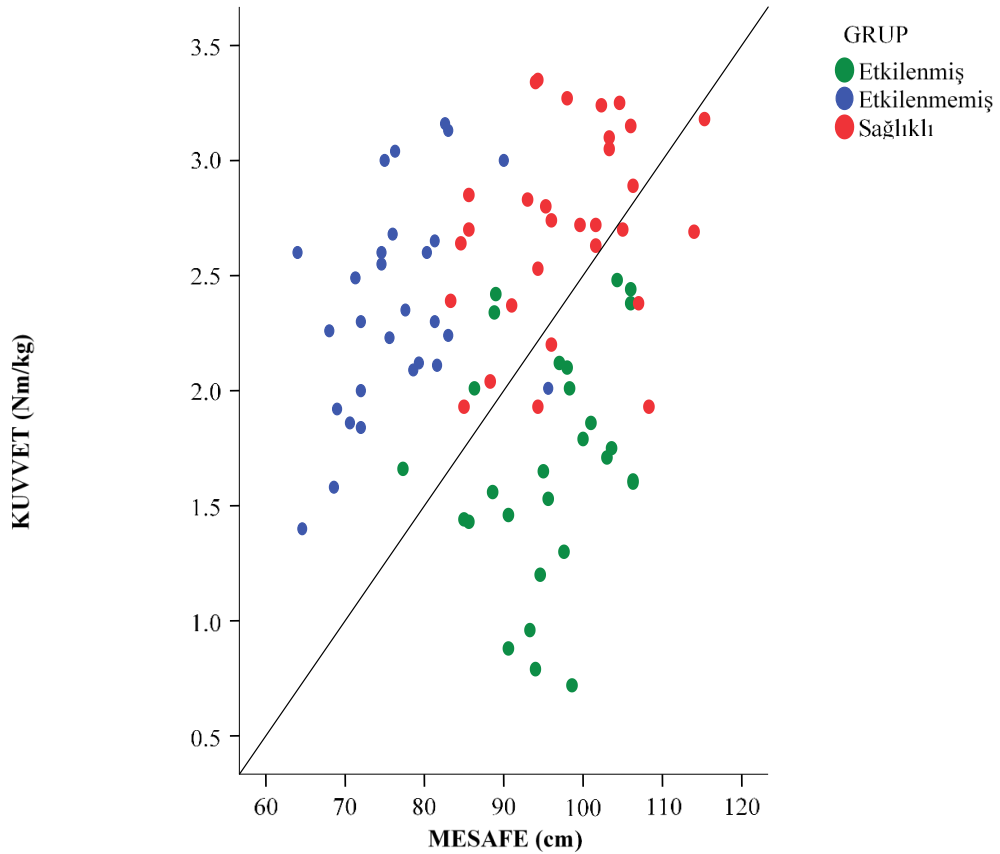
Etkilenmiş taraf Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında pozitif yönde ve orta düzeyde ilişki bulunurken, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerin Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunmamaktadır ($r=0.40, p=0.04$; $r=0.35, p=0.07$; $r=0.60, p=0.02$ etkilenmiş, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireyler sırasıyla) (Şekil 4.2.3.3.2).



Şekil 4.2.3.3.2 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki İlişki

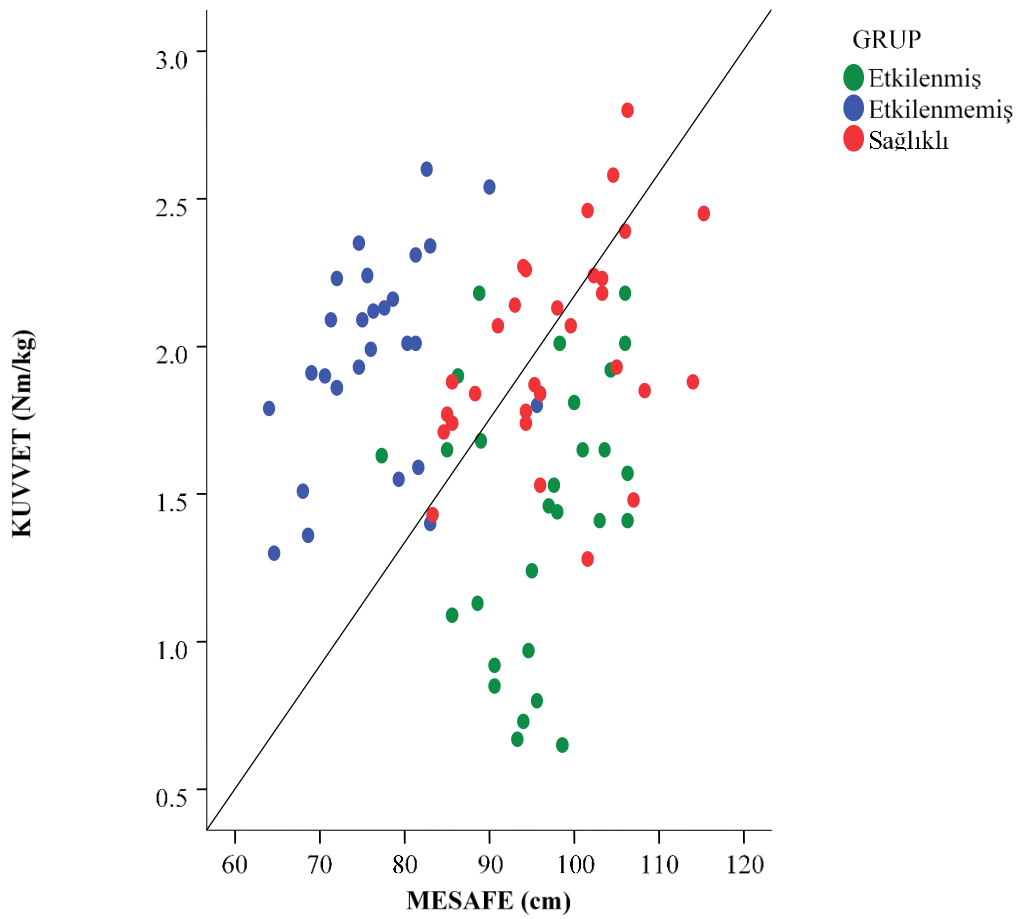
4.2.3.4. Y Balance Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi ve Quadriceps Kas Kuvveti Arasındaki İlişki

Etkilenmiş tarafta yapılan ölçümlerde Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunmazken; etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde; etkilenmemiş taraf Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta derecede pozitif yönde ilişki; sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise yüksek derecede pozitif yönlü ilişki bulundu ($r=0.31, p=0.12$; $r=0.45, p=0.02$; $r=0.6, p=0.02$ etkilenmiş, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı birey sırasıyla) (Şekil 4.2.3.4.1).



Şekil 4.2.3.4.1 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki

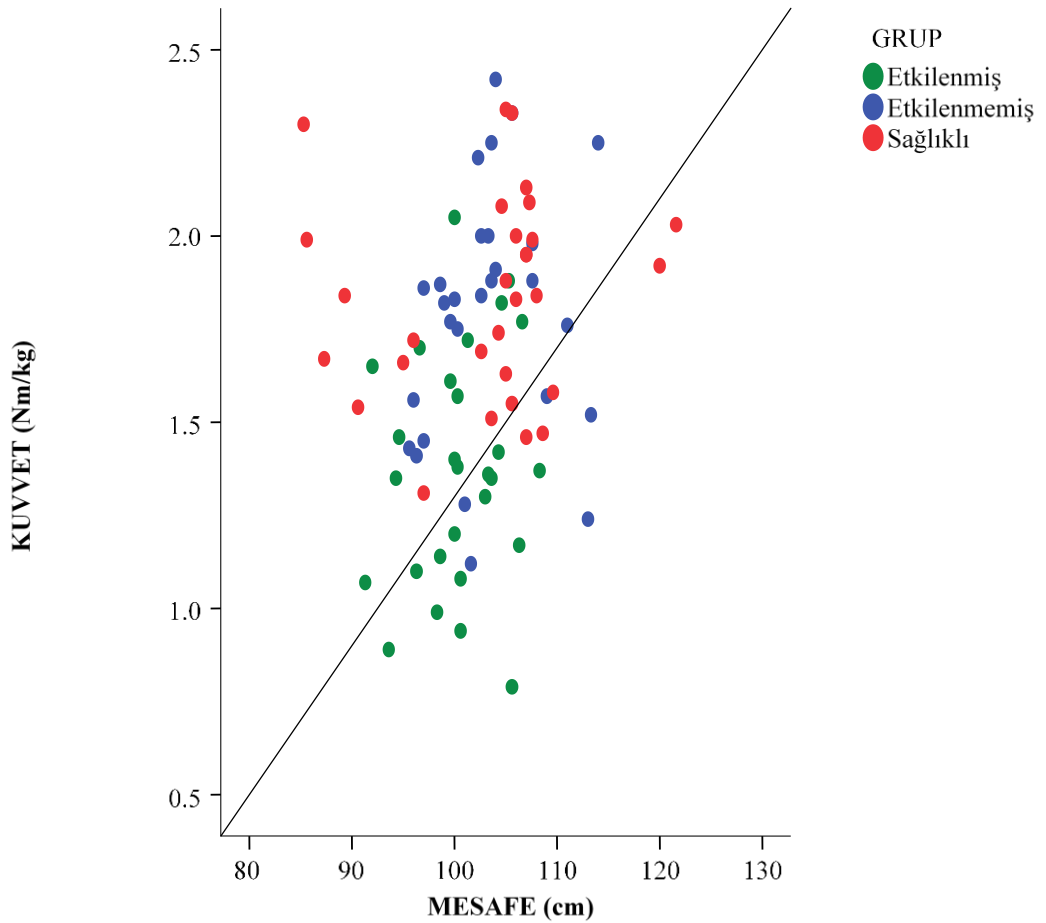
Etkilenmiş tarafta yapılan ölçümlerde Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunmazken; etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde; etkilenmemiş taraf Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta derecede pozitif yönde ilişki; sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise yüksek derecede pozitif yönlü ilişki bulundu (r=0.31,p=0.12; r=0.45, p=0.02;r=0.6,p=0.02 etkilenmiş, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı birey sırasıyla) (Şekil 4.2.3.4.2).



Şekil 4.2.3.4.2 Y Denge Testi Posteromedial Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki

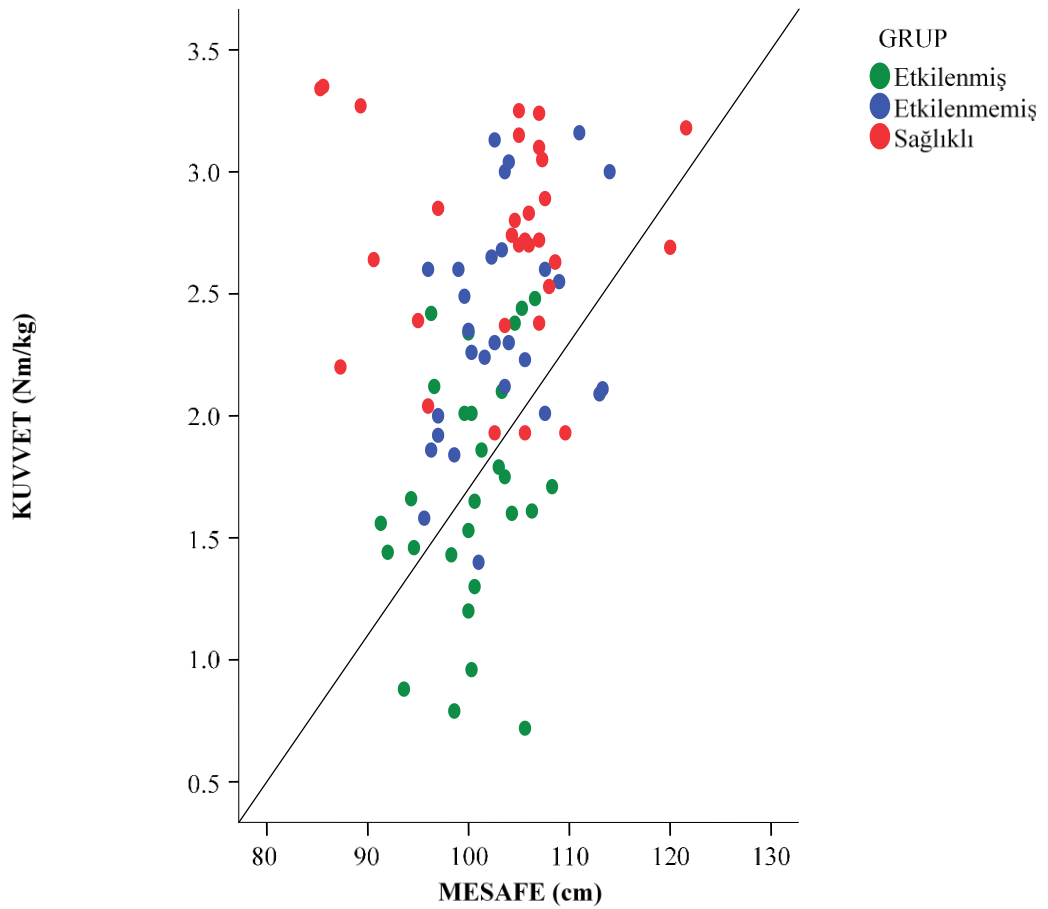
4.2.3.5. Y Balance Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi ve Hamstring Kas Kuvveti Arasındaki İlişki

Etkilenmiş taraf Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 60°/s açısız hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu. Etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 60°/s açısız hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı ($r=0.40, p=0.04$; $r=0.24, p=0.24$; $r=0.09, p=0.61$ etkilenmiş taraf, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı birey sırasıyla) (Şekil 4.2.3.5.1).



Şekil 4.2.3.5.1 Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısız Hızdaki Hamstring Kas kuvveti arasındaki ilişki

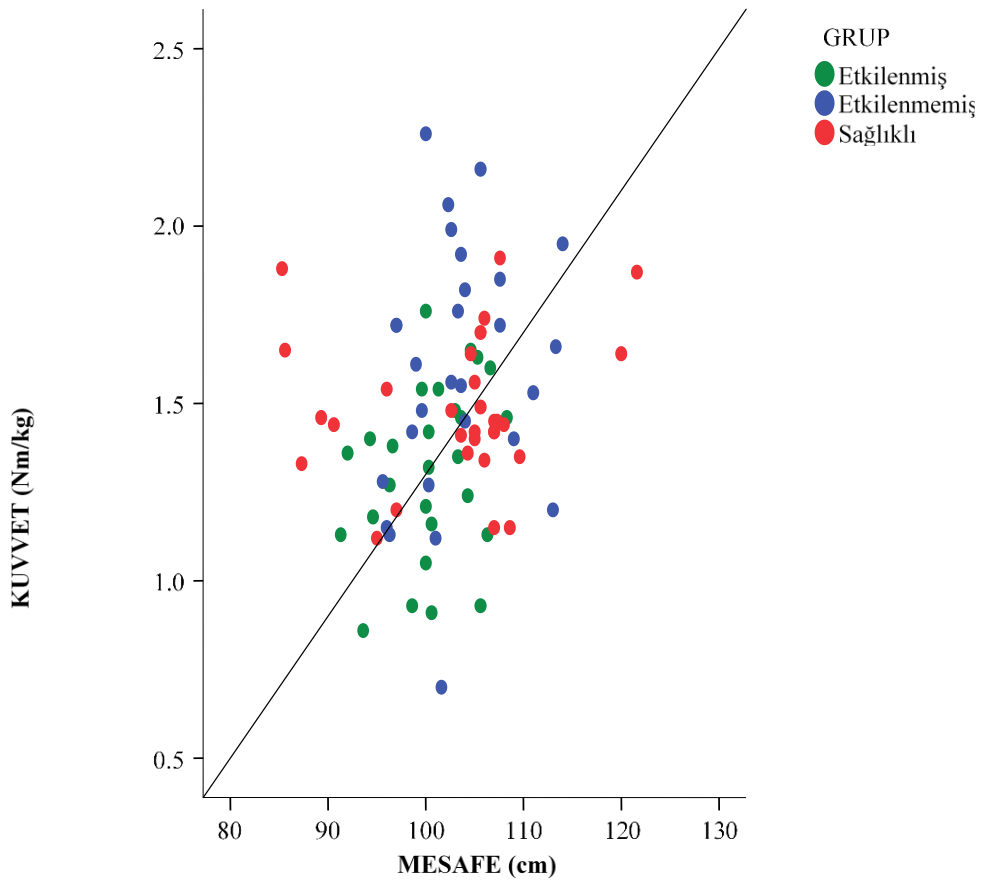
Etkilenmiş taraf Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 180°/s açısız hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu. Etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 180°/s açısız hızda hamstring kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı ($r=0.51, p=0.007$; $r=0.29, p=0.15$; $r=0,6 p=0.1$ etkilenmiş taraf, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı birey sırasıyla) (Şekil 4.2.3.5.2).



Şekil 4.2.3.5.2 Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısız Hızdaki Hamstring Kas kuvvet arasındaki İlişki

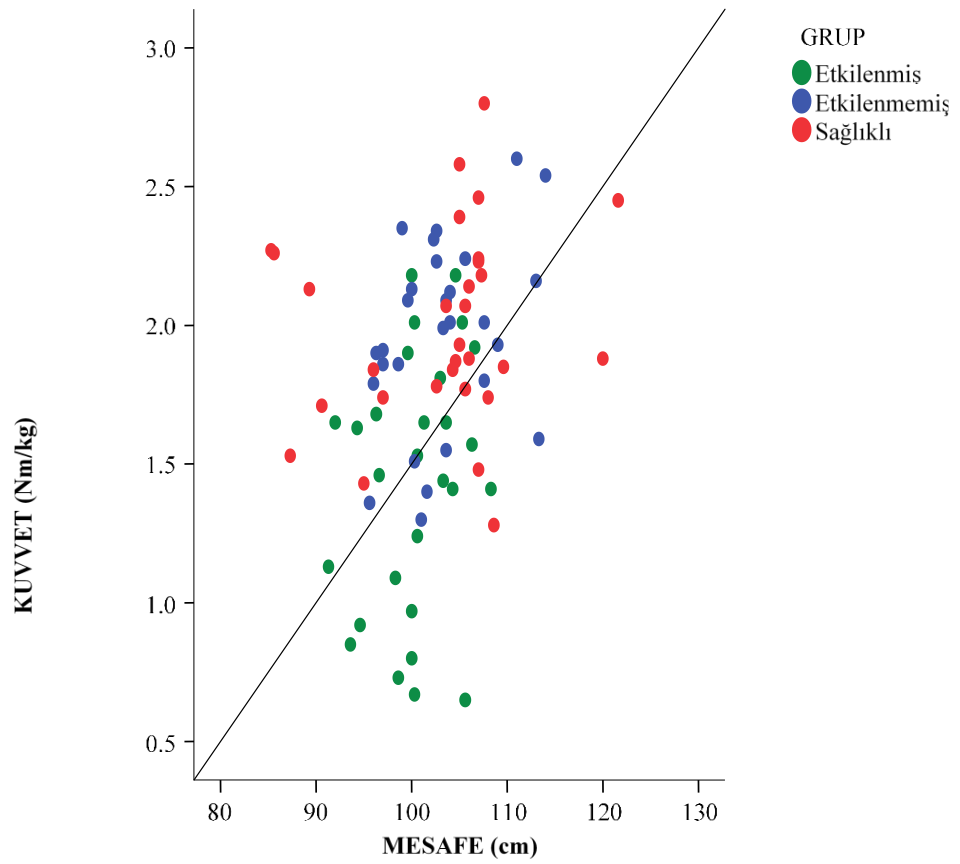
4.2.3.6. Y Balance Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi ve Quadriceps Kas Kuvveti Arasındaki İlişki

Etkilenmiş taraf Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu ($r=0.47, p=0.01$). Etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 60°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı ($r=0.15, p=0.29$; $r=0.02, p=0.92$, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı birey sırasıyla) (Şekil 4.2.3.6.1).



Şekil 4.2.3.6.1 Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 60°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki ilişki

Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu ($r=0.40, p=0.04$; $r=0.50, p=0.008$, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf sırasıyla). Sağlıklı bireylerde yapılan ölçümlerde ise Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile 180°/s açısal hızda quadriceps kas kuvveti tepe tork değerleri arasında ilişki bulunamadı ($r=0.20, p=0.32$) (Şekil 4.2.3.6.2).



Şekil 4.2.3.6.2 Y Denge Testi Posterolateral Uzanma Mesafesi İle 180°/s Açısal Hızdaki Quadriceps Kas kuvveti arasındaki İlişki

5. TARTIŞMA

Çalışmamızın sonucunda; hamstring otogrefti ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde ve sağlıklı bireylerde dinamik denge ile hamstring ve quadriceps izokinetik kas kuvvetleri arasında pozitif yönde bir ilişki bulundu. Cerrahi olmuş bireylerde, etkilenmiş taraf quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri ile Y denge testinin öne uzanma mesafesi arasındaki ilişki anlamlı iken, etkilenmemiş tarafın ve sağlıklı bireylerin dominant tarafın kas kuvvetleri ile öne uzanma mesafesi arasında ilişki bulunmadı. Y denge testinin posterior yöndeki uzanma mesafeleri ile kas kuvvetleri arasındaki ilişki kaslara ve gruplara göre farklılık gösterdi. Y denge testinin posteromedial uzanma mesafesi ile quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri arasındaki ilişki cerrahi olmuş bireylerin etkilenmemiş tarafı ve sağlıklı bireylerin dominant tarafı ile anlamlı ilişkili bulunurken, etkilenmiş taraf ile kas kuvvetleri arasında ilişki bulunmadı. Diğer yandan, Y testi posterolateral uzanma mesafesi ile cerrahi geçirmiş bireylerin etkilenmiş taraf hamstring ve quadriceps kas kuvvetleri arasındaki ilişki anlamlı iken, etkilenmemiş tarafın sadece quadriceps kas kuvveti ile ilişki bulundu. Sağlıklı bireylerde Y testi posterolateral uzanma mesafesi ile kas kuvveti arasında ilişki bulunmadı. Çalışmanın sonuçlarına göre H1 hipotezi kabul edildi.

Literatürde ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş erken dönem bireyler ve kontrol grubuna alınan sağlıklı kişilerde dinamik denge ile hamstring ve quadriceps izokinetik kas kuvvetleri arasında pozitif yönde bir ilişki ile ilgili bu metotla yapılan paralel bir çalışmaya rastlanmadı. Çalışmamızın bu yönü ile orijinal bir araştırma olduğunu düşünmekteyiz.

5.1 İzokinetik Kas kuvveti

5.1.1 İzokinetik Hamstring Kas Kuvveti

Tibiaya binen anterior translasyon stresini azalttığından dolayı hamstring kaslarını kuvvetlendirmeye yönelik egzersizler ön çapraz bağ yaralanması sonrası rehabilitasyon programında yer almaktadır. Hamstring tendon grefti ile yapılan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun hem erken hem de geç dönemde hamstring kas

kuvvet defisitlerine yol açtığı söylenmektedir (6,7). Diğer yandan literatürde yer alan çalışmaların birçoğu ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olgularda cerrahi sonrası geç dönemde yapılan ölçümlerde diz fleksör kas kuvvetlerinin cerrahi öncesi seviyeye yakın bir seviyeye ulaştığı yönündedir. (7-9).

Aune ve arkadaşları, hamstring tendon ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastaların cerrahi sonrası 12. ay ölçümlerinde 60°/s açısal hızda hamstring kas kuvvetinde %15 civarında defisit bulurken (142). Feller ve arkadaşları ise, hamstring tendon grefti ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda cerrahi sonrası 12. ay 60°/s açısal hızda hamstring kuvvet kaybının ortalama %8.7 olduğunu belirtmiştir (6). Yosmaoğlu ve arkadaşları ise iki farklı fiksasyon yöntemi ile yapılan ÖÇB cerrahisi sonrası 12. ayda her iki yöntemde de hamstring kuvvet defisitinin ortalama %10 olduğunu belirtmişlerdir (9).

Cerrahi sonrası erken dönemde yapılan kas kuvvet değerlendirmelerinde ise hamstring kas kuvvet kayıpları daha fazla bulunmuştur. Baltacı ve arkadaşları ÖÇB cerrahisi sonrası 3. Ayda iki farklı rehabilitasyon programının hamstring kas kuvveti üzerine etkilerini karşılaştırdıkları hastalarda 60°/s açısal hızda hamstring kas defisitini ortalama %26 bulurken, 180°/s açısal hızda ise hamstring kuvvet kaybını ortalama %19 olarak belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası 12. haftada yaptığımız ölçümlerde 60°/s açısal hızda hamstring kas kuvvet defisiti %22 iken, 180°/s açısal hızda yapılan ölçümlerde ise hamstring kas kuvvet defisiti %14 olarak bulunmuştur.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde ortaya çıkan hamstring kuvvet defisitinin uzun dönemde değişimini etkileyen araştırmacılar ileri dönemde defistte azalma olduğunu saptamış ve özellikle 2. ve 4. yıldaki ölçümlerinde, hamstring kas kuvvetinde normale yaklaşma olduğunu bildirmektedir (143-145).

5.1.2 İzokinetik Diz Ekstansiyon Kas Kuvveti

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası uygulanan hızlandırılmış rehabilitasyon programı mümkün olan en kısa zamanda hareket, ağırlık aktarma ve quadriceps kontraksiyonunu yönelik egzersizlere başlamayı önermektedir (146). Buna rağmen diz ekstansör kuvvetinin normale dönmesi zaman almakla birlikte bazen mümkün

olmamaktadır (147,148). Literatürde hamstring tendon grefti ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda diz ekstansiyon kuvvetinde kayıp olduğunu gösteren pek çok çalışma vardır (11,12,149).

Kvist ve arkadaşları ön çapraz bağ cerrahisi sonrası spora dönüş için cerrahi geçirmiş bacağıın kuvveti ile sağlam bacağıın kuvveti arasındaki farkın en fazla %15 olması gerektiğini göstermiş ve ön çapraz bağ cerrahisi sonrası spora dönüşteki en önemli parametrelerden birinin etkilenmiş bacağıın kuvvetinin etkilenmemiş bacağıa oranı olduğunu belirtmektedir (150). Cerrahi sonrası geç dönemde yapılan ölçümlerde farklı quadriceps kuvvet kayıpları bulunmuştur. De Jong ve arkadaşları hamstring tendon ile yapılan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçiren hastalarda 6 , 9 ve 12. ayda yaptıkları ölçümlerde, operasyon sonrası ciddi kuvvet kaybı olduğunu ortaya koymuştur (10). Diğer yandan, Feller ve arkadaşları, cerrahi sonrası 12. ayda yaptıkları ölçümlerde 60°/s açısız hızda quadriceps kasında %11 defisit olduğunu ve hastaların normal kas kuvveti değerlerine ulaştıklarını göstermişlerdir (6) Lautamies ve arkadaşları, hamstring tendon grefti ile patellar tendon grefti ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş 288 hastanın 5 yıllık takiplerinde, cerrahi geçirmiş taraf quadriceps kuvvet kaybının her iki greft ile yapılan cerrahi gruplarında da devam ettiğini ortaya koymuşlardır (13). Farklı bir çalışma ise ön çapraz bağ cerrahisi geçiren hastaların 7 yıllık takiplerinde, ortalama %10 quadriceps kuvvet defisiti olduğunu bildirmiştir (12).

Cerrahi sonrası erken dönemde yapılan quadriceps kas kuvveti değerlendirmesinde, 60°/s açısız hızda ortalama %36, 180°/s açısız hızda ise %32 olarak bulunmuştur (14). Çalışmamız izometrik test sonuçlarına baktığımızda ölçümlerin sonucunda 60°/s açısız hızda %30, 180°/s açısız hızda ise %28'lik bir kuvvet defisiti görüldü. Bu sonuçlara dayanarak diz ekstansör kas grubundaki defisitinin diz fleksör kas grubundaki defisite göre cerrahi sonrası 3.ayda daha fazla olduğu görülmektedir.

Nöromusküler eğitim ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyonda hamstring ve quadriceps kas kuvvet gelişimini etkileyen önemli faktörlerden birisi olduğu göze çarpmaktadır. Ambrose ve arkadaşları ÖÇB cerrahisi geçirmiş bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada 12 haftalık rehabilitasyon programı boyunca çalışma grubuna nöromusküler eğitim kontrol grubuna ise sadece kuvvetlendirme programı

uygulamışlardır (151). Çalışma sonucunda 180°/s’de izokinetik tepe torku arttırmada, nöromusküler eğitim kontrol grubuna göre daha iyi bulunmuştur. Diğer yandan, Risberg ve arkadaşları 74 ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş hastanın rehabilitasyonunda standart kuvvetlendirme programı ile nöromusküler rehabilitasyon programını karşılaştırmış ve cerrahi sonrası 6. ay sonunda 60°/s ve 240°/s’de yaptıkları izokinetik toplam iş ölçümünde ise iki grup arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (152). Zech ve arkadaşlarının yaptıkları derlemede ise nöromusküler eğitimin yaralanma sıklığını azalttığını, kuvvet ve diğer fonksiyonel parametreler yönünden daha üstün etkili olduğunu gösteren çalışmaların tartışmalı ve sınırlı olduğunu belirtmektedirler (153). Bizim çalışmamızda her bireye cerrahi sonrası rehabilitasyonun her fazına uygun kas kuvvetlendirme ve denge egzersizlerine yer verilmiş olup, rehabilitasyon programının sonunda diz kas kuvveti ve dinamik denge gelişimi değerlendirildi.

5.2 Dinamik Denge

Dinamik denge, hareket esnasında destek yüzeyinin dışına çıkan ağırlık merkezine karşın, düşmeyi veya yaralanmayı önlemek için oluşturulan postürü koruma yeteneği olarak tanımlanmakta ve dinamik dengenin bozulması ön çapraz bağ yaralanmasının birincil nedenleri arasında varsayılmaktadır (16). Cooper ve arkadaşlarının yaptıkları derlemede, ön çapraz bağ yaralanma mekanizmaları içinde denge ve propriosepsiyon yetersizliğinin büyük bir etkisi olduğunu ve yaralanmayı takiben dengede önemli boyutta kayıp görüldüğünü belirtmektedirler (17). ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rekonstrükte edilmiş tendonun bağ görevini üstlenebilmesi için erken dönemde başlanan (222) denge ve propriyosepsiyon çalışmalarının sahaya dönüş öncesi çeşitlendirilerek çalışılması önem kazanmaktadır. Bu nedenle, ön çapraz bağ cerrahisi sonrası ön çapraz bağ üzerindeki yükü azaltmak, dizin tekrar yaralanmasını önlemek, dizin stabilitesini ve diz kas kuvvetini arttırmayı sağlamak için denge eğitimi ÖÇB rehabilitasyonun vazgeçilmez unsurlarından biridir (18,19).

Gribble ve arkadaşlarının yaptıkları derlemede ÖÇB cerrahisi geçirmiş bireylerde dinamik dengede meydana gelen yetersizliği ortaya koymakta SEBT’nin kullanıldığı yalnızca 1 adet çalışmaya rastlamışlardır. Herrington ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışmada ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş ve herhangi bir alt ekstremitte yaralanması olmayan sağlıklı bireylerden oluşan 2 grubun denge

performanslarını SEBT kullanarak karşılaştırmış ve anterior, lateral ve posteromedial yönlerde etkilenmiş bacak ve sağlıklı kontrol grubunun uzanma mesafeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır (154). Bu çalışmadan çıkan diğer bir sonuç ise etkilenmemiş ekstremiteler ile kontrol grubunun uzanma mesafeleri karşılaştırıldığında medial ve lateral yönlerdeki uzanma mesafelerinde istatistiksel olarak anlamlı farkın olmasıdır. Bu sonuç, etkilenmemiş tarafın etkilenmiş taraf değerlerini karşılaştırmak için temel alınması gereken ekstremiteler olmadığını gösterebilmektedir.

Denge sonuçlarımıza baktığımız zaman etkilenmiş tarafın Y denge testinin anterior, posteromedial ve posterolateral yönlerdeki uzanma mesafesi kontrol grubuna göre daha az olduğu bulundu. Etkilenmemiş ekstremiteler ile kontrol grubunun uzanma mesafeleri karşılaştırıldığı zaman Herrington ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya benzer bir şekilde anteriora uzanma mesafesinde fark görülemezken posteromedial ve lateral yönlerde etkilenmemiş ekstremitenin uzanma mesafesi daha az bulundu. Bu fark beklediğimiz gibi etkilenmemiş ekstremitenin de cerrahi sonrası etkilendiğini gösterdi (155).

5.3. İzokinetik Kas Kuvveti ile Dinamik Denge arasındaki İlişki

Literatürde izokinetik kas kuvveti ile fonksiyonel performans arasındaki ilişkiye araştıran birçok çalışma mevcuttur. Fakat çoğu araştırmacı, izokinetik kas testlerinin kası izole olarak değerlendirdiğinden, bireylerin fonksiyonel performansları hakkında çok fazla bilgi vermediğini savunmuşlardır. Ostenberg ve arkadaşları sağlıklı futbol oyuncularında fonksiyonel performans testleri ile 60 °/s ve 180 °/s açısal hızlarda test edilen izokinetik quadriceps kas kuvveti arasında düşük düzeyde ilişki bulmuş ve sağlıklı bireylerde fonksiyonel performans testleri ile izokinetik kas kuvvetlerinin birbiri yerine kullanılmaması gerektiğini vurgulamıştır (156). Greenberger ve arkadaşları ise sağlıklı bireylerde 240 °/s açısal hızda ölçülen izokinetik quadriceps kas kuvveti ile tek bacak sıçrama performansı arasında orta düzeyde ilişki bulmasına rağmen, izokinetik sistemin bireylerin fonksiyonel performanslarını değerlendirmede yeterli olmadığını söylemişlerdir (157).

Barber ve ark. sağlıklı ve ön çapraz bağ yaralanması geçirmiş dizlerin 60 °/s ve 300 °/s açısal hızlarda test edilen quadriceps kas kuvveti ile dikey ve öne sıçrama ve koşu performansları arasında ilişki bulamamıştır (158). Başka bir çalışma ise 1 yıl

önce ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde 15 °/s açısal hızda ölçüm yapılan izokinetik quadriceps kas kuvveti ile etkilenmiş tarafın dikey sıçrama performansı arasında pozitif yönde ilişki bulmuştur (159).

Wilk ve arkadaşları, ortalama iki yıl önce ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde 180°/s, 300°/s, ve 450°/s açısal hızlarda hamstring ve quadriceps izokinetik kas kuvvetleri ile sıçrama performansları arasındaki ilişkiyi araştırmış ve quadriceps kuvvetinin 180 °/s ve 300 °/s açısal hızlarda test edilen kas kuvveti ile zıplama performansları ile pozitif yönde ilişki bulmuştur. Hamstring kuvveti ile fonksiyonel performans arasında ilişki bulmamışlardır (2).

Ön çapraz bağ cerrahi öncesi 1. haftada ve cerrahi sonrası 6. ayda izokinetik kas kuvveti ile fonksiyonel performans arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışmada, 60 °/s ve 120 °/s açısal hızlarda ölçülen quadriceps kas kuvveti sıçrama performansı ile hem cerrahi öncesi hem de sonrası pozitif yönde ilişkili bulmuştur. Ayrıca, cerrahi sonrası ilişki büyüklüğü artmıştır. Diğer yandan hamstring kuvveti ile fonksiyonel performans arasında ilişki bulmamışlardır. Cerrahi sonrası quadriceps kas kuvveti ile fonksiyonel performans arasındaki ilişkinin artmasını, testlerin cerrahi sonrasında da standart pozisyonda uygulanması ve kişilerin sıçrama sırasında gövdesini öne fleksiyona getirerek ivmelenmelerinin quadriceps kasına daha fazla yüklenmeye neden olmasına bağlamışlardır.

Denge ile izokinetik kas kuvveti arasında ilişkiyi araştıran çalışmalar (19,160,161) ise ön çapraz bağ yaralanması geçirmiş bireylerde hamstring ve quadriceps kas kuvveti ile statik denge arasında anlamlı ilişki bulmamıştır. Harput ve arkadaşları (162) farklı kapalı kinetik halka egzersizleri sırasında hamstring ve quadriceps kas aktivitelerini ölçmüşler ve tek bacak durma sırasında quadriceps ve hamstring kaslarının aktivitesinin çok az olduklarını kaydetmişlerdir. Tek bacak durma sırasında gravite hattı patellanın arkasından geçtiği için ve gravitenin diz eklem stabilitesini bozma yönündeki etkisinin az olmasından dolayı denge, minimal kas kuvveti ile sağlanabilmektedir. Diğer yandan, tek bacak çömelme sırasında quadriceps kası eksentrik kasılarak graviteye karşı diz fleksiyon açısını kontrol ederken, hamstring kası ise quadriceps kuvvetine karşı direnç göstererek ve quadriceps kası ile eş zamanlı kasılarak diz eklem stabilitesini sağlamaktadır. Bundan dolayı kas kuvveti ile statik denge arasında ilişki bulunmamış olabilir.

Urbach ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireyler ile sağlıklı kontrol grubunun quadriceps kas kuvvetleri ile denge ile olan ilişkisini araştırmışlardır. ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerin hem etkilenmiş hem etkilenmemiş taraf quadriceps kas kuvvetinde %8 defisit olduğunu gözlemişlerdir. Urbach ve arkadaşlarına göre bu defisitinin nedeni yaralanma sonrası her iki tarafta görülen denge ve nöromusküler kontroldeki azalmaya bağlıdır (163). Sonuç olarak araştırmacılar, ön çapraz bağ rekonstrüksiyon sonrası quadriceps kasındaki zayıflığın dinamik denge testindeki anteriora uzanma mesafesini azalttığını savunmuşlardır.

Hoffman ve arkadaşları, ortalama 2 yıl önce ÖÇB cerrahisi geçirmiş bireyler ile sağlıklı bireyin izokinetik diz kuvveti, statik ve dinamik dengesini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucuna göre ön çapraz bağ cerrahisinde birincil olarak etkilenen parametrelerin kas kuvveti ve dinamik denge olduğu ortaya koymuşlar fakat bu ikisi arasındaki ilişkiyi araştırmamışlardır (164). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası erken dönemde (cerrahiden sonra 3. Aya kadar) izokinetik kas kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalara literatürde rastlanmamıştır.

Earl ve Hertel 10 sağlıklı birey üzerinde yaptıkları çalışmada SEBT'nin 8 farklı yöne uzanmaları sırasında vastus medialis, vastus lateralis, medial hamstring , biceps femoris , anterior tibialis ve gastrocnemius olmak üzere bu 6 kasın elektromiyografik aktivitelerini yüzeysel elektromiyografi aleti kullanarak incelemişlerdir (165). Çalışma sonucunda farklı yönlerde uzanma sırasında kasların farklı aktivasyon paternleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Vastus medialis kas aktivasyonunun anteriora uzanma sırasında en büyük değere sahip olduğunu, lateral yöndeki uzanma sırasındaki vastus lateralis aktivasyonunun diğer yönlerde göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Medial hamstringler için anterolateral uzanma sırasındaki aktivasyonunun anterior, medial, ve anterolateral uzanma sırasındaki aktivasyonlarına göre daha fazla olduğunu; biceps femoris için posterior, posterolateral ve lateral yönlerdeki uzanmalar sırasında en yüksek aktivasyona ulaştığını belirtmişlerdir.

Çalışmamıza baktığımızda anteriora doğru uzanma ile 60°/s ve 180°/s açılma hızlarında ölçülen hamstring ve quadriceps kaslarının etkilenmiş ve etkilenmemiş ekstremitenin her ikisi içinde orta derecede ve pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Öne

doğru uzanma sırasında quadriceps kas kuvvetine daha fazla ihtiyaç duyulur fakat ÖÇB cerrahisi geçirmiş bireylerde erken dönemde quadriceps kas defisitinin yüksek olması öne doğru uzanma sırasında hamstringlere daha fazla ihtiyaç duyulmasına; böylece hamstringlerin daha fazla çalışmasına neden olmuş olabilir. Bunun yanında öne doğru uzanma sırasında kişiler daha fazla diz fleksiyonu yapmaları yine hamstring kasının öne doğru uzanmada daha fazla görev aldığını açıklayabilir. Sonuç olarak hamstring kas kuvvetinin artırılması ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda öne doğru olan dengeyi arttırabilir. Diğer yandan çalışmamızda beklenenden farklı olarak hamstring kas kuvvetinin anterior uzanma mesafesi ile olan ilişki posterolateral ve posteromedial uzanma mesafesi ile olan ilişkisinden daha fazla bulunmuştur. Bunun nedenini hastaların hamstring tendon otogrefti ile cerrahi geçirmiş olmalarına bağlamaktayız. Cerrahi sonrası quadriceps kasındaki inhibisyon ve buna bağlı olarak quadriceps kasındaki zayıflık; hamstring kasındaki zayıflığa göre daha fazla bulunmuştur (6,7,14). Özellikle öne doğru uzanma sırasında quadriceps kas kuvvetine daha fazla ihtiyaç duyulması ancak bu hastalarda quadriceps kas defisitinin yüksek olması öne doğru uzanma sırasında hamstringlerin daha fazla çalışmasına neden olmuş olabilir. Bunun yanında öne doğru uzanma sırasında kişiler daha fazla diz fleksiyonu yapmaları yine hamstring kasının öne doğru uzanmada daha fazla görev aldığını açıklayabilir. Sonuç olarak hamstring kas kuvvetinin artırılması ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda öne doğru olan dengeyi arttırabilir.

Sağlıklı bireylerde 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda hamstring ve quadriceps kas gruplarının izokinetik kas kuvvet tepe tork değerleri ile y denge testinin anteriora uzanma mesafesi arasında bir ilişki bulunmamıştır. Yapılan çalışmalar öne doğru uzanma sırasında vastus medialis kasının aktivasyonun en yüksek değere ulaştığını gösterse de; çalışmamız sonucuna göre sağlıklı bireylerde dinamik denge testlerinin öne doğru uzanma mesafesinin quadriceps ve hamstring kas kuvveti hakkında fikir vermediğini söyleyebiliriz. Başka bir deyişle dinamik dengenin anteriora uzanma parametrelerinin sağlıklı bireylerde kas kuvvetini arttırmaya yönelik kullanılmasını önermemekteyiz.

Y denge testinin posteromedial uzanma mesafesi ile 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda hamstring ve quadriceps kas gruplarının izokinetik kas kuvvet tepe tork

değerleri arasındaki ilişkiye baktığımız zaman; etkilenmiş taraf $180^\circ/s$ açısal hızda hamstring izokinetik kas kuvvet tepe tork değerleri ile Y denge testi posteromedial uzanma mesafesi arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki bulundu. Bunun nedenin quadriceps kası ve gastrocnemius kası ön çapraz bağın antagonisti gibi çalışarak tibianın anterior translasyonunu arttırıcı yönde kuvvet meydana getirirken; hamstring kası ise ön çapraz bağın sinerjisti gibi çalışarak anterior translasyonu azaltan kuvvet oluşturmasından dolayı ön çapraz bağ cerrahisi sonrası yetersiz olan bağ nedeniyle dizin anterior translasyonunu engelleme görevini hamstringlerin üstlenmesi olduğunu düşünmekteyiz.

Etkilenmemiş taraf posteromedial uzanma mesafesi ile $60^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısal hızlarda quadriceps izokinetik kas kuvvet tepe tork değerleri arasında pozitif yönde ve orta derecede ilişki bulundu. Sağlıklı bireylerde ise posteromedial uzanma mesafesi ile $60^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısal hızlarda quadriceps izokinetik kas kuvvet tepe tork değerleri arasında pozitif yönde ve yüksek derecede ilişki bulunmuştur. Etkilenmemiş tarafta orta düzeyde ilişki bulunurken sağlıklı bireylerde yüksek derecede ilişki bulunması cerrahi geçiren bireylerde cerrahi geçirmeyen ekstremitelerde kas kuvvet kaybı görülmesine bağlı olduğunu düşünebiliriz. Hem etkilenmemiş tarafta hem de sağlıklı bireylerde ortaya çıkan posteromedial uzanma mesafesi ile quadriceps kas kuvveti arasındaki ilişki Y denge testinin posteromedial uzanma parametresinin sağlıklı bireylerde dinamik dengeyi ve fonksiyonel performansı değerlendirmede tercih edilmesi gereken parametre olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Y denge testinin posterolateral uzanma mesafesi ile $60^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısal hızlarda hamstring ve quadriceps kas gruplarının izokinetik kas kuvvet tepe tork değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında; Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile cerrahi geçirmiş bireylerin etkilenmiş taraf hamstring ve quadriceps kas kuvvetleri arasındaki ilişki anlamlı iken, etkilenmemiş tarafın sadece quadriceps kas kuvveti ile ilişki bulundu. Sağlıklı bireylerde Y denge testi posterolateral uzanma mesafesi ile kas kuvveti arasında ilişki bulunmadı. Buna göre Y denge testinin posterolateral uzanma parametresi ÖÇB cerrahisi geçirmiş bireylerde erken dönem fonksiyonel performansı değerlendirmek için kullanılabilir. Sağlıklı bireylerde ise posterolateral uzanma parametresi diz kas kuvveti hakkında yorum yapmak için yeterli olmayabilir.

Ön çapraz bağ yaralanmalarında konservatif ve cerrahi sonrası tedavi sırasında, ön çapraz bağa yapılacak olan yüklenme miktarı sınırlı olmalıdır. Seçilen egzersizlerdeki açık kinetik diz ekstansiyon egzersizleri ön çapraz bağ üzerine aşırı stres oluşturacağından bağ zarar görebilmektedir. Cerrahi sonrası erken dönemde izokinetik kas testi yapmak iyileşen greft için zararlı olabileceğinden (166) , kapalı halkada yapılan egzersizler açık kinetik halkada ölçülen kas test sonuçlarını etkileyebilir. . Kapalı kinetik halka egzersizleri sırasında meydana gelen tibiofemoral kompreseif kuvveti açık halka kinetik egzersizleri sırasındaki hamstring ko-kontraksiyonu ile oluşturulan yüklenme ön çapraz bağda meydana gelebilecek yaralanma riskini azaltmaktadır. Ek olarak Y denge testi sırasında olduğu gibi çömelme aktiviteleri sırasındaki artmış hamstring aktivitesi ve artmış gövde fleksiyonu tibiofemoral eklemdaki posteriora kayma kuvvetini arttırmaktadır. Bu pozisyon ön çapraz bağın rehabilitasyonu erken dönemi için yararlı olabilir.

Sonuç olarak hamstring otogrefti ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde erken dönemde ve sağlıklı bireylerde dinamik denge ile hamstring ve quadriceps izokinetik kas kuvvetleri arasında pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Dinamik denge testleri sırasında farklı yönlerde uzanma esnasında farklı kasların ilişkili olduğu bilgisi, kaslara özel rehabilitasyon egzersizlerinin seçiminde yararlı olacağı görüşündeyiz.

5.3. Çalışmanın Limitasyonları

Çalışmamızda ön çapraz bağ cerrahisi geçiren bireylerin etkilenmiş taraf, etkilenmemiş taraf ve sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubunun hamstring ve quadriceps izokinetik kas kuvveti ve denge testi uzanma mesafeleri değerlendirilmiştir. Ön çapraz bağ cerrahisi geçiren bireylerin, cerrahi öncesi denge ve kas kuvvet değerleri bulunmadığından dolayı kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Bireylerin denge ve kassal kuvvetinin cerrahi ile nasıl ve ne kadar değiştiği hakkında bir yorum yapmak mümkün olmamaktadır.

Literatür incelendiğinde Y denge testi sırasında hamstring ve quadriceps kaslarının yanında tibialis anterior ve gastrocnemius kaslarının da aktivasyonunu bilinmektedir. Çalışmamızda sadece diz kaslarının kuvvet ölçümü yapılmıştır. Tibialis anterior ve gastrocnemius kaslarının kuvvetine de bakılması gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda 12. haftada 60°/s açışal hızda diz fleksiyon kaslarında %22 lik, ekstansiyon kaslarında %30'luk; 180°/s açışal hızda diz fleksiyon kaslarında %14lük, ekstansiyon kaslarında ise %28lik bir defisit bulunmuştur.
- Dinamik dengenin ölçümünde anterior, posteromedial ve posterolateral denge ölçümünde grupların cerrahi geçirmemiş bacak ile kontrol grubunun dominant olmayan bacağının anterior uzanma mesafesi ($p=0.06$) istatistiksel olarak fark bulunmazken; cerrahi geçirmiş bacağın anterior uzanma mesafesi, posteriomedial uzanma mesafeleri ve posterolateral uzanma mesafeleri ölçümlerde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu.
- Hamstring otogrefti ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş bireylerde ve sağlıklı bireylerde dinamik denge ile hamstring ve quadriceps izokinetik kas kuvvetleri arasında pozitif yönde bir ilişki bulundu.
- Cerrahi olmuş bireylerde, etkilenmiş taraf quadriceps ($r=0.48$, $p=0.001$) ve hamstring ($r=0.51$, $p=0.006$) kas kuvvetleri ile Y denge testinin öne uzanma mesafesi arasındaki ilişki anlamlı iken, etkilenmemiş tarafın ve sağlıklı bireylerin dominant tarafın kas kuvvetleri ile öne uzanma mesafesi arasında ilişki bulunmadı.
- Y denge testinin posteromedial uzanma mesafesi ile quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri arasındaki ilişki cerrahi olmuş bireylerin etkilenmemiş tarafı ($r=0.45$, $p=0.02$) ve sağlıklı bireylerin dominant tarafı ($r=0.6$, $p=0.02$) ile anlamlı ilişkili bulunurken, etkilenmiş taraf ile kas kuvvetleri arasında ilişki bulunmadı.
- Y testi posterolateral uzanma mesafesi ile cerrahi geçirmiş bireylerin etkilenmiş taraf hamstring ($r=0.40$, $p=0.04$) ve quadriceps ($r=0.51$, $p=0.007$) kas kuvvetleri arasındaki ilişki anlamlı iken, etkilenmemiş tarafın sadece quadriceps ($r=0.50$, $p=0.008$) kas kuvveti ile ilişki bulundu. Sağlıklı bireylerde Y testi posterolateral uzanma mesafesi ile kas kuvveti arasında ilişki bulunmadı.

Ön çapraz bağ rehabilitasyonu alanında çalışan spor fizyoterapistleri denge testlerini mutlaka tedavi ve rehabilitasyon programlarına adapte etmelidirler. Dinamik denge ile izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişki rehabilitasyon süresince birincil olarak kuvvetlendirilmesi öngörülen diz kaslarının gelişmesi için dinamik dengenin geliştirilmesi gerektiğini ya da dengenin geliştirilmesi için diz kuvvetinin artırılması gerektiği göz ardı edilmemelidir

KAYNAKLAR

1. Boden, B.P., Sheehan, F.T., Torg, J.S., Hewett, T.E. (2010) Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *J Am Acad Orthop Surg*, 18 (9), 520-527.
2. Wilk, K.E., Romaniello, W.T., Soscia, S.M., Arrigo, C.A., Andrews, J.R. (1994) The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther*, 20 (2), 60-73.
3. Beynnon, B.D., Johnson, R.J., Abate, J.A., Fleming, B.C., Nichols, C.E. (2005) Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med*, 33 (10), 1579-1602.
4. Adams, D., Logerstedt, D.S., Hunter-Giordano, A., Axe, M.J., Snyder-Mackler, L. (2012) Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42 (7), 601-614.
5. Timothy P., F.R.N., Sue D. Barber. (2010). Knee Disorders. F. R. Noyes. (Ed.). Rehabilitation of Primary and Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstructions (s. 317). U.S.A: Saunders Elsevier
6. Feller, J.A., Webster, K.E. (2003) A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 31 (4), 564-573.
7. Tow, B.P., Chang, P.C., Mitra, A.K., Tay, B.K., Wong, M.C. (2005) Comparing 2-year outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction using either patella-tendon or semitendinosus-tendon autografts: a non-randomised prospective study. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 13 (2), 139-146.
8. Witvrouw, E., Bellemans, J., Verdonk, R., Cambier, D., Coorevits, P., Almqvist, F. (2001) Patellar tendon vs. doubled semitendinosus and gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*, 25 (5), 308-311.

9. Yosmaoglu, H.B., Baltaci, G., Kaya, D., Ozer, H., Atay, A. (2011) Comparison of functional outcomes of two anterior cruciate ligament reconstruction methods with hamstring tendon graft. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 45 (4), 240-247.
10. De Jong, S.N., van Caspel, D.R., van Haeff, M.J., Saris, D.B. (2007) Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. *Arthroscopy*, 23 (1), 21-28, 28 e21-23.
11. Holsgaard-Larsen, A., Jensen, C., Mortensen, N.H., Aagaard, P. (2013) Concurrent assessments of lower limb loading patterns, mechanical muscle strength and functional performance in ACL-patients - A cross-sectional study. *Knee*.
12. Jarvela, T., Kannus, P., Latvala, K., Jarvinen, M. (2002) Simple measurements in assessing muscle performance after an ACL reconstruction. *Int J Sports Med*, 23 (3), 196-201.
13. Lautamies R., H.A., Kettunen J., Sandelin J., Kujala UM. (2008) Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc*, 16 (11), 1009-1016.
14. Baltaci, G., Harput, G., Haksever, B., Ulusoy, B., Ozer, H. (2013) Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21 (4), 880-887.
15. Risberg, M.A., Holm, I., Myklebust, G., Engebretsen, L. . (2007) Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther*, 41 (10), 1831-1841.
16. Alonso, A.C., Greve, J.M., Camanho, G.L. (2009) Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the

- anterior cruciate ligament using a balance platform. *Clinics (Sao Paulo)*, 64 (3), 163-170.
17. Cooper, R.L., Taylor, N.F., Feller, J.A. (2005) A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Res Sports Med*, 13 (2), 163-178.
 18. Heijne, A., Werner, S. (2010) A 2-year follow-up of rehabilitation after ACL reconstruction using patellar tendon or hamstring tendon grafts: a prospective randomised outcome study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18 (6), 805-813.
 19. Ageberg, E., Roberts, D., Holmstrom, E., Friden, T. (2005) Balance in single-limb stance in patients with anterior cruciate ligament injury: relation to knee laxity, proprioception, muscle strength, and subjective function. *Am J Sports Med*, 33 (10), 1527-1535.
 20. Von Porat, A., Roos, E.M., Roos, H. (2004) High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient relevant outcomes. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 63 (3), 269-273.
 21. Brown, T.D., Johnston, R.C., Saltzman, C.L., Marsh, J.L., Buckwalter, J.A. (2006) Posttraumatic osteoarthritis: a first estimate of incidence, prevalence, and burden of disease. *Journal of orthopaedic trauma*, 20 (10), 739-744.
 22. Purnell, M.L., Larson, A.I., Clancy, W. (2008) Anterior cruciate ligament insertions on the tibia and femur and their relationships to critical bony landmarks using high-resolution volume-rendering computed tomography. *The American journal of sports medicine*, 36 (11), 2083-2090.
 23. Girgis, F., Marshall, J. Monajem (1975) The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res*, 106, 216-231.
 24. Amis, A., Dawkins, G. (1991) Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 73 (2), 260-267.

25. Ng, W.H., Griffith, J.F., Hung, E.H., Paunipagar, B., Law, B.K., Yung, P.S. (2011) Imaging of the anterior cruciate ligament. *World J Orthop*, 2 (8), 75-84.
26. Zantop, T., Petersen, W., Sekiya, J.K., Musahl, V., Fu, F.H. (2006) Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 14 (10), 982-992.
27. Zantop, T., Herbort, M., Raschke, M.J., Fu, F.H., Petersen, W. (2007) The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med*, 35 (2), 223-227.
28. Welsh, R.P. (1980) Knee joint structure and function. *Clin Orthop Relat Res* (147), 7-14.
29. Scapinelli, R. (1997) Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clinical Anatomy*, 10 (3), 151-162.
30. Duthon, V.B., Barea, C., Abrassart, S., Fasel, J.H., Fritschy, D., Menetrey, J. (2006) Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14 (3), 204-213.
31. Kennedy, J.C., Alexander, I.J., Hayes, K.C. (1982) Nerve supply of the human knee and its functional importance. *The American journal of sports medicine*, 10 (6), 329-335.
32. Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B.P., Engebretsen, L., Smith, G., Slaughterbeck, J.R. ve diğerleri. (2007) Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball video analysis of 39 cases. *The American Journal of Sports Medicine*, 35 (3), 359-367.
33. Shimokochi, Y., Shultz, S.J. (2008) Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*, 43 (4), 396.
34. Faunø, P., Jakobsen, B.W. (2006) Mechanism of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *International journal of sports medicine*, 27 (01), 75-79.

35. Berns, G.S., Hull, M., Patterson, H.A. (1992) Strain in the anteromedial bundle of the anterior cruciate ligament under combination loading. *Journal of Orthopaedic Research*, 10 (2), 167-176.
36. Fleming, B.C., Ohlen, G., Renstrom, P.A., Peura, G.D., Beynnon, B.D., Badger, G.J. (2003) The effects of compressive load and knee joint torque on peak anterior cruciate ligament strains. *Am J Sports Med*, 31 (5), 701-707.
37. Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A., Jr., Garrett, W.E., Jr. (2000) Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23 (6), 573-578.
38. Myers, C.A., Torry, M.R., Peterson, D.S., Shelburne, K.B., Giphart, J.E., Krong, J.P. ve diğerleri. (2011) Measurements of tibiofemoral kinematics during soft and stiff drop landings using biplane fluoroscopy. *The American journal of sports medicine*, 39 (8), 1714-1722.
39. Fornalski, S., McGarry, M.H., Csintalan, R.P., Fithian, D.C., Lee, T.Q. (2008) Biomechanical and anatomical assessment after knee hyperextension injury. *The American journal of sports medicine*, 36 (1), 80-84.
40. Kobayashi, H., Kanamura, T., Koshida, S., Miyashita, K., Okado, T., Shimizu, T. ve diğerleri. (2010) Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: A twenty-year clinical research of 1,700 athletes. *Journal of sports science & medicine*, 9 (4), 669.
41. Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynnon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W. ve diğerleri. (2008) Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*, 42 (6), 394-412.
42. Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I.H., Skjolberg, A., Olsen, O.E., Bahr, R. (2003) Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med*, 13 (2), 71-78.
43. Orchard, J., Chivers, I., Aldous, D., Bennell, K., Seward, H. (2005) Rye grass is associated with fewer non-contact anterior cruciate ligament injuries than bermuda grass. *British Journal of Sports Medicine*, 39 (10), 704-709.

44. Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H., Johannsson, E. (1996) Soccer injuries in Iceland. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6 (1), 40-45.
45. Orchard, J.W., Powell, J.W. (2003) Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in American football. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (7), 1118-1123.
46. Heidt, R.S., Sweeterman, L.M., Carlonas, R.L., Traub, J.A., Tekulve, F.X. (2000) Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *The American Journal of Sports Medicine*, 28 (5), 659-662.
47. Gianotti, S.M., Marshall, S.W., Hume, P.A., Bunt, L. (2009) Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12 (6), 622-627.
48. Nordenvall, R., Bahmanyar, S., Adami, J., Stenros, C., Wredmark, T., Felländer-Tsai, L. (2012) A Population-Based Nationwide Study of Cruciate Ligament Injury in Sweden, 2001-2009 Incidence, Treatment, and Sex Differences. *The American journal of sports medicine*, 40 (8), 1808-1813.
49. Pfeiffer, R.P., Shea, K.G., Roberts, D., Grandstrand, S., Bond, L. (2006) Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 88 (8), 1769-1774.
50. Hewett, T.E., Myer, G.D., Ford, K.R. (2006) Anterior cruciate ligament injuries in female athletes part 1, mechanisms and risk factors. *The American journal of sports medicine*, 34 (2), 299-311.
51. Ford, K.R., Myer, G.D., Hewett, T.E. (2003) Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (10), 1745-1750.
52. Chaudhari, A.M., Lindenfeld, T.N., Andriacchi, T.P., Hewett, T.E., Riccobene, J., Myer, G.D. ve diğeri. (2007) Knee and hip loading patterns at different

- phases in the menstrual cycle: implications for the gender difference in anterior cruciate ligament injury rates. *Am J Sports Med*, 35 (5), 793-800.
53. Ford, K.R., Shapiro, R., Myer, G.D., Van Den Bogert, A.J., Hewett, T.E. (2010) Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 42 (10), 1923.
 54. Harrison, A.D., Ford, K.R., Myer, G.D., Hewett, T.E. (2011) Sex differences in force attenuation: a clinical assessment of single-leg hop performance on a portable force plate. *Br J Sports Med*, 45 (3), 198-202.
 55. Shambaugh, J.P., Klein, A., Herbert, J.H. (1991) Structural measures as predictors of injury basketball players. *Med Sci Sports Exerc*, 23 (5), 522-527.
 56. Meister, K., Talley, M.C., Horodyski, M.B., Indelicato, P.A., Hartzel, J.S., Batts, J. (1997) Caudal slope of the tibia and its relationship to noncontact injuries to the ACL. *The American journal of knee surgery*, 11 (4), 217-219.
 57. Stijak, L., Herzog, R.F., Schai, P. (2008) Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 16 (2), 112-117.
 58. Giffin, J.R., Stabile, K.J., Zantop, T., Vogrin, T.M., Woo, S.L., Harner, C.D. (2007) Importance of tibial slope for stability of the posterior cruciate ligament-deficient knee. *The American journal of sports medicine*, 35 (9), 1443-1449.
 59. Orchard, J., Seward, H., McGivern, J., Hood, S. (2001) Intrinsic and extrinsic risk factors for anterior cruciate ligament injury in Australian footballers. *The American journal of sports medicine*, 29 (2), 196-200.
 60. Hewett, T.E., Zazulak, B.T., Myer, G.D. (2007) Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk a systematic review. *The American journal of sports medicine*, 35 (4), 659-668.
 61. Chandrashekar, N., Slauterbeck, J., Hashemi, J. (2009) Re: Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry: a cadaveric study. *Am J Sports Med*, 37 (2), 423.

62. van Eck, C.F., Martins, C.A., Lorenz, S.G., Fu, F.H., Smolinski, P. (2010) Assessment of correlation between knee notch width index and the three-dimensional notch volume. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18 (9), 1239-1244.
63. Uhorchak, J.M., Scoville, C.R., Williams, G.N., Arciero, R.A., Pierre, P.S., Taylor, D.C. (2003) Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament a prospective four-year evaluation of 859 west point cadets. *The American journal of sports medicine*, 31 (6), 831-842.
64. LaPrade, R.F., Burnett, Q.M. (1994) Femoral Intercondylar Notch Stenosis and Correlation to Anterior Cruciate Ligament Injuries A Prospective Study. *The American journal of sports medicine*, 22 (2), 198-203.
65. Hoteya, K., Kato, Y., Motojima, S., Ingham, S.J., Horaguchi, T., Saito, A. ve diğerleri. (2011) Association between intercondylar notch narrowing and bilateral anterior cruciate ligament injuries in athletes. *Arch Orthop Trauma Surg*, 131 (3), 371-376.
66. Dragoo, J.L., Choi, J.Y., Lieberman, J.R., Huang, J., Zuk, P.A., Zhang, J. ve diğerleri. (2003) Bone induction by BMP-2 transduced stem cells derived from human fat. *Journal of orthopaedic research*, 21 (4), 622-629.
67. Faryniarz, D.A., Bhargava, M., Lajam, C., Attia, E.T., Hannafin, J.A. (2006) Quantitation of estrogen receptors and relaxin binding in human anterior cruciate ligament fibroblasts. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, 42 (7), 176-181.
68. Ruedl, G., Ploner, P., Linortner, I., Schranz, A., Fink, C., Sommersacher, R. ve diğerleri. (2009) Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17 (9), 1065-1069.
69. Slauterbeck, J.R., Fuzie, S.F., Smith, M.P., Clark, R.J., Xu, K.T., Starch, D.W. ve diğerleri. (2002) The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*, 37 (3), 275.

70. Wojtys, E.M., Huston, L.J., Boynton, M.D., Spindler, K.P., Lindenfeld, T.N. (2002) The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. *Am J Sports Med*, 30 (2), 182-188.
71. Arendt, E., Bershadsky, B., Agel, J. (2001) Periodicity of noncontact anterior cruciate ligament injuries during the menstrual cycle. *The journal of gender-specific medicine: JGSM: the official journal of the Partnership for Women's Health at Columbia*, 5 (2), 19-26.
72. Huston, L.J.,Wojtys, E.M. (1996) Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *The American journal of sports medicine*, 24 (4), 427-436.
73. Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B.P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J.R. ve diğ erleri. (2007) Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med*, 35 (3), 359-367.
74. Koga, H., Nakamae, A., Shima, Y., Iwasa, J., Myklebust, G., Engebretsen, L. ve diğ erleri. (2010) Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sports Med*, 38 (11), 2218-2225.
75. Boden, B.P., Torg, J.S., Knowles, S.B., Hewett, T.E. (2009) Video analysis of anterior cruciate ligament injury abnormalities in hip and ankle kinematics. *The American Journal of Sports Medicine*, 37 (2), 252-259.
76. Olsen, O.E., Myklebust, G., Engebretsen, L.,Bahr, R. (2004) Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med*, 32 (4), 1002-1012.
77. Beynnon, B.D., Johnson, R.J., Braun, S., Sargent, M., Bernstein, I.M., Skelly, J.M. ve diğ erleri. (2006) The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: a case-control study of recreational alpine skiers. *Am J Sports Med*, 34 (5), 757-764.

78. Li, G., Rudy, T.W., Allen, C., Sakane, M., Woo, S.L. (1998) Effect of combined axial compressive and anterior tibial loads on in situ forces in the anterior cruciate ligament: a porcine study. *J Orthop Res*, 16 (1), 122-127.
79. Pandy, M.G., Shelburne, K.B. (1997) Dependence of cruciate-ligament loading on muscle forces and external load. *Journal of biomechanics*, 30 (10), 1015-1024.
80. Nisell, R. (1985) Mechanics of the knee: a study of joint and muscle load with clinical applications. *Acta Orthopaedica*, 56 (S216), 1-42.
81. Torzilli, P.A., Deng, X., Warren, R.F. (1994) The effect of joint-compressive load and quadriceps muscle force on knee motion in the intact and anterior cruciate ligament-sectioned knee. *The American journal of sports medicine*, 22 (1), 105-112.
82. Simonsen, E.B., Magnusson, S., Bencke, J., Naesborg, H., Havkrog, M., Ebstrup, J. ve diğ erleri. (2000) Can the hamstring muscles protect the anterior cruciate ligament during a side-cutting maneuver? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 10 (2), 78-84.
83. Imran, A., O'Connor, J. (1998) Control of knee stability after ACL injury or repair: interaction between hamstrings contraction and tibial translation. *Clinical Biomechanics*, 13 (3), 153-162.
84. Renström, P., Arms, S., Stanwyck, T., Johnson, R., Pope, M. (1986) Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity*. *The American journal of sports medicine*, 14 (1), 83-87.
85. Mesfar, W., Shirazi-Adl, A. (2008) Knee joint biomechanics in open-kinetic-chain flexion exercises. *Clinical Biomechanics*, 23 (4), 477-482.
86. MacWilliams, B., Wilson, D., DesJardins, J., Romero, J., Chao, E. (1999) Hamstrings cocontraction reduces internal rotation, anterior translation, and anterior cruciate ligament load in weight-bearing flexion. *Journal of Orthopaedic Research*, 17 (6), 817-822.

87. Li, G., Rudy, T., Sakane, M., Kanamori, A., Ma, C., Woo, S.-Y. (1999) The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. *Journal of biomechanics*, 32 (4), 395-400.
88. Withrow, T.J., Huston, L.J., Wojtys, E.M., Ashton-Miller, J.A. (2006) The relationship between quadriceps muscle force, knee flexion, and anterior cruciate ligament strain in an in vitro simulated jump landing. *Am J Sports Med*, 34 (2), 269-274.
89. Markolf, K.L., O'Neill, G., Jackson, S.R., McAllister, D.R. (2004) Effects of applied quadriceps and hamstrings muscle loads on forces in the anterior and posterior cruciate ligaments. *The American journal of sports medicine*, 32 (5), 1144-1149.
90. Brotzman SB, W.K. (2003). *Clinical Diagnosis Injuries*. Philadelphia: Mosby.
91. Draganich, L., Vahey, J. (1990) An in vitro study of anterior cruciate ligament strain induced by quadriceps and hamstrings forces. *Journal of Orthopaedic Research*, 8 (1), 57-63.
92. Gotlin, R., Huie, G. (2000) Anterior cruciate ligament injuries. Operative and rehabilitative options. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 11 (4), 895-928.
93. Wilk, K.E., Meister, K., Andrews, J.R. (2002) Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 30 (1), 136-151.
94. Risberg, M.A., Holm, I., Tjomsland, O., Ljunggren, E., Ekeland, A. (1999) Prospective study of changes in impairments and disabilities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29 (7), 400-412.
95. Snyder-Mackler, L., Delitto, A., Bailey, S.L., Stralka, S.W. (1995) Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 77 (8), 1166-1173.

96. Lieber, R., Silva, P., Daniel, D. (1996) Equal effectiveness of electrical and volitional strength training for quadriceps femoris muscles after anterior cruciate ligament surgery. *Journal of orthopaedic research*, 14 (1), 131-138.
97. Ozkan, I., Cullu, E., Savk, S.O., Alparlan, B. (2004) Allografts in cruciate ligament surgery. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 32 (4), 363-368.
98. Cascio, B.M., Culp, L., Cosgarea, A.J. (2004) Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinics in sports medicine*, 23 (3), 395-408.
99. Sandrey, M.A. (2006). The Comparative Effects Of A Six-Week Balance Training Program, Gluteus Medius Strength Training Program, and Combined Balance Training/Gluteus Medius Strength Training Program On Dynamic Postural Control. West Virginia.
100. Nichols, D.S., Glenn, T.M., Hutchinson, K.J. (1995) Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther*, 75 (8), 699-706.
101. Bakırhan, S. (2007). Artroplasti Uygulanan Hastaların Fiziksel Performans, Statik-Dinamik Denge Yönünden Karşılaştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
102. Baltacı G, Bayrakçı Tunay V., Tuncer A, Ergun, N. (2006). Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi. Ankara: Alp Yayınları.
103. Altay, F. (2001). Ritmik Cimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chainé Rotasyon Sonrasında Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analiz., Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
104. Travis, R.C. (1995) An Experimental Analysis Of Dynamic And Static Equilibrium. *Journal of Experimental Psychology*, 35, 216-234.
105. Barber-Westin, S.D., Noyes, F.R. (2011) Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 27 (12), 1697-1705.
106. Şimşek H., Uçku, R. (2012) Sağlıkta Eşitsizlikler ve Yaşlılık. *Yaşlı Sağlığı*, 12.

107. Riemann, B.L., Guskiewicz, K.M. (2000) Effects of mild head injury on postural stability as measured through clinical balance testing. *Journal of athletic training*, 35 (1), 19.
108. Garsden, L., Bullock-Saxton, J. (1999) Joint reposition sense in subjects with unilateral osteoarthritis of the knee. *Clinical rehabilitation*, 13 (2), 148-155.
109. Hall, M., Ferrell, W., Sturrock, R., Hamblen, D., Baxendale, R. (1995) The effect of the hypermobility syndrome on knee joint proprioception. *Rheumatology*, 34 (2), 121-125.
110. Gillquist, J. (1996) Knee ligaments and proprioception. *Acta Orthop Scand*, 67 (6), 533-535.
111. Pai, Y.C., Rymer, W.Z., Chang, R.W., Sharma, L. (1997) Effect of age and osteoarthritis on knee proprioception. *Arthritis Rheum*, 40 (12), 2260-2265.
112. Sharma, L. (1999) Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 25 (2), 299-314.
113. Burke, R.E. (2007) Sir Charles Sherrington's The integrative action of the nervous system: a centenary appreciation. *Brain*, 130 (4), 887-894.
114. İnal, S., Subaşı, F., Mungan-Ay, S., Uzun, S., Alpkaya, U., Hayran, O. ve diğerleri. (2003) Yaşlıların fiziksel kapasitelerinin ve yaşam kalitelerinin değerlendirilmesi. *Geriatrici*, 6 (3), 95-99.
115. Forget, R., Lamarre, Y. (1990) Anticipatory postural adjustment in the absence of normal peripheral feedback. *Brain Res*, 508 (1), 176-179.
116. P., K. (2002). *Body Movements During Postural Stabilization*. Oulu University.
117. Pollock AS, D.B., Rowe PJ, Paul JP . (2000) What is balance? . *Clin Rehabil*, 14 (4), 402-406.
118. Arden, N.K., Nevitt, M.C., Lane, N.E., Gore, L.R., Hochberg, M.C., Scott, J.C. ve diğerleri. (1999) Osteoarthritis and risk of falls, rates of bone loss, and osteoporotic fractures. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arthritis Rheum*, 42 (7), 1378-1385.

119. Mir, S., Hadian, M., Talebian, S., Nasser, N. (2008) Functional assessment of knee joint position sense following anterior cruciate ligament reconstruction. *British journal of sports medicine*, 42 (4), 300-303.
120. Fischer-Rasmussen, T., Jensen, P. (2000) Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 10 (2), 85-89.
121. Borsa, P.A., Lephart, S.M., Irrgang, J.J., Safran, M.R., Fu, F.H. (1997) The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament-deficient athletes. *The American journal of sports medicine*, 25 (3), 336-340.
122. Lysholm, M., Ledin, T., Ödkvist, L., Good, L. (1998) Postural control—a comparison between patients with chronic anterior cruciate ligament insufficiency and healthy individuals. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 8 (6), 432-438.
123. O'Connell, M., George, K., Stock, D. (1998) Postural sway and balance testing: a comparison of normal and anterior cruciate ligament deficient knees. *Gait & posture*, 8 (2), 136-142.
124. Wilk, K.E., Reinold, M.M., Hooks, T.R. (2003) Recent advances in the rehabilitation of isolated and combined anterior cruciate ligament injuries. *Orthopedic Clinics of North America*, 34 (1), 107-137.
125. Patel, R.R., Hurwitz, D.E., Bush-Joseph, C.A., Bach, B.R., Andriacchi, T.P. (2003) Comparison of clinical and dynamic knee function in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *The American journal of sports medicine*, 31 (1), 68-74.
126. Chmielewski, T., Ramsey, D., Snyder-Mackler, L. (2005) Evidence for differential control of tibial position in perturbed unilateral stance after acute ACL rupture. *Journal of orthopaedic research*, 23 (1), 54-60.
127. Rudolph, K.S., Snyder-Mackler, L. (2004) Effect of dynamic stability on a step task in ACL deficient individuals. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14 (5), 565-575.

128. Roberts, D., Ageberg, E., Andersson, G., Fridén, T. (2004) Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in ACL-deficient patients. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 12 (5), 357-363.
129. Barrett, D. (1991) Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 73 (5), 833-837.
130. A., T. (1996) Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Kas Gücünün Ğzokinetik Dinamometrede Değerlendirilmesi, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Tıp Fak Fizik Tedavi ve Rehabiltasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
131. Rosene, J.M., Fogarty, T.D., Mahaffey, B.L. (2001) Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *Journal of Athletic Training*, 36 (4), 378.
132. Burkett, L.N. (1970) Causative factors in hamstring strains. *Medicine and science in sports*, 2 (1), 39.
133. Kannus, P. (1994) Isokinetic evaluation of muscular performance. *International Journal of Sports Medicine*, 15 (S 1), S11-S18.
134. Olyaei, G., Hadian, M., Talebian, S., Bagheri, H., Malmir, K., Olyaei, M. (2006) The effect of muscle fatigue on knee flexor to extensor torque ratios and knee dynamic stability. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 31 (2), 121.
135. Aagaard, P., Simonsen, E.B., Magnusson, S.P., Larsson, B., Dyhre-Poulsen, P. (1998) A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The American journal of sports medicine*, 26 (2), 231-237.
136. Urbach, D., Nebelung, W., Becker, R., Awiszus, F. (2001) Effects of reconstruction of the anterior cruciate ligament on voluntary activation of quadriceps femoris a prospective twitch interpolation study. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 83 (8), 1104-1110.
137. Earl, J.E., Hertel, J. (2001) Lower-extremity muscle activation during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 10 (2), 93-104.

138. Kinzey, S.J., Armstrong, C.W. (1998) The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*, 27 (5), 356-360.
139. Gribble, P.A., Hertel, J. . (2003) Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Meas Phys Educ Exerc Sci*, 7 (2), 89-100.
140. Kaya, D., Citaker, S., Kerimoglu, U., Atay, O.A., Nyland, J., Callaghan, M. ve diğ erleri. (2011) Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19 (2), 242-247.
141. Haksever, B. (2012). Hamstring tendon grefti ile ön ç apraz ba ğ rekonstrüksiyonu sonrası wii terapi ile standart rehabilitasyon protokolünün karşılaştırılması Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
142. Aune, A.K., Holm, I., Risberg, M.A., Jensen, H.K., Steen, H. (2001) Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med*, 29 (6), 722-728.
143. Feagin, J.A., Jr., Wills, R.P., Lambert, K.L., Mott, H.W.,Cunningham, R.R. (1997) Anterior cruciate ligament reconstruction. Bone-patella tendon-bone versus semitendinosus anatomic reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* (341), 69-72.
144. Maeda, A., Shino, K., Horibe, S., Nakata, K.,Buccafusca, G. (1996) Anterior cruciate ligament reconstruction with multistranded autogenous semitendinosus tendon. *Am J Sports Med*, 24 (4), 504-509.
145. Yasuda, K., Tsujino, J., Ohkoshi, Y., Tanabe, Y.,Kaneda, K. (1995) Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med*, 23 (6), 706-714.
146. Mattacola, C.G., Perrin, D.H., Gansneder, B.M., Gieck, J.H., Saliba, E.N.,McCue III, F.C. (2002) Strength, functional outcome, and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of athletic training*, 37 (3), 262.

147. Holsgaard-Larsen, A., Jensen, C., Mortensen, N.H., Aagaard, P. (2014) Concurrent assessments of lower limb loading patterns, mechanical muscle strength and functional performance in ACL-patients--a cross-sectional study. *Knee*, 21 (1), 66-73.
148. Järvelä, T., Kannus, P., Latvala, K., Järvinen, M. (2002) Simple measurements in assessing muscle performance after an ACL reconstruction. *International journal of sports medicine*, 23 (03), 196-201.
149. Lautamies R., H.A., Kettunen J., Sandelin J., Kujala UM. (2008) Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc*, 16 (11), 1009-1016.
150. Kvist, J. (2004) Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. *Sports Med*, 34 (4), 269-280.
151. Liu-Ambrose, T., Taunton, J.E., MacIntyre, D., McConkey, P., Khan, K.M. (2007) The effects of proprioceptive or strength training on the neuromuscular function of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports*, 87 (6), 737-750.
152. Risberg, M.A., Holm, I., Myklebust, G., Engebretsen, L. (2007) Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther*, 87 (6), 737-750.
153. Zech, A., Hubscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hansel, F., Pfeifer, K. (2010) Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *J Athl Train*, 45 (4), 392-403.
154. Herrington, L., Hatcher, J., Hatcher, A., McNicholas, M. (2009) A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *Knee*, 16 (2), 149-152.

155. Schultz, R.A., Miller, D.C., Kerr, C.S., Micheli, L. (1984) Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg Am*, 66 (7), 1072-1076.
156. Roos, E., Ekdam, C., Roos, H. (1998) Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 8 (5), 257-264.
157. Greenberger, H.B., Paterno, M.V. (1995) Relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 22 (5), 202-206.
158. Barber, S.D., Noyes, F.R., Mangine, R.E., McCloskey, J.W., Hartman, W. (1990) Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clin Orthop Relat Res* (255), 204-214.
159. Petschnig, R., Baron, R., Albrecht, M. (1998) The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 28 (1), 23-31.
160. Lee, H.-M., Cheng, C.-K., Liao, J.-J. (2009) Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency. *The Knee*, 16 (5), 387-391.
161. Shiraishi, M., Mizuta, H., Kubota, K., Otsuka, Y., Nagamoto, N., Takagi, K. (1996) Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 6 (1), 32-39.
162. Harput, G., Soylu, A.R., Ertan, H., Ergun, N., Mattacola, C.G. (2014) Effect of Gender on the Quadriceps to Hamstrings Co-Activation Ratio During Different Exercises. *Journal of sport rehabilitation*, 23, 36-43.
163. Urbach, D., Nebelung, W., Becker, R., Awiszus, F. (2001) Effects of reconstruction of the anterior cruciate ligament on voluntary activation of quadriceps femoris a prospective twitch interpolation study. *J Bone Joint Surg Br*, 83 (8), 1104-1110.

164. Hoffman, M., Schrader, J., Koceja, D. (1999) An investigation of postural control in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction patients. *J Athl Train*, 34 (2), 130-136.
165. Earl, J., E., Hertel, J. (2001) Lower-extremity muscle activation during the Star Excursion Balance *J Sport Rehabil*, 10, 93-104.
166. Davies, G. (1988) Isokinetic approach to the knee. *Mangine RE. Clinics in Physical Therapy: Physical Therapy of The Knee. New York: Churchill Livingstone*, pp221-244.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onayı



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580
E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

07 Aralık 2012

Sayı: B.30.2.HAC.0.05.07.00 / 887

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 28 KASIM 2012 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2012/11
Proje No : LUT 12/130 (Değerlendirme Tarihi 19.10.2012)
Karar No : LUT 12/130 - 27

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Nevin Ergun'un sorumlu araştırmacı olduğu Fzt. Burak Ulusoy'un tezi olan LUT 12/130 kayıt numaralı ve "**Hamstring Ototogreft ile Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonuna Sonrası İzokinetik Diz Kuvveti ile Dinamik Denge Arasındaki İlişki**" başlıklı proje önerisi Kurulumuzda değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan) | 9 Prof. Dr. Songül Vaizoğlu (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye) | 10. Prof. Dr. Melahat Görduysus (Üye) |
| 3. Prof. Dr. Hakan S. Orer (Üye) | 11. Doç. Dr. R. Köksal Özgül (Üye) |
| İZİNLİ | 12. Doç. Dr. Cansın Saçkesen (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye) | 13 Doç. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye) | 14. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Kafiye Eroğlu (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 16. Av. Meltem Onurlu (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal (Üye) | |

Ek 2. Aydınlatılmış Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Fizyoterapistin Açıklaması

Bu çalışma, Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası izokinetik diz kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişki araştırılması amacıyla yapılacaktır. Elde edilen verilerle ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalara ve onların rehabilitasyonlarına katkı sağlanacak, bu alanda çalışan profesyonellere ve öğrencilere yol gösterici olacaktır.

Araştırmanın ismi ‘‘Hamstring otogreft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası izokinetik diz kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişki’’dir.

Sizin de bu çalışmaya katılım sağlamanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanır. Kararımızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmaya karar verirseniz formu imzalayınız.

Araştırmaya davet edilmenizin sebebi sizin hamstring greft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş olmanızdır. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesinde yapılacaktır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, Fzt.Burak ULUSOY tarafından fizyoterapi değerlendirme programına alınacaksınız. Değerlendirme kayıtlarınız kimliğiniz belirtilmeden sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin eğitiminde veya bilimsel nitelikte yayınlarda kullanılabilir. Bunun dışında bu kayıtlar kullanılmayacak ve başkalarına verilmeyecektir.

Bu çalışmayı yapabilmek için sizin sağ/sol diz kaslarınıza yönelik izokinetik kassal kuvvet değerlendirmesi ve dinamik denge testi yapılacaktır. Ayrıca demografik bilgileriniz, yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, yaralanma tarihi, ameliyat tarihi, yaralanmış ekstremiteler ve dominant ekstremiteniz sorgulanacaktır. Bu değerlendirmeler hamstring greft ile ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş hastaların dinamik dengesi üzerinde diz kaslarının kuvvetlerinin etkisi olup olmadığını anlamamızda ve yeni rehabilitasyon protokollerine katkı sağlamamızda yol gösterici olacaktır. Bu çalışma ile amacımız diz kaslarının izokinetik kuvveti ile dinamik denge arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak yeni rehabilitasyon protokollerine yol gösterici olmak, ameliyat sonrası spora dönüş sürecini kısaltmaktır. Katılımcılar değerlendirmeler esnasında herhangi bir ağrı veya acı hissetmeyecektir. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığımız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Değerlendirmeler sırasında oluşabilecek riskler:

Çalışma kapsamında yapılacak olan değerlendirmeler herhangi bir risk içermemektedir.

Çalışmanın devamı sırasında açığa çıkabilecek sorun ve riskler size iletilecektir. Araştırma esnasında görebileceğiniz olası bir zararda bunun sorumluluğu alınacak ve giderilmesi için her türlü tıbbi müdahale yapılacaktır. Bu konudaki tüm harcamalar üstlenilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde sizin rehabilitasyon programında herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayımızı çekmek hakkına da sahipsiniz. Buna rağmen çekilme talebinizi zamanında bildirmeniz uygun olur.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Fzt, Burak ULUSOY tarafından Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam fizyoterapist ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim)* Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte Fzt, Burak ULUSOY'u 05055339129(cep) nolu telefonundan ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'nden 3051576/196 arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen fizyoterapist

Adı soyadı, unvanı: Fzt. Burak ULUSOY

Adres: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,
Samanpazarı / Ankara

Tel : 0 505 533 91 29

İmza :

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres

Tel:

İmza

Ek 3. Rehabilitasyon Programı

	TEDAVİ PROTOKOLÜ
0-2 HAFTA	Brace kullanımı (0° Ekstansiyonda kilitli) Soğuk uygulama (20 dakika) Vastus Medialis Obliquus'a nöromusküler elektrik stimülasyonu (25 dakika) Düz bacak kaldırma (4 saniyede kalça fleksiyonu, 8 saniyede kalça ekstansiyonu) Topuk kaydırma (yataкта sırtüstü pozisyonda 3 x 10) Patellar mobilizasyon (4 yönlü) Ayak Bileği pompalama egzersizleri Ödemi azaltma, ağrı ve inhibe olmuş VMO'nun fasilitasyonuna yönelik kinezyo bantlama Kısmi ağırlık aktarımı Oturma Pozisyonunda egzersiz topu ile stabilizasyon egzersizleri (60-65 ° diz fleksiyon pozisyonunda)
2-4 HAFTA	0-2 haftadaki egzersizlere ek olarak Hamstring germe (10tekrar, 20 saniye) Skar dokuya yönelik friksiyon masajı Ekstansiyon askısı (herhangi bir ağırlık olmadan)
4-6 HAFTA	Brace kullanımına devam (90 ° fleksiyonda kilitli) Tam ağırlık aktarımı Aktif squat egzersizi ile beraber nöromusküler elektrik stimülasyonu (45° fleksiyon) Mini squat, lunge egzersizleri, Theraband yardımı ile kalça fleksör, ekstansör, abdükör ve addüktörlerine kuvvetlendirme (3 tekrar 10 set) Quadriceps kuvvetlendirmeye yönelik kapalı halka kinetik egzersizler Hamstring germe (10 tekrar, 20 saniye) Ağırlık aktarma egzersizleri Adım alma egzersizleri (konsentrik, 3 set 10 tekrar) Ekstansiyon askısı (1 kg ağırlıkla beraber) Denge tahtası üzerinde denge egzersizleri, tek ayak üzerinde durma (Gözler açık ve kapalı şekilde) İzokinetik sistem ile stabilizing egzersizleri (Isomed 2000)
6-8 HAFTA	Hamstring germe (3 set 10 tekrar, 20 saniye) Yürüme egzersizleri (Topuk üzerinde, parmak ucunda) Basamak egzersizleri (konsentrik-eksentrik, 3 set 10 tekrar) Theraband yardımı ile kalça fleksör, ekstansör, abdükör ve addüktörlerine kuvvetlendirme (3 tekrar 10 set) Quadriceps kuvvetlendirmeye yönelik kapalı halka kinetik egzersizler Denge tahtasında perturbasyon ile beraber denge eğitimi İzokinetik sistem ile stabilizing egzersizleri (Isomed 2000)
8-12 HAFTA	Hamstring germe (3 set 10 tekrar, 20 saniye) Theraband yardımı ile kalça fleksör, ekstansör, abdükör ve addüktörlerine kuvvetlendirme (3 tekrar 10 set) Quadriceps kuvvetlendirmeye yönelik kapalı halka kinetik egzersizler Denge tahtasında perturbasyon ile beraber denge eğitimi İzokinetik sistem ile stabilizasyon egzersizleri (Isomed 2000)