

Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyonun ve Statik Germe Egzersizlerinin Propriyoseptif Duyuya ve Performansa Etkileri

Ece Mani

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsüne Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Doktora Tezi olarak sunulmuştur.

Doğu Akdeniz Üniversitesi
Eylül 2021
Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Ali Hakan Ulusoy
L.E.Ö.A. Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Doktora derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarım.

Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgıl
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm
Başkanı

Bu tezi okuyup değerlendirdiğimizi, tezin nitelik bakımından Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Doktora derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarız.

Prof. Dr. Emine Handan Tüzün
Eş-Tez Danışmanı

Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgıl
Tez Danışmanı

Değerlendirme Komitesi

1. Prof. Dr. İrem Düzgün

2. Prof. Dr. Zafer Erden

3. Doç. Dr. Ender Angın Eren

4. Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgıl

5. Yrd. Doç. Dr. Özge Çakır Topukçu

ÖZ

Çalışmada hamstring kısalığı olan bireylerde Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF) Kas Gevşe Antagonist Kas (KGAK) ile statik germe (SG) egzersizlerinin propriyosepsiyon, esneklik ve fiziksel performans üzerine olan etkilerinin karşılaştırılması amaçlandı.

Çalışmaya 55 birey (SG grubu:28, PNF grubu:27) dahil edildi. Esneklik diz ekstansiyon açısı testi ile, propriyosepsiyon ve kas kuvveti izokinetik dinamometre ile, statik denge Flamingo denge testi ile, dinamik denge Y denge testi ile, sıçrama performansı Dikey Sıçrama Testi ve Durarak Çift Adım Sıçrama Testi ile değerlendirildi. Değerlendirmeler germe öncesinde, ilk germe sonrasında, 8 haftalık egzersiz sonrasında ve 6 hafta takip sonrasında tekrarlandı. Egzersizler 8 hafta süresince haftada 3 gün gerçekleştirildi.

Gruplar arası analizlerde, diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon, denge ve sıçrama performansının tüm zamanlarda benzer olduğu saptanırken ($p>0.05$) sadece 6 haftalık takipte PNF lehine hamstring/kuadriseps kuvvet oranında anlamlı fark görüldü ($p<0.05$). Grup içi karşılaştırmalarda ise her iki tekniğin diz ekstansiyon açısını anlamlı olarak geliştirdiği ($p<0.05$) ancak pozisyon hissi ve hareket hissine istatistiksel anlamlı bir etki göstermediği saptandı ($p>0.05$). Flamingo denge akut etki sonuçlarında PNF grubunda, uzun dönem sonuçlarında her iki egzersiz grubunda da istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler görüldü ($p<0.05$). Y denge sonuçlarında akut dönemde SG grubunda, uzun dönemde her iki grupta olumlu farklılıklar bulundu ($p<0.05$). Ayrıca SG grubuna ait akut verilerde hamstring kas kuvvetinde, uzun dönemde ise kuadriseps ve hamstring kas kuvveti ile patlayıcı kuvvet performanslarında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler elde edildi ($p<0.05$).

Çalışma sonucunda her iki germe tekniğinin her iki dönemde de esnekliği iyileştirdiği, uzun dönemde ise sadece SG'nin patlayıcı kuvvet ve maksimal kuvveti geliştirdiği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Esneklik, Propriyosepsiyon, Hamstring kası, Diz

ABSTRACT

In this study, it was aimed to compare the effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Contract Relax Antagonist Contract (CRAC) and static stretching (SS) exercises on proprioception, flexibility and physical performance in individuals with hamstring shortness.

Fifty-five individuals were included in the study (SS group:28, PNF group:27). Flexibility was evaluated with the knee extension angle test, proprioception and muscle strength with an isokinetic dynamometer, static balance with the Flamingo balance test, dynamic balance with the Y balance test, jump performance with the Vertical Jump Test and the Standing Long Jump Test. Evaluations were repeated before stretching, after the first stretching, after 8 weeks of exercise and after 6 weeks of follow-up. The exercises were performed 3 days a week for 8 weeks.

In the analyzes between the groups, knee extension angle, proprioception, balance and jump performance were found similar at all times ($p>0.05$), but there was a significant difference in the hamstring/quadriceps strength ratio right after the 6-week follow-up ($p<0.05$). In group comparisons, it was found that both techniques significantly improved knee extension angle ($p<0.05$), but didn't show a statistically significant effect on position sense and movement sense ($p>0.05$). Statistically significant improvements were observed in the PNF group in flamingo balance acute effect and in both exercise groups in long-term effects ($p<0.05$). In the Y balance results, positive differences were found in the SG group in the acute period and in both groups in the long term ($p<0.05$). In addition, statistically significant improvements were obtained in the hamstring muscle strength in the acute data of the SG group, and

in the quadriceps and hamstring muscle strength and explosive strength performances in the long term ($p < 0.05$).

As a result of the study, it was seen that both stretching techniques improved flexibility in both periods, while only SG improved explosive power and maximal strength in the long term.

Keywords: Exercise, Flexibility, Proprioception, Hamstring muscle, Knee

TEŞEKKÜR

Bilgisiyle ve desteğiyle yıllardır yoluma ışık tutan ve yanımda olan danışman hocam Doç. Dr. Berkiye KIRMIZIGİL'e,

Desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eş tez danışmanım Prof. Dr. Emine Handan TÜZÜN'e,

Tez komite toplantılarımıza ve tezime fikirleriyle katkı koyan değerli hocalarım Doç. Dr. Ender ANGIN ve Yrd. Doç. Dr. Özge ÇAKIR TOPUKÇU'ya,

Öğrenim ve eğitimime katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Mehtap MALKOÇ'a,

İstatistiksel bilgime sağladığı bilgi donanımlarından dolayı hocam Yrd. Doç. Dr. Levent EKER'e,

Sabretmeyi öğreten ve sevgiyle destekleyen ailem, annem Menekşe MANİ, babam Mehmet MANİ ve kardeşim Erdem MANİ'ye,

Motivasyon kaynağım olan Asil Tan TANSU'ya,

İçtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
KISALTMALAR	xi
TABLO LİSTESİ	xii
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
1 GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Hipotezleri.....	4
2 GENEL BİLGİLER.....	6
2.1 Diz Eklemi.....	6
2.1.1 Diz Eklemine Oluşturan Yapılar	6
2.1.1.1 Ligamentler.....	6
2.1.1.2 Menisküsler.....	8
2.1.1.3 Bursalar.....	10
2.1.1.4 Kaslar	11
2.2 Propriyosepsiyon	14
2.2.1 Propriyosepsiyon Duyusu ve Propriyoseptörler	16
2.2.1.1 Ruffini Cisimciği	16
2.2.1.2 Pacinian Korpüskülleri	16
2.2.1.3 Kas İçciği.....	17
2.2.1.4 Golgi Tendon Organı	18
2.2.2 Dizdeki Propriyoseptörler	19

2.2.3 Propriyosepsiyonun Değerlendirilmesi.....	20
2.2.3.1 Propriyosepsiyonun Genel Değerlendirilmesi.....	20
2.2.3.2 Diz Eklemünde Propriyosepsiyonun Değerlendirilmesi	22
2.3 Germe Teknikleri	24
2.3.1 Germe Egzersizleri.....	24
2.3.1.1 Statik Germe	24
2.3.1.2 PNF Germe	24
2.3.2 Germenin Fizyolojisi.....	26
2.3.2.1 Biyomekaniksel Mekanizma	26
2.3.2.2 Nörolojik Mekanizma	27
2.4 Fiziksel Uygunluk	29
2.4.1 Fiziksel Uygunluk Parametreleri	29
2.4.1.1 Sağlıkla İlişkili Fiziksel Uygunluk Parametreleri.....	30
2.4.1.2 Performansla İlişkili Fiziksel Uygunluk Parametreleri	31
3 GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1 Bireyler	34
3.2 Prosedür	35
3.3 Değerlendirme Yöntemleri.....	35
3.3.1 Diz Ekstansiyon Açısı	35
3.3.2 Propriyoseptif Duyu Değerlendirmeleri.....	36
3.3.3 Denge Değerlendirmeleri	37
3.3.3.1 Statik Denge Testi	37
3.3.3.2 Dinamik Denge Testi	38
3.3.4 Anaerobik Performans Testleri	39
3.3.4.1 Dikey Sıçrama Testi	39

3.3.4.2 Durarak Çift Adım Sıçrama Testi.....	40
3.3.5 Kassal Kuvvet Değerlendirmesi.....	41
3.3.6 İstatistiksel Analiz Yöntemleri.....	41
3.4 Egzersiz Protokolü	42
3.4.1 PNF Egzersizleri	42
3.4.2 Statik Germe Egzersizleri	43
4 BULGULAR	44
4.1 Sosyo-Demografik Özellikler.....	44
4.2 Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları	45
4.3 Grup İçi Karşılaştırma Sonuçları.....	48
4.4 Etki Büyüklüğü Sonuçları	52
5 TARTIŞMA	55
5.1 Diz Ekstansiyon Açısı	56
5.2 Propriyoseptif Duyu	60
5.3 Denge.....	63
5.4 Anaerobik Performans.....	67
5.5 Kassal Kuvvet.....	73
5.6 Limitasyonlar.....	76
6 SONUÇ VE ÖNERİLER	77
7 KAYNAKLAR.....	80
EKLER	112
Ek 1: Etik Kurul Raporu.....	113
Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	114
Ek 3: Değerlendirme Formu.....	117

KISALTMALAR

DK	Dakika
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
GTO	Golgi Tendon Organı
KGAK	Kas Gevşe Antagonist Kas
PD	Propriyoseptif Duyu
PNF	Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyon
SG	Statik Germe
SİAS	Spina İliaca Anterior Superior
SN	Saniye
SS	Standart Sapma
X	Ortalama

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Bireylerin sosyodemografik özellikleri.....	44
Tablo 2: Grupların ön test sonuçlarının karşılaştırması	45
Tablo 3: Bireylerin diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve denge sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması	46
Tablo 4: Bireylerin sıçrama ve kas kuvveti performans sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması	47
Tablo 5: Bireylerin diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve denge testlerinin grup içi karşılaştırılması	50
Tablo 6: Bireylerin sıçrama ve kas kuvveti performans testlerinin grup içi karşılaştırılması	51
Tablo 7: Diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve denge testlerinin etki büyüklükleri	53
Tablo 8: Sıçrama ve kas kuvveti performans testlerinin etki büyüklükleri.....	54

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Kas içciği	17
Şekil 2: Golgi tendon organı	18
Şekil 3: Diz ekstansiyon açısının ölçülmesi	36
Şekil 4: Propriyoseptif duyu ölçümü.....	37
Şekil 5: Flamingo denge testi	38
Şekil 6: Y denge testi	39
Şekil 7: Dikey sıçrama testinin uygulanması	40
Şekil 8: Durarak çift adım sıçrama testinin uygulanması.....	41
Şekil 9: Hamstring kasına uygulanan PNF Kas Gevşe Antagonist Kas egzersizi .	43
Şekil 10: Hamstring kasına uygulanan statik germe egzersizi.....	43

Bölüm 1

GİRİŞ

Propriyosepsiyon, vücudun vizyon algısı olmadan pozisyonunu belirleme ve hareketini algılama yeteneği olarak tanımlanabilir [1]. Propriyoseptif duyu (PD), propriyoreseptörlere ek olarak vestibüler ve vizüel organlardaki reseptörlerden gelen afferent sinyallerin entegrasyonu sayesinde gerçekleşir [2]. PD kaslar, tendonlar, fasya, eklem kapsülü ve ligamentler gibi eklem çevresinde ve içerisindeki dokularda yer alan özelleşmiş sinir uçlarının ve mekanoreseptörlerin uyarımından sağlanır. Kas içiği, eklem reseptörleri, kutanöz reseptörler ve golgi tendon organı (GTO) duyuşal girdiyi sağlayan propriyoreseptörlerdir [3,4].

Muskulotendinöz propriyoreseptörlerden, kasın orta kısmında yer alarak kasın uzunluğu hakkında bilgi veren ve uzunluğundaki değışimlere hassas olan kas içiği diz eklemi propriyosepsiyonunda en önemli reseptördür. Kasın uzunluğundaki değışiklikler eklem açısı ile olan bağlantısı nedeniyle pozisyon hakkında bilgi sağlamaktadır [5]. Diğer önemli reseptör ise, tendondaki gerimi algılayan ve gerimin değışim hızına duyarlılık gösteren GTO'dur [3,6].

Ekstremitelerin uzaydaki konumunu, birbirleriyle olan ilişkisini ve hareketlerin düzenini algılayan sistem vücut farkındalığıdır. Taktıl ve vestibüler duyuşar yanında PD vücut farkındalığı oluşumunda önemlidir. Hem sağlık hem de performans için gerekli olan biyomotor yetilerin iyileştirilmesinde ve gelişiminde vücut farkındalığı önemlidir. Vücut farkındalığının gelişimi PD ile ilişkilidir. Literatürde, günümüze kadar, propriyoreseptörleri aktifleştirerek PD gelişimine katkısı olan bir çok egzersiz

tanımlanmıştır. PD'nin geliştirilmesinde aerobik egzersizler [7], kapalı kinetik zincir egzersizleri [8], denge egzersizleri [9] ve germe egzersizleri [10,11] gibi farklı egzersiz yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmalar bu egzersiz yöntemlerinin, periferik mekanoreseptörlerde duyuşal eşğin değışmesine katkı sağlayarak PD'nin iyileştirilmesine katkı sağladığını bildirilmektedir [7-11].

Germe egzersizleri esnekliğı geliştirmek, yaralanmalardan korumak, performansı artırmak amacı ile klinikte, rekreasyonel ve sportif aktivitelerde sıklıkla kullanılmaktadır [12]. Son yıllarda yayınlanan bir takım çalışmalar germe egzersizlerinin PD gelişimine katkı sağlayabileceğini göstermektedir [13,14]. Tanımlanan birçok germe türü olsa da özellikle statik germe (SG) ve propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) germe tercih edilen popüler türleridir. Bu egzersizlerin farklı biyomotor yetiler üzerindeki etkileri çalışılmış olsa da her iki tekniğın PD üzerine etkilerini araştıran çalışma sayısı sınırlı ve çalışma sonuçları ise birbirleri ile çelişkilidir. Son yıllarda gelişen ve kullanımı yaygınlaşmakta olan PNF Kas Gevş Antagonist Kas (KGAK) tekniğının postür al kontrolün gelişimine katkı sağladığı bildirilirken [13], Kas-Gevş'nin hareket hissinde duyarlılığı azalttığı görülmüştür [15]. Benzer olarak akut uygulanan SG'nin kas ve tendonun elastik komponentlerini etkileyerek kas reseptörlerinde duyarlılığı geliştirdiğini gösteren çalışma [14] ile birlikte SG'nin PD'ye etki etmediğini gösteren çalışma da bulunmaktadır [16].

Performansın geliştirilmesinde birçok egzersiz yöntemi kullanılmaktadır. Özellikle izometrik [17], izotonik [18] ve izokinetik kuvvetlendirme egzersizleri [19,20] ile pliometrik eğitimlerin [21] kas kuvveti ve sıçrama performansını geliştirmek amacıyla kullanımı yaygındır. Germe egzersizlerinin performans üzerine

olan etkinliği ise popöler bir konudur. Ancak bu egzersizlerin kuvvet ve sıçrama performansı üzerine olan etkinliği ise tartışmalı bir konudur.

PNF ve SG egzersizlerinin esnekliği ve eklem hareket açıklığını (EHA) geliştirdiği birçok çalışmada kanıtlanmıştır [22-28]. Çalışmalarda akut [23] ve uzun dönem uygulanan [29,30] farklı sürelerdeki SG egzersizlerinin esnekliği geliştirdiği belirtilmiştir. Aynı şekilde PNF'in çeşitli tekniklerinin de akut [24,25] ve uzun dönemde [26-28,31] esnekliği geliştirdiği gösterilmiştir. Her iki tekniği karşılaştıran çalışmalarda ise akut dönemde tekniklerin benzer şekilde esnekliği geliştirdiği bildirilmiştir [32-34]. Bununla birlikte tekniklerin uzun dönem etkilerini araştıran çalışma sonuçlarında farklılıklar vardır. PNF Kas Gevşe Agonist Kas tekniği ile SG'nin uzun dönem etkilerini inceleyen çalışmalarda, etkilerinin benzer olduğunu gösteren çalışmalar yanında [35-37], PNF'in daha üstün olduğunu [38] ve SG'nin (30 sn süreli) PNF respirokale inhibisyon tekniğine göre daha etkili olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır [39].

Literatürde SG ile PNF'in kuvvet üzerine olan uzun dönem etkisini kıyaslayan bir çalışma olmasa da akut dönemde yapılan birkaç çalışma bulunmaktadır. SG ile PNF Kas Gevşe'nin akut olarak benzer şekilde etkisiz olduğunu gösteren çalışmanın yanında [40], SG ve PNF KGAK'ın maksimal istemli kontraksiyonu benzer şekilde düşürdüğünü gösteren çalışma da vardır [41]. SG ile PNF germinin patlayıcı kuvvet üzerine olan etkisini akut ve uzun dönemde karşılaştıran çalışmalar ise, tekniklerin benzer olarak etki etmediğini belirtmiştir [42, 43]. Bu konuda sonuçların çelişkili olduğu görölmektedir.

Denge, hareketin otomatik kontrolüne ve postöral kontrole katkısı bulunan önemli bir biyomotor yetidir. Denge üzerine SG ile PNF egzersizlerinin akut dönemdeki etkilerini kıyaslayan bir çalışma hamstring kısıalığı olan bireylerde PNF

Kas Gevşek ile SG'nin statik dengeye etki etmediğini belirtirken [32], farklı bir çalışma kısıklığı olmayan bireylerde postüral salınımın geliştiğini bildirmiştir [44]. Uzun dönem etkisini kıyaslayan bir çalışma ise SG ile PNF Kas Gevşek'nin statik dengeyi geliştirdiğini ancak sadece SG grubundaki gelişmenin anlamlı olduğunu göstermiştir [45]. Dinamik denge üzerine ise PNF teknikleri ile SG'nin etkilerini kıyaslayan bir çalışma bulunmamaktadır.

Literatürde PNF KGAK ile SG'nin esneklik, propriyoseptif duyu ve performans üzerine etkilerini değerlendiren ve karşılaştıran çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızın primer amacı hamstring kısıklığı olan bireylerde benzer germe süreleri ile uygulanan PNF KGAK ile SG egzersizlerinin, diz eklemi pozisyon hissi, hareket hissi ve esneklik üzerine olan akut ve uzun dönem etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Çalışmamızın sekonder amacı ise fiziksel performans üzerine olan etkinliğinin karşılaştırılmasıdır.

1.1 Çalışmanın Hipotezleri

- ✓ P_{01} : Statik germe ile PNF germe egzersizlerinin PD üzerindeki akut etkileri benzerdir.
- ✓ P_{02} : Statik germe ile PNF germe egzersizlerinin PD üzerindeki kronik etkileri benzerdir.
- ✓ P_{03} : Statik germe ile PNF germe egzersizlerinin esneklik üzerindeki akut etkileri benzerdir.
- ✓ P_{04} : Statik germe ile PNF germe egzersizlerinin esneklik üzerindeki kronik etkileri benzerdir.
- ✓ P_{05} : Statik germe ile PNF germe egzersizlerinin fiziksel performans üzerindeki akut etkileri benzerdir.

- ✓ P_{06} : Statik germe ile PNF germe egzersizlerinin fiziksel performans üzerindeki kronik etkileri benzerdir.

Bölüm 2

GENEL BİLGİLER

2.1 Diz Eklemi

Alt ekstremitenin merkezinde yer alan diz, tibia, femur ve patella kemiklerinden oluşur. Diz 3 eklemden meydana gelmektedir. Bunlar: Medial tibiofemoral, lateral tibiofemoral, patellofemoral ve proksimal tibiofibular eklemlerdir [46]. Tibiofemoral eklemler vücut ağırlığının çoğunu taşıırken, patellofemoral eklem kuadriseps femoris kasının kontraksiyonu ile oluşan kuvvetlerin diz üzerinde yarattığı sürtünmesiz transferde görev alır [47].

Diz eklemi hareketleri iki düzlemde gerçekleşir. Tibiofemoral eklem, sagittal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine, frontal düzlemde varus ve valgus hareketlerine izin veren menteşe tipli bir eklemdir. Ayrıca her iki düzlemde diz fleksiyonunun son açılarında medial rotasyon ve terminal ekstansiyonda lateral rotasyonu kolaylaştırmaktadır. Günlük aktivitelerimizde vücut ağırlığımızın büyük bir bölümünü taşıyan diz, hareketler sırasında ve çeşitli stres durumlarında denge ve kontrolü sağlamaktadır. Vücudun en uzun iki kolu olan femur ve tibia kemiklerinin konumu ve ağırlık taşımadaki rolü ile diz eklemi yaralanmalara açık durumdadır [48].

2.1.1 Diz Eklemi Oluşturan Yapılar:

2.1.1.1 Ligamentler

Diz eklemi birincil ve ikincil stabilizatörleri vardır. Birincil olarak stabilizasyon ligamentler yoluyla sağlanırken, diz çevresi kasları (kuadriseps ve hamstring) ikincil stabilizasyon rolü oynar. Ancak ligamentler ile kaslar dizin güvenli

hareketi için uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Diz eklemindeki ligamentler ekstraartiküler ve intraartiküler olarak sınıflandırılmaktadır:

✓ *Ekstraartiküler Ligamentler:*

- I. Medial kollateral bağ: Femurun medial epikondilinden tibianın medial kondiline uzanmaktadır. Görevi, medial yönde stabilite sağlamak ve dış rotasyon sırasında aşırı valgus stresini engellemektedir [49].
- II. Lateral kollateral bağ: Femurun lateral epikondilinden başlayarak fibula başına yapışmaktadır. Diz fleksiyon pozisyonunda aşırı varus stresini ve dış rotasyonu önleyerek dizin lateral yönünü stabilize etmektedir [50].
- III. Patellar ligament: Kuadriseps femoris tendonunun devamı şeklinde uzanarak, proksimalde patellanın apeksine ve distalde tibial tüberoziteye yapışma göstermektedir. Patellanın uygun pozisyonda tutulması ve dizin fleksiyonunun kontrolünde rol oynamaktadır [48].
- IV. Arkuat popliteal ligament: Y şeklindeki bu bağ, fibula başının arka kısmı ile bağlantı göstermektedir. Medial parçası popliteus kası üzerinden geçerek oblik popliteal ligament ile birleşirken, lateral parçası femurun lateral epikondili ve gastroknemius kasının laterali ile bağlantı göstermektedir. Arkuat bağ, dizin posterolateral stabilitesine katkı sağlamaktadır [48].
- V. Oblik popliteal ligament: Diz ekleminin arka tarafında bulunan geniş, düz ve fibröz bir bağdır. Femurun medialindeki adduktor tuberkülünden başlayarak, interkondiloid fossanın üst kenarına ve kondillerin eklem kenarlarına yakın femurun arka yüzeyine yapışmaktadır. Bağın görevi, diz ekleminde rotasyonu (tibianın dış rotasyonu ile femurun iç rotasyonunu)

azaltarak kontrol etmek ve diz tam ekstansiyonda iken valgusu engellemektir [48].

- VI. Popliteofibular ligamentler: Popliteus tendonunun fibula başına bağlanmasından oluşan popliteofibular bağ, miyotendinöz bileşkeye yakın popliteus tendonundan fibular stiloid çıkıntısının arka yüzüne uzanmaktadır. Tibianın femur üzerindeki dış rotasyonunu ve posterior tibial translasyonunu kısıtlamaktadır [48].

✓ *Intraartiküler Ligamentler:*

- I. Anterior cruciate ligament: Lateral femoral kondilin medial duvarından başlayarak, medial menisküsün ön boynuzunda tibianın interkondiler çıkıntısının ön kısmına yapışmaktadır. Anterior cruciate ligamentin ön parçası aşırı fleksiyon, arka parçası aşırı ekstansiyon hareketlerini kısıtlamaktadır. Diz ekleminin stabilizasyonuna, kinematiğine ve dolayısıyla propriyosepsiyona önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Anterior cruciate ligamentin görevi, tibianın femura göre öne kaymasını kısıtlamak ve rotasyonel olarak yer değiştirmesini önlemektedir [51].
- II. Posterior cruciate ligament: Medial femoral kondilin lateralinden başlayarak, tibianın posterior yüzünün distaline yapışma göstermektedir. Dizin posteriorunda yer alan posterior cruciate ligament, tibianın femura göre posterior yönde yer değiştirmesini önlemektedir [52].

2.1.1.2 Menisküsler

Menisküsler femur kondilleri ile tibia kondillerinin eklem yüzeyi arasındaki ‘C’ şeklinde fibrokartilaginöz üçgen yapılardır. Diz eklem hareketine izin veren sürtünmesiz bir yüzey sağlayarak, rotasyonel stabiliteyi çevre yapılara yönlendirmekle görevlidirler [53]. Menisküsün en önemli fonksiyonu şok absorpsiyonudur.

Menisküsün bu görevi dokunun su içeriği olan viskoelastik özellikleri ile ilişkilidir. Herhangi bir yük dağılımında, sıvı dokuda oluşan sürtünme kuvvetleri ile şok absorpsiyonu sağlanmaktadır [54].

Menisküslerin üst yüzeylerinde femur kondilleri ve alt yüzeylerinde tibia kondilleri bulunur. Konveks periferik kenarları eklem kapsülüne yapışma yeri gösterirken, konkav iç kenarları serbesttir. Menisküsün dış kenarı (kırmızı bölge olarak da adlandırılır) kalın ve dışbükeydir ve diz eklemi kapsülüne bağlıdır, iç kenar (beyaz bölge olarak da adlandırılır) içbükey, ince ve serbesttir [53].

Medial ve lateral olmak üzere 2 adet menisküs bulunmaktadır:

- I. Medial menisküs: Femurun medial kondili ile tibianın medial kondili arasında yer alarak fibrokartilaj yarım daire biçimini oluşturmaktadır. Medial menisküs medial kompartmanın eklem temas alanının %60'ını kaplar. Arka boynuz ön boynuzdan daha geniştir ve ön-arka boyutu medio-lateral boyuttan daha büyüktür. Ön boynuz, interkondiler fossa yakınında Anterior Cruciate Ligament'in önündeki tibiaya yapışıktır. Arka boynuz, Posterior Cruciate Ligament'in hemen önüne bağlanır ve medial menisküsün periferik kısmı diz eklem kapsülü ile birleşme gösterir.
- II. Lateral menisküs: Lateral menisküs diz ekleminin iç kısmının lateralini kaplayan fibrokartilaj yapıda bir banttır. Lateral menisküs daha daireseldir ve medial menisküsten daha küçük ve daha hareketlidir. Medial menisküse göre eklem yüzeyinde daha fazla alan yaklaşık %80'ini kapsamaktadır. Lateral menisküsün ön boynuzu, Anterior Cruciate Ligament'nin bağlanma bölgesiyle bitişik interkondiler fossaya bağlanır. Arka boynuz ise Wrisberg (arka meniskofemoral bağ) ve Humphrey (ön meniskofemoral bağ) bağları

aracılığıyla Posterior Cruciate Ligament ve medial femoral kondille bağlantı gösterir. Popliteus tendonuna da yapışıktır [55].

Her iki menisküsün de orta kısmında damarlanma olmadığı için iyileşmeleri zordur. Lateral menisküslerin medial menisküslere göre daha hareketli olması ve medial menisküsün çevresinin eklem kapsülüne sıkıca yapışmış konumda olmasından ötürü, medial menisküslerin yaralanma riski daha fazladır. Medial menisküs hareket sırasında eklem kuvvetlerine ve rotasyonel hareketliliğe karşı daha zayıftır [46].

2.1.1.3 Bursalar

Sinovyal sıvı ile dolu boşluklar olarak bilinen bursalar eklem hareketi sırasında sürtünmeyi azaltmada yardımcı olmaktadır. Beş tanesi dizin ön kısmında, dört tanesi lateralde ve beşi de medial tarafta yer almaktadır [56].

✓ *Ön Tarafta Bulunan Bursalar [57]:*

- I. Suprapatellaris
- II. İnfrapatellaris Superficialis ve Profundus
- III. Subtendinea Prepatellaris
- IV. Subfascialis Prepatellaris
- V. Subkutanea Prepatellaris

✓ *Lateralde Yer Alan Bursalar [57]:*

- I. Lateral Gastrocnemius
- II. Fibular
- III. Fibulopopliteal
- IV. Subpopliteal bursa

✓ *Medialde Yer Alan Bursalar [57]:*

- I. Medial Gastrocnemius

II. Anserine

III. Semimembranosa Bursa

IV. Semimembranosus tendonu ile tibia başı arasındaki bursa

V. Semimembranosus ile semitendinosus tendonları arasındaki bursa

2.1.1.4 Kaslar

Diz eklemiyle bağlantı gösteren birçok kas bulunmaktadır. Bunlar:

- ✓ *Popliteus*: Femurun lateral kondilinden, lateral menisküsten ve fibula başından başlayarak tibianın posteriorunda linea solei'de sonlanır. Dize fleksiyon ve diz fleksiyon pozisyonundayken internal rotasyon yaptırmakla görevlidir [58].
- ✓ *Sartorius*: Terzi kası olarak bilinen sartorius kası insan vücudundaki en uzun kastır. Spina iliaca anterior superiordan (SİAS) başlayarak tuberositas tibianın medialinde sonlanır. Kalçanın fleksiyonunda, abduksiyonunda ve femur lateral rotasyonunda görevlidir. Diz fleksiyonu sırasında bacağın mediale rotasyonunda görevlidir. 'Bağdaş kurup oturmak' sartoriusun görevlerinin tümünü gerçekleştirdiği harekettir [59].
- ✓ *Gracilis*: Uyluğun medial kompartmanındaki en yüzeysel kastır. SİAS'dan başlayarak pes anserinusa yapışma gösterir. Kalça eklemine fleksiyon ve adduksiyon hareketlerini yaptırmaktadır. Ayrıca diz eklemine fleksiyon ve iç rotasyon hareketinde görev almaktadır [58].
- ✓ *Gastrocnemius*: Femurun medial kondili ve lateral kondilinden başlar ve soleus kası tendonu ile birleşerek, vücudun en kalın ve güçlü tendon olan aşil tendonunu oluşturmaktadır. Bacak arka kas grubunu ise soleus kası ile birlikte meydana getirmektedir. Ayak bileğinde plantar fleksiyon ve diz ekleminde fleksiyon hareketlerinde görevlidir. Özellikle koşma, sıçrama ve hızlı bacak hareketlerinde patlayıcı kuvvet oluşturulmasına katkı sağlamaktadır [59].

✓ *Tensor Fasciae Latae*: SİAS'dan başlayarak uyluğun üst ve orta kısmına yapışma göstermektedir. Uyluğa fleksiyon ve abduksiyon yanında bir miktar internal rotasyon yaptırmaktadır. Ayrıca liflerinin eğik yönünden dolayı da kalçayı ekstansiyonda stabilize ederek kalça ekstansiyonu sırasında gluteus maximus kasına yardımcı olmaktadır. Pelvisin femur başı üzerinde ve femur kondillerinin tibianın eklem yüzeyleri üzerinde sabitlenmesinde de görev almaktadır. Binicilik, engelli koşu ve su kayağı sporlarında kalça ve diz eklemlerinin stabilizasyondaki rolü önemlidir [60].

✓ *Kuadriseps*: Vücudun en büyük ve güçlü kas grubudur. Rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis ve vastus intermedius olmak üzere 4 parçası bulunmaktadır [58,61]. Bu nedenle 4 farklı origo noktası bulunmaktadır:

- I. M. rektus femoris: Caput rectum
- II. M. vastus medialis: Linea aspera
- III. M. vastus lateralis: Linea aspera
- IV. M. vastus intermedius: Femur ön yüzü

Yapışma noktası ise patella ve tuberositas tibia bölgeleridir. Kuadriseps kası, diz eklemi ekstansiyon hareketi yanında kalça fleksiyonunda rol oynamaktadır. Kuadriseps parçalarının kuvvet dengesizlikleri oluşması ile patellanın mediale veya laterale zorlandığı kuvvet momentleri meydana gelebilmektedir [58,62]. Dört kuvvet komponentlerinden en güçlü olanı vastus lateralis olduğundan patella subluksasyonları, patellofemoral sendrom, osteoartrit gibi vastus medialisin kuvvetlendirilmesi gereken durumlar oluşabilmektedir [63,64]. Kuadriseps vücuttaki yükün taşınmasında ve stabilitede önemlidir. Kuadrisepsin hem statik hem de dinamik rolleri bulunmaktadır. Statik rolü ayakta dururken dizin

ekstansiyonu sırasında stabilizasyonunu gerçekleştirmektedir. Dinamik görevi ise koşu ve atlama sırasında dizin güçlü ekstansiyonunu sağlamaktır [58].

✓ *Hamstring*: Uyluğun arka bölgesini oluşturan kas grubunun 3 parçası bulunmaktadır:

I. Biceps femoris:

Origo: Tuber ischiadicum, ligamentum sacrotuberale, linea aspera

İnsersio: Caput fibula

II. M. semitendinosus:

Origo: Tuber ischiadicum

İnsersio: Tuberositas tibianın mediali

III. M. semimembranosus:

Origo: Tuber ischiadicum

İnsersio: Tibianın medial kondilinin alt kısmı

Hamstring kasının temel hareketi diz eklemi fleksiyonudur. Ayrıca biceps femoris parçası lateral rotasyon, semitendinosus ve semimembranosus parçaları ise medial rotasyon hareketinde rol almaktadır. Kuadriseps ve hamstring kaslarının alt ekstremité performansı üzerine olan etkisi büyüktür. Hamstring kasının kısalığı ise hem sedanter bireyler hem de sporcular için oldukça önemlidir. Hamstring kasının kısalığı anatomik yapıdan dolayı omurga, pelvis ve diğer alt ekstremité eklemleri ile ilgili birçok fonksiyonel aktiviteyi olumsuz etkileyebilir [65]. Özellikle hamstring kasları iki eklem kat etmektedir. Bu nedenle kısalığı durumunda diz eklemi yanında diğer eklemleri de etkileyebilmektedir. Ayrıca hamstring kası tonik postüral karakterinden ötürü sürekli kontraksiyon halinde olan ve yorgunluğa maruz kalan bir kas grubudur. Sürekli maruz kaldığı gerilme kuvveti sebebiyle de kısalma eğilimi fazladır [39,66]. Omurga bozuklukları, nöral sendromlar, merkezi sinir sistemi

yaralanmalarının neden olduğu kontraktürler, spor yaralanmaları, sedanter yaşam tarzı, kas-iskelet sistemi bozuklukları ve kasın anatomik yapısındaki yapısal bozukluklar hamstring kısalığının diğerk nedenleri arasında olabilir [67]. Hamstring kısalıkları kas dengesizliklerine, kas yaralanmalarına [68] patellar tendinopatiye, patellofemoral ağrıya yatkın hale getirmekte [69] ve ayrıca bel ağrısının gelişimiyle [70] ilişkisi bulunmaktadır. Bu nedenle hamstring kısalığının önlenmesi ve iyileştirilmesi, benzer şekilde oluşabilecek yaralanmaların hem önlenmesi hem de kas-iskelet sistemi bozukluklarının iyileştirilmesi için önemlidir [67,71]. Hamstring kısalığının öneminden dolayı çalışmamıza bu bireyler alınmıştır.

2.2 Propriyosepsiyon

1830 yıllarında Sir Charles Bell tarafından '6. his' olarak tanımlanan propriyosepsiyon [72], Latince 'kendine ait' anlamına gelen 'proprius' kelimesinden türemiştir. Dolayısıyla anlam olarak 'bireyin kendini algılaması' olarak tanımlanabilir [73].

Propriyosepsiyon, eklem pozisyon ve hareket hissinin, bilinçli veya bilinçsiz farkındalığını içerir. Merkezi sinir sisteminin tüm seviyelerinde işlenen propriyosepsiyon, iskelet kaslarının aktivasyon modellerini koordine eden motor komutun somatosensoriyel, görsel ve vestibüler uyarılarla bütünleşmesi sonucunda oluşur [3].

Ekstremitelerden gelen duyuşal bilgiler duyuşal kortekse ve cerebelluma taşınır. Serebral kortekse iki sistem ile bilgiler taşımaktadır: (1) Dorsal kolon-medial lemniskal sistem ve (2) anterolateral sistem. Dorsal kolon-medial lemniskal sistem vibrasyon, dokunma, iki nokta ayrımı ve propriyosepsiyon için bilgileri taşımaktadır. Periferik propriyoseptif reseptörlerden (Eklem kapsülü, bağlar, kas içcikleri ve GTO'dan) alınan bilgiler bu sistem aracılığı ile primer somatosensorial kortekse

iletilerek değerlendirilmektedir. Ayrıca birkaç sistem daha ekstremitelerden gelen bilgilerin merkezi sinir sistemine ulaştırılmasını sağlamaktadır. Kasın gerilmesi ve gerim derecesi hakkında GTO ve kas içiğinden alınan bilgiler spinocerebellar traktus ile taşınmaktadır. Ayrıca dorsal spinocerebellar yol, alt ekstremita kas içiği ve GTO'dan gelen uyarıları, ventral spinocerebellar ise alt ekstremitede sadece GTO'dan gelen propriyoseptif sinyalleri alarak merkezi sinir sistemine iletmektedir. Anterolateral sistem ise spinotalamik, spinoretiküler ve spinomesensefalik yollardan oluşmaktadır. Kaba dokunma ve basınç hakkındaki bilgileri ileterek, dokunma ve ekstremita propriyosepsiyonuna katkıda bulunmaktadır. Vizüel ve vestibüler bilgiler de propriyosepsiyona katkı koymaktadır. Periferik görsel reseptörler tarafından alınan bilgiler, optik sinir yoluyla lateral genikulat nucleus, superior kollikulus ve pretectuma taşınmakta ve primer görme korteksinde değerlendirilmektedir. Periferik vestibüler reseptörlerden gelen vestibular afferent uyarılar ise vestibular sinir yoluyla vestibüler nükleuslara iletilmektedir. Uyarıların kortekste değerlendirilmesi sonucunda hareketlerin programlanması ve koordine edilmesi ile PD oluşmaktadır [74].

Propriyosepsiyon gerek sporda gerekse günlük yaşam aktivitelerinde hareketin hassas, düzgün ve koordineli bir şekilde kontrollü olarak gerçekleştirilmesinden sorumludur [75,76]. Propriyosepsiyon pozisyon hissi ve hareket hissi olarak iki farklı şekildedir. Ekstremitenin ve gövdenin pozisyonunun algılanması pozisyon hissi olarak, hareketteki farkındalık ise hareket hissi veya kinestezi olarak tanımlanmıştır [77]. Hareket hissi eklemden ivme, hız ve güç içeren dinamik bir histir. Pozisyon hissi ise statik hareket hissi olarak düşünülmektedir. Koordineli bir şekilde hareketin kontrolü her ikisinin ilişkisi sonucunda gerçekleşmektedir. Ani ve hızlı oluşan hareket değişikliklerinin kontrolü hareket hissi ile sağlanırken, mevcut veya doğru pozisyonun algılanıp korunması pozisyon hissi ile gerçekleştirilmektedir [78].

2.2.1 Propriyosepsiyon Duyusu ve Propriyoseptörler

PD'nun algılanmasında sağlanan afferent bilgiler, eklemlerin içerisinde, muskulotendinöz yapılarda, ligamentlerde ve kutanöz dokuda yer alan özel propriyoseptörler aracılığıyla elde edilir.

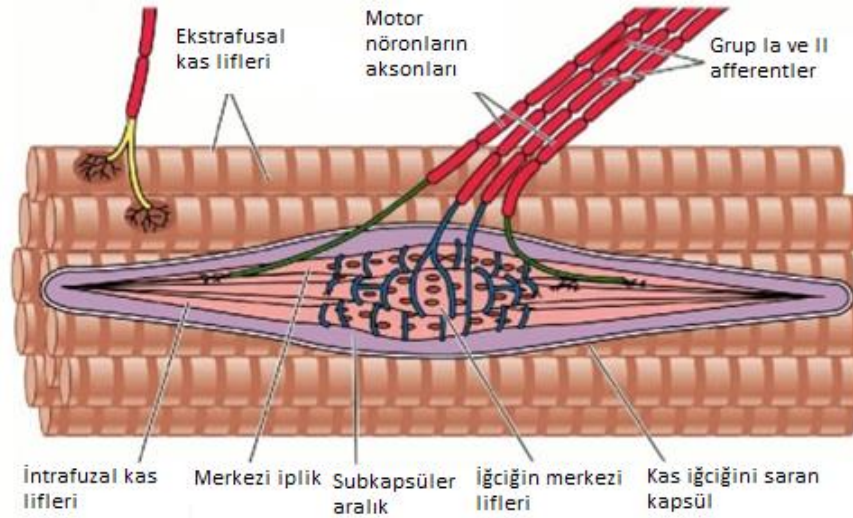
PD'da temel olarak görev alan reseptörler [72]:

2.2.1.1 Ruffini Cisimciği

Dermis tabakasının bağ dokusunda yer alan Ruffini cisimciği [79], eklem içerisinde de yer almaktadır. Eklem içerisinde yer alanlar eklem kapsülündeki afferent bilgileri iletmekle görevlidir [72]. Kollajen matriksine bağlı büyük iğ şeklindeki yapıları nedeniyle GTO'ya benzemektedir. Bağ dokusu ile olan ilişkisinden dolayı ciltte meydana gelen gerilim kuvvetine karşı duyarlıdır [79].

2.2.1.2 Pacinian Korpüskülleri

Özellikle parmaklar, elde avuç içinde ve ayak derialtı bağ dokusunda yayılmış olarak bulunan Pacinian korpüskülleri [79], basınç, gerilim, titreşim, kompresyon ve kasılmaya duyarlıdır [72,80]. Bu reseptörlerin en önemli özellikleri aşırı duyarlılıkları sayesinde 200 Hz'den daha az hareketliliğe yanıt verebilmeleri ve düşük frekanslı uyarıların yoğun filtrelenmesini sağlayabilmeleridir [79].

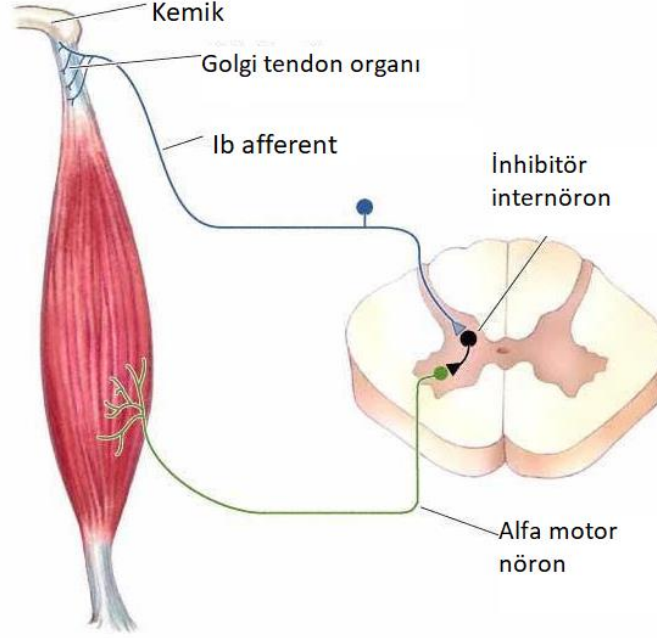


Şekil 1: Kas iğciği (81)

2.2.1.3 Kas İğciği

Kas iğciği (Şekil 1) kasın orta kısmında yer alarak kasın uzunluğuna ve uzunluğundaki değişimlere duyarlı reseptörlerdendir [82]. Kas iğciği primer uçları olarak bilinen Ia afferent lifleri, kaslarda gerçekleşen küçük uzunluk değişikliklerine oldukça duyarlı reseptörler içermektedir. Ia lifleri daha düşük titreşim frekanslarına tepki gösterebilmekte ve hıza duyarlı bir reseptör olduğundan titreşimi 90° yönlendirme özelliği bulunmaktadır. Ia afferent lifleri bu özelliği ile, kas uzunluğu veya kas gerilme hızındaki ufak değişiklikleri iletebilmesi sayesinde kasın ana reseptörü olarak kabul edilmiştir. Kas iğciğinin sekonder uçları olan II afferent lifleri ise yüksek frekanslı titreşimlere daha az duyarlıdır. Bu lifler mutlak kasın uzunluğunu bildirme görevinde rol almaktadır. Propriyosepsiyonun algılanmasında kutanöz ve eklem reseptörlerinin görevi olduğu bilinse de, temel afferent sinyallerin kas iğciklerinden elde edildiği kabul edilmektedir [83]. Kasın uzunluğunda oluşabilecek değişiklikler EHA ile olan bağlantısı nedeniyle propriyosepsiyon hakkında bilgi sağlamaktadır [5]. Kas kasılmasının propriyosepsiyona katkısı, fusimotor koaktivasyonla ve farklı intrafuzal ve ektrafuzal aktivasyon düzeylerinin etkileriyle

ilişkili olarak, kastaki istemli kontraksiyonla oluşan algılama eşiğindeki artış veya azalmayla elde edilmektedir [84].



Şekil 2: Golgi tendon organı (81)

2.2.1.4 GTO

Tendonda yerleşimi bulunan GTO (Şekil 2), tendondaki gerim ve gerimin değişim hızı hakkında bilgi sağlamaktadır [3,6]. Ib afferent liflerden oluşan GTO kas uzunluğundaki kasılma sırasında da küçük sinüzoidal değişikliklere hassastır. Tendondaki gerilimin ve kas kasılmasındaki kuvvete bağlı oluşan geribildirim lokomotor görevler sırasında motor koordinasyona ve propriyosepsiyona katkı sağladığı bilinmektedir [85]. Uzunluk ve kuvvet geri bildirimleri ile ulaşan uyarımlar, hem lokalize hem de uzak motor alanların uyarılmasını etkileyen omurilik içindeki afferent projeksiyonlar nedeniyle sağlanmaktadır [86].

2.2.2 Dizdeki Propriyoseptörler

Diz eklemi çok yönlü ve karmaşık bir eklem olarak bilinmektedir. Diz eklemine stabilizasyonunun sağlanmasında görev alan, eklem içinde ve çevresinde birçok propriyoreseptör bulunmaktadır. Ön ve arka çapraz bağlar Ruffini cisimcikleri, GTO ve Pacinian korpüsküllerinden oluşan nöral elemanlar içermektedir [87,88]. Benzer şekilde kollateral bağlar ve menisküsler içerdikleri mekanoreseptörlerle diz eklemi propriyosepsiyonuna katkı sağlamaktadır [89]. Eklem kapsülünde, bağlarda ve menisküste yer alan yüzeysel Ruffini cisimcikleri, yavaş adapte olan mekanoreseptörlerdir. Bu reseptörler eklem pozisyonunun, eklem iç basıncının ve eklem hareketinin amplitüd ve hızının algılanması açısından duyarlıdır. Pacinian korpüskülleri ise mekanik eşik değeri daha düşük ve yapılarda daha derinde yer alan reseptörlerdir. Daha hızlı adapte olan Pacinian korpüskülleri hızdaki değişikliklere (hızlanma ve yavaşlama) daha duyarlıdır [2]. Diz eklemi yapıları arasında diz eklemine stabilizasyonuna en büyük katkıyı sağlayan yapı ön çapraz bağdır. Bu nedenle ön çapraz bağ yaralanması sonrasında diz eklemi propriyosepsiyonu olumsuz etkilenmekte ve rekonstrüksiyon sonrası propriyosepsiyonun tam olarak geri getirilemediği belirtilmektedir [90].

Diz eklemi çevresinde yer alan kaslardan kuadriseps ve hamstringten elde edilen afferent bilgiler diz propriyosepsiyonuna önemli katkılar sağlamaktadır. Bu kaslarda oluşan uzunluk değişikliği ve uzunluk değişim hızına duyarlı kas içiğinden elde edilen afferent bilgiler pozisyon hissinin ve hareket hissinin algılayan kas orta noktasındaki özel liflerdir. Kasa uygulanan pasif uzatma ile kas içiği afferent sinyaller üretirek hareketteki hıza göre uyarı oluşturur, bu hareket hissinin algılanması olarak yorumlanır [91]. Hareketin yönünün, hangi kasın kısaldığının veya uzadığının algılanması, agonist ve antagonist kasların aktivite oranlarının

karşılaştırmasıyla uzunluk değişiminin tahmin edilme kapasitesi eklem pozisyon hissini oluşturur [2].

GTO ise kas-tendon kavşakları ve tendonlar içerisinde yer alan kas gerginliği ve gerginlikteki değişikliklere hassas yapılardır. Yüksek eşik ve kısa yanıt yeteneğine sahip olan GTO gerilimin hızla artması sonucu EHA'nın sonunda koruyucu bir mekanizmaya sahiptir. Ayrıca pasif harekette oluşan uyarılar GTO'nun eşik değerinin altında olabilir. Diğer bir deyişle, pasif hareketten çok aktif harekete duyarlı aktivasyon eşiklerine sahip olduğu düşünülmektedir [2,92].

2.2.3 Propriyosepsiyonun Değerlendirilmesi:

2.2.3.1 Propriyosepsiyonun Genel Değerlendirilmesi

Propriyosepstif duyunun değerlendirmesi teknolojinin gelişimi ile birlikte kolaylaşmakta ve yaygınlaşmaktadır. Labaratuvarlarda özel olarak yapılan cihazlar [15] veya pahalı bilgisayar bazlı ekipmanlar (fonksiyonel squat, izokinetik dinamometre gibi) [93-95] araştırmalarda propriyosepsiyon değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılsa da klinik ortamda kullanımları pratik değildir. Klinik ortamda kullanılabilecek cihazlar hala geliştirilmekte ve iyileştirilmeye çalışılmaktadır [3]. Gonyometre [96], inklinometre [97] ve lazerler [98] klinikte kullanımı daha ekonomik ve daha kolay olan cihazlardır. Teknolojinin gelişmesiyle akıllı telefonlar [99], Kinect [100] ve Wii Balance Board [101] gibi kamera sistemli, ivme ölçer bazlı ve video tabanlı teknolojiler de kullanılmaya başlanmıştır.

Bu ölçüm yöntemlerinden bazıları tüm vücudun yani postüral kontrolün değerlendirmesini içerirken [13,101] bazıları sadece alt ekstremitenin propriyosepsiyonunu değerlendirmeye olanak tanımaktadır [95]. Gonyometre, lazer, akıllı telefonlar ve izokinetik dinamometreler ise izole olarak eklem propriyosepsiyonunu değerlendirme imkanı vermektedir [96,98].

- ✓ *Propriyosepsiyonun aktif veya pasif değerlendirilmesi:* Hareket hissi pasif hareket eşiğini ayırt edebilen bir parametredir. Pozisyon hissi ise aktif veya pasif olarak pozisyonun ifade edilebilmesine dayanmaktadır. *Dinamik reseptörler* pasif hareket değerlendirmelerinde afferent bilgiyi taşıırken, *statik reseptörler* mevcut pozisyon hissinin ve aktif olarak meydana gelen pozisyon değişikliklerinin algılanmasında katkı sağlamaktadır [73]. *GTO* ve *kas içciği* hem statik hem de dinamik reseptörler içererek pasif hareket yanında, sabit ve aktif olarak değişen eklem pozisyonları hakkında bilgi sağlayan reseptörler içermektedir. *GTO*'nun özellikle mevcut pozisyonun algılanmasında ve özellikle aktif hareket değişimlerinde afferent bilgi sağladığı ileri sürülmektedir. Pasif hareketi algılamaya daha az duyarlıdır. *Kas içciği* ise hareketin hızını algılayarak hareket hissinin algılanmasına, hareketin yönünü ve hangi kasın ne kadar aktive olduğunu algılamaya hassasiyeti ile pozisyon hissine katkı sağlamaktadır. Pasif hareketin aksine, aktif hareket sırasında kastaki kasılmanın kas içciği aktivitesini de arttırdığı belirtilmektedir. *Ruffini sonlanmaları* hem statik hem dinamik reseptörler olarak kas içciğine benzer şekilde hem pozisyon hem hareket hissini algılamak konusunda destek sağlamaktadır. *Pacinian korpüskülleri* ise dinamik reseptörler grubunda yer alarak hareketin başlangıcını veya sonunu tespit etmeye duyarlıdır, ancak sabit eklem yer değiştirmesine katkıları bulunmamaktadır [73,92].

Eklem pozisyon hissi ve hareket hissinin ölçülmesi farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir:

- ✓ *Pozisyon Hissi:* Pozisyon hissi ölçülen eklem hedef açığı bulabilme yeteneğini ölçmektedir. Pozisyon hissinin değerlendirilmesi aktif ve pasif olarak uygulanabilmektedir [73]. Pozisyon hissinin test edilmesi aktif kas kontraksiyonuna yani kas içciği ve *GTO*'lardaki uyarılara ek olarak kas, kapsül,

ligament ve deri içinde yer alan pasif mekanoreseptörlerden gelen bildirimlere bağlıdır [102].

- ✓ *Hareket Hissi:* Hareket hissi ise eklemde pasif hareketini ayırt edebilme eşikini ölçmektedir. Hareketin hızına dikkat edebilmek için pasif olarak ölçülmesi gerekmektedir [73,102].

Propriyosepsiyonun değerlendirilmesi sırasında kutanöz reseptörlerden gelen bilgileri elimine etmek için splintler, görsel uyaranları elimine etmek için göz bantları ve işitsel uyaranları elimine etmek için ses izolasyonu içeren kulaklıklar kullanılmaktadır [73].

2.2.3.2 Diz Eklemde Propriyosepsiyonun Değerlendirilmesi

Diz eklemde PD'nun ölçülmesinde en yaygın kullanılan protokoller özel düzenekler [15] veya izokinetik cihazlar [103] ile pasif hareket hissi ve pozisyon hissinin değerlendirilmesidir.

- ✓ *Hareket Hissinin Değerlendirilmesi:* Pasif hareket hissinin değerlendirilmesinde pasif harekete imkan veren ve açısal hızı ayarlayabilecek cihazlar olması gerekmektedir. Değerlendirmelerde katılımcı otururken özel bir düzenek veya dinamometre kolu tarafından bacak pasif olarak hareket ettirilmektedir. Katılımcıdan hareketi algılandığı anda eli ile düğmeye basarak hareketi hissettiği pozisyonu belirtmesi istenir. Bu dinamik propriyosepsiyon veya hareket hissinin bir belirtecidir [92].
- ✓ *Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesi:* Pozisyon hissi ise hedeflenen diz eklemde pozisyon açısının katılımcı tarafından tahmin edilmesi ile ölçülür. Hedef olarak belirlenen hareket açısı katılımcıya öğretilir. Ardından katılımcının pasif veya aktif olarak bu açıyı göstermesi istenir. Bu ölçümün sonucu statik propriyosepsiyonun bir göstergesidir. Literatürde pozisyon hissinin değerlendirilmesi sıklıkla tercih

edilen bir tekniktir [92,104,105]. Ancak araştırmacılar ölçümü gerçekleştirirken farklı cihazlar [92,104], çeşitli açısal hızlar [78,106] ve çeşitli hedef açıları [14,104] tercih etmişlerdir. Değerlendirmelerde herhangi bir parametrenin değişikliğinde ölçüm ve sonuçlar etkilenebilir.

Propriyosepsiyonun Değerlendirilmesinde Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- ✓ *Açısal Hız:* Diz ekleminde propriyosepsiyonun pasif hareket ölçümlerinin uygulandığı çalışmalarda birçok farklı açısal hızlar kullanılmıştır. Sıklıkla kullanılanlar ise en düşük açısal hızlar olarak 0,5 ile 2°/sn'ler arasındadır [78,102,106]. Elektromiyografi sinyallerinin incelendiği bir çalışmada kuadriseps femoris ve hamstring kaslarının pasif hareketi sırasındaki sinyaller incelenerek gerilen kasların oluşturduğu refleks yanıtların 2°/sn'de alınmadığı tespit edilmiştir [102]. Ancak daha güncel bir çalışma 1°/sn altındaki hızların ayırt edilemediğinden pasif hareketi algılama eşiği testlerinde kullanılmaması gerektiğini belirtmiştir [106]. Ogard ve ark. ise pasif hareketi algılama eşiğinin en algılanabilir değerinin 0,5°/sn ile 1,5°/sn arasında olma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir [78].
- ✓ *Hedef Açısı:* Propriyosepsiyonun değerlendirilmesinde diğer önemli bir parametre ise hedef açının seçilmesidir. Pincivero ve ark. sağlıklı kişilerin diz eklemlerinin terminal ekstansiyona yaklaştıkça pasif hareketi daha iyi algıladıklarını bulmuşlardır [107]. Pozisyon hissinin değerlendirildiği bir çalışma ise diz ekstansiyonuna yaklaştıkça ve 90°'ye yaklaştıkça eklem pozisyon hissinde mutlak hatanın azaldığını saptamıştır [104]. Farklı bir çalışma ise orta açıların agonist ve antagonist kaslarda dengeli afferent girişine izin verdiğinden dolayı daha az karmaşık sinirsel işlem içerdiğini vurgulamış ve bu nedenle daha küçük hatalara izin verebildiğini varsaymışlardır. Diz eklemi propriyosepsiyonunun

değerlendirilmesinde kullanılan teknikler yanında parametrelerin güvenilirlik ve geçerlilik analizi konusunda literatürde eksikler olduğu görülmektedir [92].

2.3 Germe Teknikleri

Germe egzersizleri esnekliği geliştirmek, kontraktürleri önlemek, EHA'yı geliştirmek ve yaralanmalardan korumak amacıyla klinikte ve sportif alanda tercih edilmektedir. Sıklıkla uygulanan germe teknikleri ise balistik, dinamik, PNF germe ve SG egzersizleridir [108].

2.3.1 Germe Egzersizleri

Birçok germe egzersiz yöntemi statik ve dinamik olmak üzere iki alt başlıkta yer almaktadır. Yaygın olarak kullanılan teknikler ise statik ve PNF germe teknikleridir:

2.3.1.1 Statik Germe

Uygulaması diğer tekniklere göre nispeten kolay olan, zaman veya çaba gerektirmeyen, yaralanma riskinin düşük olduğu ve esnekliği geliştirmede en yaygın olarak kullanılan germe tekniğidir [108]. SG, bireyin hedef kas grubunda gerginliğin hissedildiği pozisyonda belirli bir süre bekletilmesi şeklinde uygulanır. Klinikte çeşitli alanlarda [109,110] ve özellikle sporcularda kullanımı yaygındır [111]. SG aktif olarak antagonist kasın kontraksiyonu tarafından uygulanabileceği gibi pasif olarak fizyoterapist veya özel cihazlar tarafından da uygulanabilir.

2.3.1.2 PNF Germe

PNF teknikleri izometrik ve/veya izotonik kontraksiyonların kullanıldığı, limitasyon noktasında aktif ve/veya pasif germeler içeren tekniklerdir. PNF teknikleri klinikte yumuşak doku yaralanması olan veya operasyon sonrası hastalarda rahatlıkla kullanılabilen, esnekliği, EHA'yı ve kas kuvvetini geliştirmek için fizyoterapistler tarafından tercih edilmektedir [22]. PNF teknikleri kullanım amaçlarına göre

fasilitasyon ve inhibisyon teknikleri olmak üzere iki alt başlıkta yer almaktadır. Esnekliği geliştirmek için sıklıkla kullanılan PNF germe egzersizleri, inhibisyon tekniklerine SG eklenmesi ile oluşmaktadır. Son literatürde Kas-Gevşe [112], Tut-Gevşe [32], Kas-Gevşe Agonist Kas [37] ve Kas Gevşe Antagonist Kas [113,114] tekniklerine germe egzersizleri eklenerek kullanımları yaygınlaşmaktadır. Tümünün ortak amacı kas grubunda oluşan inhibisyon ile esnekliğin ve EHA'nın artırılmasıdır [22].

PNF inhibisyon tekniklerinin birçok çeşiti bulunmaktadır:

- ✓ *Ritmik Başlatma:* Ekstremitelere veya gövdeye öncelikle pasif hareketin ve ardından aktif dirençli hareketlerin uygulanmasını içermektedir. Hareketin başlatılmasına yardımcı olan bu teknik ayrıca koordinasyonun ve hareket hissinin gelişmesini sağlamaktadır [115].
- ✓ *İzotonik Kontraksiyonlar:* Kas grubunda gevşeme sağlamaksızın kombine olarak konsantrik, eksentrik ve stabilize edici kontraksiyonların kullanıldığı PNF tekniğidir. Aktif hareket kontrolünün sağlanmasında, koordinasyon ve aktif EHA'nın geliştirilmesi amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir [115].
- ✓ *Antagonistin Zıttı:* Agonistin fasilitasyonu amacıyla antagonist kasa kontraksiyonlarla uygulanan bu teknik Sherrington ilkelerine dayanmaktadır [116].
- ✓ *Tekrarlı Germe:* Tekrarlı germe içeren bu teknik, germe refleksinin tekrarlanması ile kasın aktivitesini arttırmak için kullanılmaktadır. Hareketin başlamasını kolaylaştırmak, aktif hareket açıklığını geliştirmek ve kuvveti arttırmak amacıyla tercih edilmektedir [115].

- ✓ *Kas-Gevşer*: Antagonist kasların dirençli izotonik kontraksiyonu sonrası gevşeme içeren, özellikle pasif hareket açıklığı ve esnekliğin geliştirilmesi için yaygın olarak kullanılan PNF tekniğidir [115].
- ✓ *Tut-Gevşer*: Antagonistin dirençli izometrik kontraksiyonları ardından gevşeme içermektedir. Pasif eklem hareket aralığının geliştirilmesi yanında ağrının ve spastisitenin azaltılması amacıyla kullanımı tercih edilmektedir [115].
- ✓ *Replikasyon*: Fonksiyonel aktivitelerin motor öğrenmesini kolaylaştıran bir tekniktir. Hareketin özellikle son açılarını ve herhangi bir aktiviteyi öğretmek için kullanılmaktadır [115].

İnhibisyon tekniklerinden kullanımı yeni yaygınlaşmakta olan bir diğer inhibisyon tekniği PNF KGAK'dır.

- ✓ *PNF KGAK*: Kas-Gevşer tekniğine ek olarak 'antagonist kas' içeren bir tekniktir. Hedef kasın izometrik kasılması sonrasında antagonistin konsantrik kasılması ile kas gerginliğinin azalarak esneklik ve EHA'nın geliştirilmesinde kullanılmaktadır [22,115].

2.3.2 Germinin Fizyolojisi

2.3.2.1 Biyomekaniksel Mekanizma

Kas tendon ünitesi, kasın kontraksiyonları ve germe egzersizleri ile kasın uzatılması sonucunda biyomekaniksel değişikliklere uğrayabilmektedir. İskelet kası tarafından oluşturulan gerilim aktif ve pasif olarak 2 biyomekaniksel mekanizma ile etki edebilmektedir. Aktif gerilim, aktin ve miyozin filamentlerinin etkileşimi tarafından üretilen kasılma veya oluşan kuvvetin etkilerini temsil etmektedir. Pasif gerilim ise iskelet kasının bağ dokusunda meydana gelen uzama ile kas uzunluğunun gelişmesi halinde oluşmaktadır. Germe sırasında pasif gerilme hızı önemli bir faktördür. Özellikle kısa süreli germe uygulamalarında, gerilme ne kadar hızlı olursa,

kasın sertliği de o kadar yüksek olmaktadır. Bu özellik viskoelastisite olarak tanımlanmaktadır. Kastaki bu gerilme direnci gerilme hızına göre tepki göstermektedir. Kısa ve ani germelerde kasta kontraksiyon gerçekleşmekte, uzun süreli germelerde gevşeme meydana gelerek kasın boyu uzamaya elverişli hale gelmektedir [117].

Germe egzersizlerinin biyomekaniksel etkileri sarkomerde başlamaktadır. Sarkomer tarafından miyozin ve aktin etkileşim alanlarının azaltılması kas liflerinin uzamasına izin vermektedir [13]. Germe egzersizleri, kas liflerini ve bağ dokularını uzatarak kas-tendon ünitesinin viskoelastik özelliklerini ve hareket açıklığını etkiler. Böylece kas-tendon ünitesinin uzunluğunda artış meydana gelir. Dokular germe egzersizi sırasında kasın uzadığı pozisyonda sabit bir kuvvet etkisiyle bekletildiğinde doku deformasyonu oluşmaktadır. Dokuda oluşan bu deformasyon sonraki germe egzersizindeki ‘uzun pozisyona’ kadar devam etmektedir. Kas tendon birimindeki esneklik artışı, dokuda oluşan bu deformasyonlar ile biyomekaniksel olarak gerçekleşmektedir [118,119].

2.3.2.2 Nörolojik Mekanizma

Germe egzersizlerinin nörolojik etkisi 2 farklı refleks mekanizma ile meydana gelmektedir:

- ✓ *Miyotatik Refleks:* Kas gerildiğinde, kas içciklerinin eksitasyonu ile gerilen kas ve yakınındaki sinerjistik kasların ektrafuzal liflerinde kasılma refleksi meydana gelmektedir. Gerilme ile kas içciğinin uyarılması sonucunda Ia ve II duyusal nöronlarında aksiyon potansiyeli oluşmaktadır. Duyusal afferentlerin motor nöronda sağladığı depolarizasyon, kas içciğinin bulunduğu kasta refleks kontraksiyon etkisi yaratmaktadır. Gerilmenin şiddetine bağlı olarak yanıt veren ünite sayısı değişiklik gösterebilmektedir. Düşük gerilme ile yalnızca birkaç motor

ünitenin devreye girmesini sağlayabilir, böylece hareket gerçekleşebilir. Ancak yüksek gerilme ile daha fazla motor ünitenin yanıt vermesi sonucunda hareketin tamamlanabilmesi miyotatik refleks ile meydana gelebilmektedir. Miyotatik refleks dinamik ve statik olarak ikiye ayrılmaktadır. *Dinamik gerilme refleks*i kas içiği primer sonlanmalarından oluşmaktadır. Kasın ani gerilmesi sonucunda primer sonlanmalardan oluşan sinyaller ile kasta kontraksiyon oluşmaktadır. Gerilmenin hızı ile orantılı olarak, kasın boyundaki ani değişikliklere hassastır. Dinamik refleks kas yeni boyuna ulaşınca kaybolmaktadır. Ancak *statik gerilme refleks*i kas yeni boyuna ulaştıktan sonra uzun süre etkisini koruyabilmektedir. Statik refleks kasa uygulanan germe egzersizi boyunca, kontraksiyonun devam etmesini sağlamak ve kasın boyunun uzamasını sağlayan kuvvete karşı koymaktadır [81,120].

Kas kasıldığı zaman antagonistinde gevşeme meydana gelmektedir. Resiprokal inhibisyon bu sırada kas aktivitesinin koordinasyonunu sağlayan nörolojik mekanizmadır. Uyarımın gerçekleşmesi ile antagonist kasları kontrol eden motor nöronlar inhibe edilmektedir. Bir kası innerve eden nöronların, antagonist kası innerve eden nöronlarında oluşan inhibisyona resiprokal inhibisyon denmektedir [81].

- ✓ *Otojenik İnhibisyon:* Germe egzersizlerinin nörolojik etkisi, elektriksel uyarı ile H refleksinin uyarılması sonucunda meydana gelmektedir. Postsinaptik değişiklikler GTO'daki otojenik inhibisyona, eklem ve kutanöz reseptörlerdeki afferentlerin postsinaptik inhibisyonuna bağlı olarak meydana gelmektedir [121].

Germe egzersizleri uygulanması ile kasta ve buna bağlı olarak tendonda eşik değer üzerinde oluşan gerim sonucunda GTO'nun grup Ib liflerinde uyarım gerçekleşmektedir. Bu uyarılar medulla spinalise taşınarak agonist kasın alfa

motor nöronunu inhibe ederken, antagonistin de alfa motor nöronunu uyarmaktadır. Agonist kasın gevşemesine neden olan bu inhibisyon, otojenik inhibisyon veya ters miyotatik refleks olarak adlandırılmaktadır. Kasın yırtılmasını önleyen ve tendonun kemikle olan bağlantısını koruyan mekanizma olduğu düşünülmektedir [81,120].

2.4 Fiziksel Uygunluk

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre sağlık: 'fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve mental olarak iyi olma hali'olarak tanımlanmaktadır [122]. American College of Sports Medicine ise fiziksel uygunluğu 'yorgunluk olmaksızın, canlı ve uyanık şekilde mesleki, rekreasyonel ve günlük aktiviteleri doğru ve başarılı bir şekilde yapabilme yeteneği' şeklinde belirtmektedir [123].

Fiziksel uygunluğun geliştirilmesi sağlığın korunması ve iyileştirilmesine olumlu katkılar sağlamaktadır. Genel olarak bakıldığında, dengenin geliştirilmesinde, düşme ve yaralanmaların azaltılmasında, kemik ve kas kütle kayıplarının azaltılmasında, kilonun korunması veya iyileştirilmesinde, kan basıncının normal düzeye ulaşmasında, esnekliğin geliştirilmesinde, anksiyete ve stresin giderilmesinde etkilidir. Hem sporcular hem de sedanter bireyler için fiziksel uygunluğun etkileri önemlidir. Sağlık ve ruhsal problemlerin önlenmesinde fiziksel uygunluğun yeterli düzeyde olmasının gerekliliği belirtilmektedir [124,125].

2.4.1 Fiziksel Uygunluk Parametreleri

Fiziksel uygunluk parametreleri sağlıkla ve performansla ilişkili olmak üzere 2 alt başlık altında yer almaktadır:

2.4.1.1 Sağlıkla İlişkili Fiziksel Uygunluk Parametreleri

Fiziksel uygunluk parametrelerinden sağlık ile ilişkili olanlar kardiyorespiratuar uygunluk, esneklik, kassal kuvvet, kassal dayanıklılık ve vücut kompozisyonudur [123].

✓ *Esneklik:* EHA'nın ulaşabileceği en geniş açıda hareket edebilme yeteneğidir.

Sportif performans ve günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde önemlidir. Deri, kemikler, kaslar, ligamentler ve tendonların yapısal sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu yapısal sınırlılıklara bağlı olarak her bireyin esnekliği farklı olabilmektedir. Kadınlar erkeklere göre daha esnektir. Cinsiyete ve anatomik yapıya ek olarak vücut uzvunun uzunluğu, ısı, yaralanma geçmişi, ısınma egzersizlerinin uygulanması ve kas viskozitesi gibi birçok faktöre göre değişiklik gösterebilmektedir. Her eklemin esnekliğinin değerlendirmesinde farklı esneklik testleri kullanılmaktadır. Kullanılan ölçüm yöntemleri arasında açı ölçerler, elektrogonyometreler, Leighton fleksometre, eğim ölçer cihazlar bulunmaktadır [123,126].

✓ *Kassal Kuvvet:* Kas kuvveti, 'kas tarafından ortaya çıkarılan maksimum kuvvet' olarak ifade edilmektedir. Spor sırasında ve klinikte verimi belirleyen motorik özelliklerin en önemlilerindendir. Kassal kuvvet birçok test protokülü ile değerlendirilmektedir. Hareketin oluşturulmasında ise bir cisme veya dirence karşı kuvvet gerçekleştirilmektedir. Hareket sırasında ortaya çıkan 3 farklı kuvvet bulunmaktadır [123,127]:

I. *Dinamik veya izotonik kuvvet:* Hareket sırasında oluşan kuvvet izotonik kuvvettir. İzotonik kuvvet konsantrik ve eksentrik olarak iki farklı şekildedir. Konsantrik kuvvet, kasın fonksiyonunu gerçekleştirmesi sırasında kasılması sonucu kısalması ile oluşan kuvvettir (Örneğin, dirsek

fleksiyonu için biceps brachii kasının kısalması sırasında oluşan kuvvet). Eksentrik kuvvet ise kasın fonksiyonunun ters yönünde hareket etmesi sırasında kasın uzaması ile meydana gelen kuvvettir (Örneğin, hareketi kontrol etmek için dirsek ekstansiyon hareketi sırasında biceps brachii kasında oluşan kuvvet) [18].

- II. *Statik veya izometrik kuvvet:* Kas uzunluğunun aynı kaldığı, sabit bir dirence karşı kasın kontraksiyonlarını içeren kuvvettir. İzometrik kuvvet kablolu tensiometre, manuel kas testi ve özel (sırt-bacak, hand grip) dinamometreler ile ölçülebilmektedir [127].
- III. *İzokinetik kuvvet:* Doğada yapılması mümkün olmayan maksimum kuvvet ile belirli ve sabit bir açısal hızda, EHA boyunca uygulanan kuvvete denir. İzokinetik kuvvet, izokinetik dinamometrelerle her noktada kasın oluşturabileceği maksimal performans dinamik olarak ölçülerek belirlenir. İzokinetik ölçümler ile izometrik, konsantrik veya eksentrik kuvvet değerlendirmeleri yapılabilir. Ayrıca eğitimlerin yapılmasına da imkan vermektedirler [128].

2.4.1.2 Performansla İlişkili Fiziksel Uygunluk Parametreleri

Sağlıkla ilişkili parametrelere ek olarak koordinasyon, denge, çeviklik, güç, hız, reaksiyon zamanı gibi diğer parametreleri de kapsar [123,129]. Bu parametreler özellikle sporcuların başarısında oldukça önemlidir.

Klinikte fiziksel uygunluk parametrelerin değerlendirilerek eksiklerin belirlenmesi önemlidir. Değerlendirme sonrasında fiziksel uygunluk düzeyindeki eksiklere yönelik egzersiz programları uygulanarak eksiklikler giderilmeye çalışılmaktadır [130].

- ✓ *Denge*: Vücudun destek alanı içerisinde oluşan değişikliklerden gelen propriyoseptif, vestibüler ve görsel uyarıların merkezi sinir sisteminde yorumlanması sonucunda dizilimin korunabilmesi için oluşan postüral uyumdur [131]. Denge, ikiye ayrılmaktadır; statik ve dinamik denge. *Statik denge*, sabit bir destek yüzeyinde eksternal bir desteğe gerek duymaksızın pozisyonun korunması sonucu sağlanan dengedir. *Dinamik denge* ise, sabit olmayan zeminde veya vücudun hareketli aktiviteleri sırasında pozisyonun korunmasını sağlayan dengedir. Dinamik denge özellikle günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesi sırasında (oturmaktan ayağa kalkma, yürüme gibi) önemlidir. Ayrıca sportif aktivitelerin gerçekleştirilmesinde segmental hareketlerin koordineli gerçekleştirilmesinde (sıçrama sırasında topa vurma, pas atma, topu karşılama veya topu sürebilme gibi) becerilere katkı sağlamaktadır [130]. Statik dengenin korunması kasların izometrik kontraksiyonlar ile sağlanırken, daha kompleks olan dinamik dengede izotonik, izometrik ve eksentrik kontraksiyonlar gereklidir. Denge, istemli ve istemsiz şekilde santral sinir sistemi, sensorial sistem ve kas iskelet sisteminin koordineli çalışması ile gerçekleştirilmektedir [132]. Dengenin değerlendirilmesinde klinikte kullanımı yaygın olan flamingo denge testi, Y denge testi, yıldız denge testi gibi yöntemlere ilaveten postürografi ve bilgisayar bazlı denge cihazları gibi teknolojik yöntemler de kullanılmaktadır [131].
- ✓ *Patlayıcı Güç*: Güç, olabilecek en kısa sürede üretilebilen en yüksek kuvvet olarak bilinmektedir. Gücün en önemli komponentleri kuvvet ve hızdır. Patlayıcı kuvvet ise kasların belli bir hızda ürettiği maksimum kuvvet olarak ifade edilir. Diğer bir deyişle, kısa sürede üretilen ani kas kuvvetidir [133]. Özellikle sıçrama, atlama, şut atma ve sürat koşularında patlayıcı kuvvet önemlidir. Patlayıcı kuvvetin

belirlenmesinde genellikle dikey sıçrama testi, durarak çift adım sıçrama testleri gibi testler kullanılmaktadır [129].

Bölüm 3

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Bireyler

Çalışmanın analizlerinde kullanılacak istatistiksel testler dikkate alınarak, örneklem büyüklüğü G*Power (versiyon 3.1.9.2) programı kullanılarak hesaplandı. Çalışmada iki bacaklı Mann Whitney U eşleştirilmiş iki örnek testi, $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,20$ ve cohen etki büyüklüğü $d = 0,8$ varsayımları altında ilk örneklem büyüklüğü 27 olarak hesaplandı. Değişik nedenlerle çalışmayı tamamlayamayacak örneklerin olabileceği düşünülerek bu ilk örneklem büyüklüğü %10 artırılarak son örneklem büyüklüğü her bir grupta 30 kişi olacak şekilde hesaplandı. Katılımcılar, minimizasyon randomizasyon tekniği ile rastgele iki gruba (PNF veya SG) ayrıldı.

Son 6 ay içinde düzenli fiziksel aktiviteye katılmamış, 20-29 yaş aralığındaki hamstring kısısalığı olan sedanter erkek bireyler çalışmaya dahil edildi. Bireylerin hamstring kısısalığı Youdas ve ark.'nın [134] yaş gruplarına göre belirledikleri diz ekstansiyon açısına göre değerlendirildi ve hamstring kısısalığı 20°'den fazla olan bireyler bu çalışmaya dahil edildi. Diz eklem limitasyonu olanlar, son 6 ayda alt ekstremitte yaralanması olan, romatolojik, ortopedik veya nöromüsküler hastalığı, travma öyküsü, vestibüler sistem bozuklukları, ciddi görme bozukluğu olan hastalar ve siyahi bireyler çalışmadan dışlandı. Bu çalışma için etik onay Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Etik Alt Kurulu'ndan alındı (Protokol numarası: 2019/09-13, Tarih: 19.03.2016). Her katılımcı çalışma hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirilirken, katılımcılardan bilgilendirilmiş onam formunu imzalaması istendi.

3.2 Prosedür

Sosyo-demografik bilgilerin alınması, tüm değerlendirmeler ve egzersiz uygulamaları Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Çalışma, randomize karşılaştırmalı çalışma deseninde dizayn edildi. Bireyler çalışma öncesinde minimizasyon randomizasyon yöntemi ile 2 gruba ayrıldı. Grup 1'e PNF egzersizleri, Grup 2'ye SG egzersizleri uygulandı. Egzersizler 8 hafta ve haftada 3 olmak üzere bilateral olarak uygulandı. Her germe egzersizi arasında 30 sn dinlenme süresi sağlandı. İstatistiksel analizlerde dominant alt ekstremiteye ait veriler kullanıldı. Her iki grubun tüm değerlendirmeleri ve egzersizleri aynı fizyoterapist tarafından uygulandı.

3.3 Değerlendirme Yöntemleri

Germe egzersizlerinin akut etkilerini incelemek için ön testler sonrasında her iki gruba germe egzersizleri uygulanıp ardından değerlendirmeler tekrarlandı. Tüm egzersizler 8 hafta boyunca haftada 3 gün olacak şekilde uygulanmaya devam edildi. Germe egzersizlerinin uzun dönem etkilerinin incelenmesi için 8 hafta sonrasında değerlendirmeler tekrarlandı. Egzersizlerin bitimi sonrasında 6 hafta herhangi bir germe aktivitesi yapılmadı. 6 haftalık süreç sonrasında egzersizlerin etkisinin devamlılığını incelemek için tüm ölçümler yeniden uygulandı.

3.3.1 Diz Ekstansiyon Açısı

Diz ekstansiyon açısı testinde hamstring kasının uzunluğunu değerlendirmek için gonyometre kullanıldı. Açıyı ölçmek için hasta sırtüstü pozisyondayken kalça ve diz eklemleri 90° fleksiyon pozisyonuna getirildi. Ardından, katılımcı hafif bir gerginlik hissedene kadar diz eklemi pasif olarak ekstansiyona uzatıldı. Tam diz ekstansiyonundan eksik olan açı diz ekstansiyon açısı olarak 'derece' cinsinden kaydedildi [134].



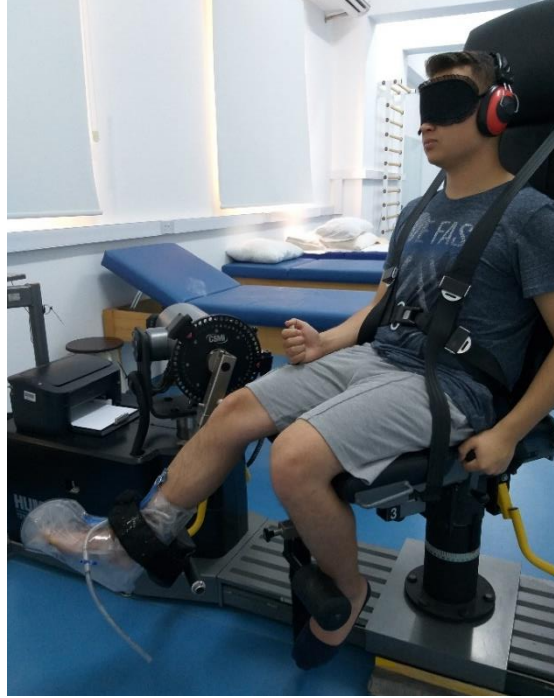
Şekil 3: Diz ekstansiyon açısının ölçülmesi

3.3.2 Propriyoseptif Duyu Değerlendirmeleri

Aktif pozisyon hissi ve hareket hissinin değerlendirmeleri izokinetik dinamometre (Humac Norm®, Model: 502140, Seri Numarası: 2710, Computer Sports Medicine, Inc) kullanılarak yapıldı (Şekil 3). Hareket hissi değerlendirmesinde açısal hız Stillman ve ark (2000) [106] ve Ogard ve ark (2011) [78] çalışmaları baz alınarak $1^\circ/\text{sn}$ olarak seçildi. Hareket hissinde hedef açı için Pincivero ve ark. çalışmaları baz alınarak [107], 10° diz fleksiyon pozisyonu seçildi. Hareket hissi ölçümünde cihazın dinamometresi 10° diz fleksiyon pozisyonu olarak ayarlandı ve katılımcılardan diz ekleminde herhangi bir hareket hissettikleri anda dinamometre kilit butonuna basmaları istendi. Pozisyon duyusu değerlendirmesinde ilgili çalışmalara dayalı olarak 45° diz fleksiyon pozisyonu kullanıldı [92,104].

Eklem pozisyon hissi değerlendirilirken diz 90° fleksiyon pozisyonundan başlatıldı ve katılımcılara getirilen pozisyonda 5 sn hareketsiz kalmaları talimatı verildi. Daha sonra ekstremité başlangıç pozisyonuna getirilerek hedef açıyı aktif olarak göstermeleri istendi.

Propriyosepsiyon ölçümleri sırasında taktil duyuyu elimine etmek için hava splinti kullanıldı. Ortamın sessizliğinin korunmasına özen gösterilirken, izokinetik dinamometreden gelen sesin engellenmesi amacıyla katılımcılara kulaklık takıldı. Ayrıca oda sıcaklığının 24°C'de tutulmasına dikkat edildi. Testler öncesinde katılımcılara bilgi verilerek 1 tekrarlı deneme yapmaları istendi. Testler kortikal hafıza oluşturmamak için 3 tekrarlı yapılarak, testler arasında 30 sn dinlenme süresi verildi. Hedef açı ile ölçülen açı arasındaki değer 'mutlak hata' olarak derece cinsinden kaydedildi. Testlerin ortalamaları alınarak istatistiksel analizde kullanıldı.



Şekil 4: PD ölçümü

3.3.3 Denge Değerlendirmeleri

3.3.3.1 Statik Denge Testi

Statik dengenin değerlendirilmesi için Flamingo denge testi yapıldı. Bireyler özel ölçülerdeki tahta kiriş üzerinde dominant taraf ayak çıplak olacak şekilde durarak denge sağlamaya çalıştı. Ayrıca nondominant taraf ayağını bilek bölgesinden aynı

tarafındaki eliyle tutması istendi. Bu testte kullanılan tahta kiriş 50 cm uzunluğunda, 4 cm yüksekliğinde ve 3 cm genişliğinde olacak şekilde özel olarak yaptırıldı. Birey tahta kirişte ekstremitte dengesini koruduğu anda kronometreden süre başlatıldı. Bireyin dengesinde bozulmalar olduğunda kronometre durdurularak beklendi. Birey dengesini sağlar sağlamaz kronometredeki süre devam ettirilerek bu şekilde 1 dakika (dk) tamamlandı. Süre sonuna kadar oluşan toplam denge kaybı sayısı denge puanı olarak kaydedildi. İlk 30 sn'lik sürede 15 puanlık denge kaybı olması durumunda teste devam edilmedi ve puan '0' olarak değerlendirildi [135].



Şekil 5: Flamingo denge testi

3.3.3.2 Dinamik Denge Testi

Y denge testi ile dinamik denge değerlendirildi. Test için bireylerden her iki elini beline koyarak bir ayağının başparmağını merkezdeki başlangıç çizgisine denk gelecek şekilde ayakta durması istendi. Merkeze yerleştirilen alt ekstremitte duruşunu korurken, bireylerden serbest taraf ekstremitesi ile anterior, posteromedial ve posterolateral yönde mümkün olan en uzak noktaya erişimleri söylendi. Serbest olan ayağın ulaştığı en uzak nokta mezura ile ölçülerek kaydedildi. Her yönde 3 deneme

yapıldı. Birey eğer tek taraflı duruşunu sürdüremediyse, yerle temasta olan ayağını hareket ettirdiyse veya kaldırdıysa, uzattığı ayağı ulaşmadan yere temas ettirdiyse, ayağı başlangıç konumuna geri getiremeden başarısız olduysa test sonlandırılarak tekrar edildi. Ayrıca puanlamada kullanılmak üzere alt ekstremité uzunluk ölçümü alındı (SIAS-Medial Malleol). İstatistiksel analizlerde karma uzanma mesafesi kullanıldı. $[(\text{max anterior} + \text{max posteromedial} + \text{max posterolateral}) / (3 \times \text{Alt Ekstremité Uzunluğu})] \times 100$ formülü ile elde edildi [136].



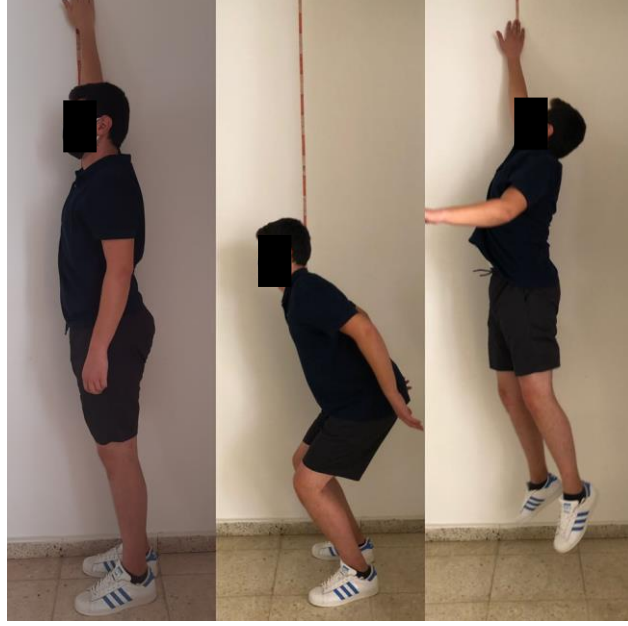
Şekil 6: Y denge testi

3.3.4 Anaerobik Performans Testleri

3.3.4.1 Dikey Sıçrama Testi

Alt ekstremité patlayıcı kuvvetinin vertikal değerlendirilmesi için kullanılan bir testtir. Dikey sıçrama testi için kollar salınımında dikey sıçrama testi (Counter Movement Jump) kullanıldı. Test için vertikal yönde duvara yerleştirilen mezura sabitlendi. Teste katılan bireylerin gövde kısmı duvara yan olarak pozisyonlandı. Gövde erekt pozisyonda iken duvar kenarındaki kol uzatılıp en uzun parmağın eriştiği nokta kaydedildi. Daha sonra bireylerden kollar gövdenin yanında iken dizleri, kalçayı ve göğüsü fleksiyona getirmeleri ve bu pozisyondan mümkün olduğu kadar yükseğe erişebilmek için sıçramaları istendi. Sıçrama sırasında bireylerden duvara yakın olan

el ile ulaşılan son noktada mezuraya dokunmaları istendi. Mezura üzerinde ilk dokunulan ve son dokunulan noktalar arasındaki mesafe ölçölerek ‘cm’ cinsinden kaydedildi. Sıçrama 3 kez tekrar edilip, tekrarlar arasında 60 sn dinlenme arası verildi. 3 sıçrama sonucunun en iyi değeri ölçüm sonucu olarak alındı [137].



Şekil 7: Dikey sıçrama testinin uygulanması

3.3.4.2 Durarak Çift Adım Sıçrama Testi

Alt ekstremitte patlayıcı kuvvetinin horizontal değeriendirilmesi için kullanılan bir testtir. Bu değeriendirme için ölçüm yapılan sert zemin üzerine mezura yatay olarak yerleştirildi. Başlangıç pozisyonu için ayak parmak uçları ‘0’ noktasının hemen arkasında olacak şekilde durulması istendi. Birey hazır olduğunda çift bacak ile ileriye doğru sıçramasını gerçekleştirdi. Başlangıç noktası ile yere temas eden en arkadaki ayağın topuğu arasındaki mesafe ölçölerek ‘cm’ cinsinden kaydedildi. Sıçrama 3 kez tekrar edilip, tekrarlar arasında 60 sn dinlenme arası verildi. 3 sıçrama sonucunun en iyi değeri ölçüm sonucu olarak alındı [137].



Şekil 8: Durarak çift adım sıçrama testinin uygulanması

3.3.5 Kassal Kuvvet Değerlendirmesi

Kassal kuvveti değerlendirmek amacıyla izokinetik dinamometre (Humac Norm®) kullanıldı. Dominant tarafın kuadriseps ve hamstring kas kuvvetleri konsantrik olarak değerlendirildi. Ölçümler yapılmadan önce bisiklette dirençsiz şekilde 5 dk ısınmaları istendi. Ardından bireyler dinamometreye alınarak, gövde ve uyluk stabilizasyon kemerleri ile test için sabit hale getirildi. Testler sırasında motivasyonu artırmak amacıyla sözel emirler kullanıldı. Her test öncesi 3 deneme yapılarak, denemeler sonunda 10 sn'lik dinlenme süresi verildi. Sedanter bireylerde güvenilirliği yüksek olarak saptanmış olan 120%/sn açısal hız, 5 tekrarlı olarak uygulandı [138]. Hamstring ve kuadriseps pik tork değerleri 'N/m' cinsinden kaydedildi. Hamstring/kuadriseps oranları ise '%' cinsinden kaydedilerek istatistiksel analizlerde kullanıldı.

3.3.6 İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Tüm değişkenlerin aktarılmasında ve istatistiksel analizlerde IBM SPSS 22 paketi (SPSS Inc, Chicago, IL) kullanıldı. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Veriler normal dağılım

göstermediği için parametrik olmayan istatistiksel analiz yöntemleri kullanıldı. Bireylerin demografik özellikleri ve sonuç ölçümleri ile ilgili veriler, ortalama (x) ve standart sapma (ss) ile gösterildi. Gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları saptamak için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Grup içi farklılıklar Friedman testi ve post-hoc Dunn testi ile analiz edildi. Post-hoc Dunn testinde IBM SPSS 21 tarafından düzeltilmiş p değerleri kullanılarak, istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlendi. Diğer testler için $p < 0.05$ değerler anlamlı olarak kabul edildi. Klinik etki büyüklüğünü belirlemek için $r = z / \sqrt{n \times 2}$ formülü kullanıldı. Etki büyüklükleri küçük ($r \leq 0.1$), orta ($r = 0.30$) ve büyük ($r \geq 0.5$) olarak yorumlandı [139].

3.4 Egzersiz Protokolü

3.4.1 PNF Egzersizleri

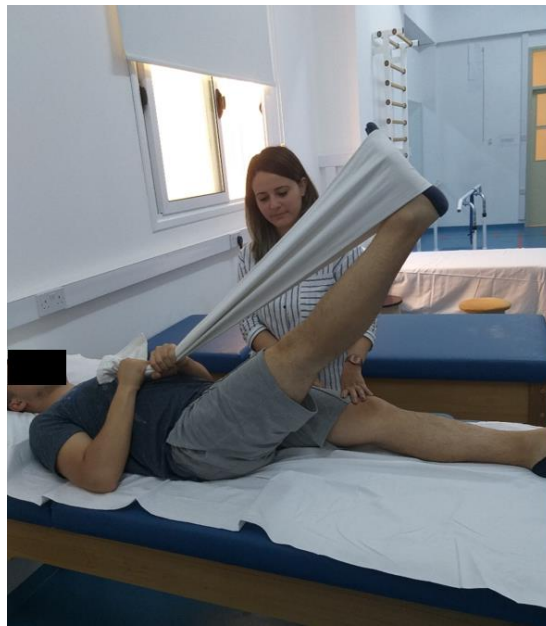
Hamstring kasına PNF KGAK egzersizlerinin uygulanması için katılımcılardan sırtüstü pozisyonunda uzanmaları istendi. Hamstring kası pasif olarak kalça fleksiyonda ve diz tam ekstansiyonda olarak şekilde gerildi [140]. Katılımcının gerginlik hissettiği pozisyonunda 5 sn beklenerek hamstring kasına germe uygulandı (Şekil 4a). Ardından fizyoterapistin direncine karşılık bacağına masaya doğru itmeye çalışması istenerek hamstring kasının izometrik kontraksiyonu 3 sn boyunca gerçekleştirildi (Şekil 4b). Hemen sonrasında katılımcılardan 7 sn boyunca bacağına daha fazla kaldırmaya çalışarak, kuadriseps kasının konsantrik kontraksiyonu istendi (Şekil 4c) [27,140]. Egzersizler bilateral olarak 6 tekrarlı gerçekleştirildi. Böylelikle, her seansta, hamstring kasları toplamda 30 sn gerilmiş oldu.



Şekil 9: Hamstring kasına uygulanan PNF KGAK egzersizi (a. Hamstring germe, b. Hamstring izometrik kontraksiyon, c. Kuadriseps konsantrik kontraksiyon)

3.4.2 SG Egzersizleri

Hamstring kasına SG uygulaması için katılımcılardan sırtüstü uzanmaları istendi. Ayağın etrafına çarşaf sarılarak katılımcıdan çarşafın her iki ucunu elleriyle tutması istendi. Katılımcıdan diz tam ekstansiyonunu koruyarak, hamstring kasında hafif bir gerilme hissedecek pozisyona kadar kalça fleksiyonu yapması istendi (Şekil 5). Bu pozisyon 15 sn korundu ve ardından ekstremit yavaşça başlangıç pozisyonuna getirildi. Bilateral olarak 2 kez tekrarlanan SG egzersizlerinde, her ekstremit için 30 sn'lik toplam germe süresi uygulandı.



Şekil 10: Hamstring kasına uygulanan SG egzersizi

Bölüm 4

BULGULAR

4.1 Sosyo-Demografik Özellikler

Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri Tablo 1’de verildiği gibidir. Grupların yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve beden kütle indeksine (BKI) ait ortalama değerleri benzerdi (Tablo 1, $p>0.05$).

Tablo 1: Bireylerin sosyodemografik özellikleri

Değişkenler $\bar{x} \pm ss$ (min-maks)	Statik Grup (n=28)	PNF Grup (n=27)	p değerleri [†]
Yaş, yıl	22.00 $\pm$ 1.65 (20-26)	22.63 $\pm$ 2.13 (20-29)	0.31
Vücut ağırlığı, kg	78.87 $\pm$ 11.26 (55.50-105)	77.65 $\pm$ 12.12 (57-111)	0.51
Boy uzunluğu, m	1,79.21 $\pm$ 5.87 (1,67-1,88)	178.00 $\pm$ 5.59 (168-190)	0.36
BKI, kg/m ²	24.42 $\pm$ 2.83 (19.15-31.05)	24.47 $\pm$ 3.43 (18.10-31.02)	0.87

†: Mann Whitney U test; $\bar{x}$: Ortalama değer; ss: Standart sapma; BKI: Beden kütle indeksi

Grupların propriyosepsiyon ve fiziksel performanslarının ön test sonuçları tablo 2’de verildiği gibidir. Grupların propriyoseptif duyu ve fiziksel performans ön test sonuçlarının istatistiksel olarak benzer olduğu saptandı (Tablo 2, $p>0.05$).

Tablo 2: Grupların ön test sonuçlarının karşılaştırması

Değişkenler x±ss	Statik Grup	PNF Grup	p değerleri[†]
Diz ekstansiyon açısı, °	37.82±10.25	40.70±9.69	0.28
Pozisyon hissi, °	6.95±5.20	6.71±4.06	0.97
Hareket hissi, °	0.46±0.50	0.47±0.66	0.74
Flamingo denge testi, tekrar	3.88±4.19	3.92±4.10	0.66
Y denge test, %	89.16±7.31	97.89±32.66	0.20
Dikey sıçrama testi, cm	39.68±6.30	38.05±7.79	0.49
Durarak çift adım sıçrama testi, cm	164.37±21.86	158.74±30.52	0.39
Kuadriseps kas kuvveti, n.m	147.36±48.74	149.26±35.57	0.67
Hamstring kas kuvveti, n.m	95.36±27.81	105.00±31.70	0.21
Hamstring/kuadriseps kuvvet oranı, %	0.70±0.23	0.72±0.16	0.13

†: Mann Whitney U test; x: Ortalama değer; ss: Standart sapma

4.2 Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Grupların diz ekstansiyon açısı, propriyoseptif duyu ve denge değerlerinin zamansal karşılaştırması Tablo 3’de verildiği gibidir. Gruplar arası karşılaştırmalarda diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve dengenin akut, uzun dönem ve takip değerlerinin istatistiksel olarak benzer olduğu bulundu (Tablo 3, $p>0.05$).

Benzer şekilde sıçrama verilerinin de gruplar arasında benzer sonuçlara sahip olduğu görülürken ($p>0.05$), kas kuvvetine ait verilerde ise sadece 6 haftalık takip dönemi sonrası elde edilen sonuçlarda hamstring/kuadriseps kuvvet oranında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi (Tablo 4, $p=0.04$).

Tablo 3: Bireylerin diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve denge sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Ön testler x±ss (M-IQR) ^δ	Akut x±ss (M-IQR) ^δ	Uzun dönem x±ss (M-IQR) ^δ	Takip x±ss (M-IQR) ^δ	p1	p2	p3
Diz ekstansiyon açısı							
Statik	37.82±10.25 (37-11.25)	31.71±9.20 (32.50-10.50)	27.28±8.22 (27.50-10)	31.93±8.75 (34.50-14)	0.22	0.79	0.75
PNF	40.70±9.69 (38.50-15)	34.11±7.43 (34.50-12.25)	28.33±9.21 (29.50-16)	32.81±11.25 (34-14.50)			
Pozisyon hissi							
Statik	6.95±5.20 (5.33-8.42)	6.76±5.37 (5.50-6.59)	6.10±6.02 (4.66-8.90)	5.89±4.75 (4.66-7.75)	0.62	0.42	0.83
PNF	6.71±4.06 (5.33-6.50)	5.82±4.15 (4.99-6.42)	5.29±4.10 (3.66-7.42)	5.98±4.59 (5.66-6.73)			
Hareket hissi							
Statik	0.46±0.50 (0.49-0.66)	0.45±0.53 (0.33-0.92)	0.37±0.51 (0.16-0.66)	0.27±0.36 (0-0.33)	0.97	0.11	0.65
PNF	0.47±0.66 (0.33-0.66)	0.4±0.56 (0.33-0.66)	0.15±0.23 (0-0.33)	0.23±0.35 (0-0.33)			
Flamingo denge testi							
Statik	3.88±4.19 (3-5.84)	3.14±3.04 (2.50-4)	2.28±2.72 (2-3)	2.20±2.80 (1.50-1)	0.41	0.59	0.69
PNF	3.96±4.18 (3-3)	2.77±3.47 (2-2.25)	1.81±2.15 (1-3)	2.31±2.82 (1.50-2)			
Y denge testi							
Statik	89.16±7.31 (90.77-12.35)	92.30±8.67 (93.69-11.31)	95.80±8.01 (95.26-12.59)	92.61±9.24 (92.62-11.94)	0.23	0.14	0.21
PNF	97.89±32.26 (93.13-9.38)	100.78±32.31 (95.74-10.63)	104.49±32.77 (99.11-9.06)	101.08±31.67 (96.26-9)			

†: Mann Whitney U test; p1: Grupların akut testleri; p2: Grupların uzun dönem testleri; p3: Grupların 6 hafta takip dönemi sonrası testleri; ^δ: Medyan ve çeyrekler arası aralık

Tablo 4: Bireylerin sıçrama ve kas kuvveti performans sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Ön testler x±ss (M-IQR) ^δ	Akut x±ss (M-IQR) ^δ	Uzun dönem x±ss (M-IQR) ^δ	Takip x±ss (M-IQR) ^δ	p1	p2	p3
Dikey sıçrama testi							
Statik	39.68±6.30 (37.75-8.88)	39.28±5.32 (38-8.13)	40.32±5.70 (40.50-7)	39.73±5.10 (38.50-6.63)	0.70	0.77	0.75
PNF	38.05±7.79 (37-9.75)	38.57±7.97 (38-10.75)	39.91±7.75 (41-9.25)	38.63±7.92 (39-11.50)			
Durarak çift adım sıçrama testi							
Statik	164.37±21.86 (162.25-34.75)	165.93±23.12 (163-37.88)	168.57±23.86 (163.25-32.75)	166.45±20.23 (165-27.25)	0.37	0.31	0.10
PNF	158.74±30.52 (157.75-44.75)	159.54±29.45 (155-41.13)	159.26±29.07 (159-39)	156.50±27.07 (157-34)			
Kuadriseps kas kuvveti							
Statik	147.36±48.74 (162.50-64)	150.71±53.81 (161.50-64.75)	162.64±49.95 (170-64)	156.78±42.94 (157.50-49.75)	0.70	0.77	0.65
PNF	149.26±35.57 (156-39.75)	151.59±33.39 (149.50-35)	156.89±31.48 (161-46)	153.18±30.91 (161-31)			
Hamstring kas kuvveti							
Statik	95.36±27.81 (95-41)	100.93±29.19 (101-46.25)	105.03±27.71 (100-38.75)	103.46±24.02 (96.50-39)	0.39	0.16	0.17
PNF	105.00±31.70 (102-42.50)	107.26±29.37 (104-35.25)	114.44±22.50 (112.50-36)	112.44±29.13 (103.50-42)			
Hamstring/kuadriseps kuvvet oranı							
Statik	70.03±23.07 (62.50-23.50)	71.53±20.78 (68-20)	67.03±16.30 (65.50-23.50)	68.32±14.76 (65-23.25)	0.25	0.06	0.04
PNF	71.70±16.36 (73-15.50)	71.44±13.86 (74-12.50)	73.41±8.41 (73-12)	73.63±13.31 (73-17.25)			

†: Mann Whitney U test; p1: Grupların akut testleri; p2: Grupların uzun dönem testleri; p3: Grupların 6 hafta takip dönemi sonrası testleri; ^δ: Medyan ve çeyrekler arası aralık

4.3 Grup İçi Karşılaştırma Sonuçları

Grupların zamana göre grup içi karşılaştırmaları Tablo 5’de verildiği gibidir. Her iki grubun grup içi karşılaştırma sonuçlarında akut dönemde, uzun dönemde ve ön test ile 6 haftalık takip sonrası değerlendirmelerinde diz ekstansiyon açısının istatistiksel farklılıklarla geliştiği tespit edildi ($p<0.05$) 8 haftalık egzersiz sonrası ile 6 hafta takip sonrası test sonuçlarının karşılaştırılmasında ise SG grubunda istatistiksel olarak negatif yönde anlamlı farklılık bulunurken ($p=0.00$), PNF grubunda anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$).

Pozisyon hissi ve hareket hissi sonuçlarında her iki grupta da zamana göre anlamlı bir farklılık elde edilmedi ($p>0.05$). Flamingo denge sonuçlarında akut etkide sadece PNF grubunda pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ($p=0.02$). Uzun dönem etkide SG ve PNF egzersizlerinin flamingo denge verilerini istatistiksel olarak arttırdığı görüldü (Sırasıyla $p=0.02$, $p=0.00$). Ayrıca ilk değerlendirme ile takip ölçümleri arasında her iki grupta istatistiksel anlamlılıklar olduğu ve 6 haftalık takip sonrasında dengenin daha iyi olduğu görüldü (Sırasıyla SG ve PNF: $p=0.02$, $p=0.001$). Y denge sonuçlarında SG grubunda akut dönemde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğu bulundu ($p=0.02$). Uzun dönem etkide ise hem SG hem de PNF gruplarında olumlu anlamlı farklılıklar tespit edildi (Her iki grup için de $p=0.00$). İlk değerlendirme ile 6 hafta takip sonrası değerlendirmeler arasında sadece SG grubunda olumlu ve anlamlı farklılık olduğu görülürken ($p=0.02$), 8 hafta sonrası ile 6 hafta takip sonrası verilerde SG ve PNF gruplarında olumlu anlamlı farklılıklar saptandı (Sırasıyla $p=0.01$, $p=0.00$), (Tablo 5).

Dikey sıçrama ve durarak çift adım sıçrama testlerinin grup içi karşılaştırma analizlerinde sadece SG grubunda, uzun dönem etki sonuçlarında istatistiksel olarak olumlu gelişmeler saptandı (Sırası ile p 2 değerleri 0.04 ve 0.01). Ayrıca sadece PNF

grubunda 8 hafta sonraki test ile 6 hafta takip sonrası test arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif farklılık saptandı ($p_4=0.00$). Kas kuvvetinde ise hem hamstring hem de kuadriseps kaslarında PNF grubunda herhangi bir anlamlı sonuç saptanmazken ($p>0.05$), SG grubunda her iki kasın kuvvet sonuçlarında uzun dönem etkide ($p_2=0.00$) olumlu ve anlamlı sonuçlar olduğu bulundu. Ayrıca SG grubu için hamstring kas kuvvetinde akut dönem etkide ve ilk değerlendirme ile takip dönemi değerlendirmeleri arasında istatistiksel olarak olumlu farklılıklar elde edildi (Sırasıyla $p_1=0.01$, $p_4=0.04$). Hamstring/kuadriseps kuvvet oranı grup içi karşılaştırmalarında her iki grup için istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmedi ($p>0.05$), (Tablo 6).

Tablo 5: Bireylerin diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve denge testlerinin grup içi karşılaştırılması

Değişkenler x±ss	Ön testler	Akut	Uzun dönem	Takip	p[†]	p1	p2	p3	p4
Diz ekstansiyon açısı									
Statik	37.82±10.25	31.71±9.20	27.28±8.22	31.93±8.75	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
PNF	40.70±9.69	34.11±7.43	28.33±9.21	32.81±11.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
Pozisyon hissi									
Statik	6.95±5.20	6.76±5.37	6.10±6.02	5.89±4.75	0.33	-	-	-	-
PNF	6.71±4.06	5.82±4.15	5.29±4.10	5.98±4.59	0.62				
Hareket hissi									
Statik	0.46±0.50	0.45±0.53	0.37±0.51	0.27±0.36	0.07	-	-	-	-
PNF	0.47±0.66	0.4±0.56	0.15±0.23	0.23±0.35	0.01	1.00	0.27	1.00	1.00
Flamingo testi									
Statik	3.88±4.19	3.14±3.04	2.28±2.72	2.20±2.80	0.00	1.00	0.02	0.02	1.00
PNF	3.96±4.18	2.77±3.47	1.81±2.15	2.31±2.82	0.00	0.02	0.00	0.01	1.00
Y denge testi									
Statik	89.16±7.31	92.30±8.67	95.80±8.01	92.61±9.24	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01
PNF	97.89±32.26	100.78±32.31	104.49±32.77	101.08±31.67	0.00	0.16	0.00	0.18	0.00

†: Friedmann, p1, p2, p3, p4: post-hoc Dunn test; p1: T1-T2; p2: T1-T3; p3: T1-T4; p4: T3-T4; T1: Ön test; T2: ilk germe sonrası test; T3: 8 hafta sonraki test; T4: 6 hafta takip sonrası test

Tablo 6: Bireylerin sıçrama ve kas kuvveti performans testlerinin grup içi karşılaştırılması

Değişkenler	Ön testler	Akut	Uzun dönem	Takip	p [†]	p1	p2	p3	p4
Dikey sıçrama testi									
Statik	39.68±6.30	39.28±5.32	40.32±5.70	39.73±5.10	0.00	1.00	0.04	1.00	0.72
PNF	38.05±7.79	38.57±7.97	39.91±7.75	38.63±7.92	0.13	-	-	-	-
Durarak çift adım sıçrama testi									
Statik	164.37±21.86	165.93±23.12	168.57±23.86	166.45±20.23	0.01	1.00	0.01	1.00	0.10
PNF	158.74±30.52	159.54±29.45	159.26±29.07	156.50±27.07	0.01	1.00	0.84	0.27	0.00
Kuadriseps kas kuvveti									
Statik	147.36±48.74	150.71±53.81	162.64±49.95	156.78±42.94	0.00	0.72	0.00	0.23	0.06
PNF	149.26±35.57	151.59±33.39	156.89±31.48	153.18±30.91	0.12	-	-	-	-
Hamstring kas kuvveti									
Statik	95.36±27.81	100.93±29.19	105.03±27.71	103.46±24.02	0.00	0.01	0.00	0.04	1.00
PNF	105.00±31.70	107.26±29.37	114.44±22.50	112.44±29.13	0.33	-	-	-	-
Hamstring/kuadriseps kuvvet oranı									
Statik	70.03±23.07	71.53±20.78	67.03±16.30	68.32±14.76	0.07	-	-	-	-
PNF	71.70±16.36	71.44±13.86	73.41±8.41	73.63±13.31	0.81	-	-	-	-

†: Friedmann, p1, p2, p3, p4: post-hoc Dunn test; p1: T1-T2; p2: T1-T3; p3: T1-T4; p4: T3-T4; T1: Ön test; T2: ilk germe sonrası test; T3: 8 hafta sonraki test; T4: 6 hafta takip sonrası test

4.4 Etki Büyüklüğü Sonuçları

Diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve denge etki büyüklüğü sonuçları Tablo 7’da gösterildiği gibidir. Her iki germe tekniğinin diz ekstansiyon açısı üzerine akut ve uzun dönemdeki klinik etkilerinin büyük olduğu saptandı (Tümü $r \geq 0.5$). Aynı parametrenin ön test ile 6 hafta takip sonrası etki büyüklükleri PNF grubu için büyük olarak saptanırken ($r_3=0.53$), SG grubu için zayıftı ($r_3=0.28$). Uzun dönem testleri ile 6 hafta takip sonrası sonuçlarının etki büyüklüğü SG için büyük iken ($r_4=0.50$), PNF grubu için orta olarak elde edildi ($r_4=0.43$). PD sonuçlarında etki büyüklüğü sadece hareket hissi için PNF grubunda uzun dönem etkide orta düzeyde bulundu ($r_2=0.32$). Flamingo denge testi sonuçlarında akut etkideki etki büyüklükleri PNF grubu için büyük iken ($r_1=0.54$), SG grubu için zayıftı ($r_1=0.27$). Aynı parametrede hem SG hem de PNF grubu için uzun dönem etki ve ön test ile 6 hafta takip sonrası sonuçlarında etki büyüklükleri orta iken, uzun dönem ile 6 hafta takip sonrası sonuçlarda zayıftı (sırasıyla $r_4=0.06$, $r_4=0.21$). Her iki grubun Y denge test sonuçlarında akut ve ön test ile 6 hafta takip sonrası değerlerde orta düzeyde etki büyüklüğü elde edildi ($r=0.30-0.50$). Aynı parametre için uzun dönemde ve uzun dönem ile 6 hafta takip dönemi sonuçları arasında etki büyüklükleri büyük düzeyde saptandı ($r \geq 0.5$).

Sıçrama ve kas kuvveti etki büyüklüğü sonuçları Tablo 8’deki gibidir. PNF grubunda dikey sıçrama testinin uzun dönem sonuçlarında ve durarak çift adım sıçrama testinin uzun dönem ile 6 hafta takip sonuçlarında orta düzeyde etki bulundu (Sırasıyla $r_2=0.31$, $r_4=0.42$). Kuadriseps kas kuvvetinde sadece SG grubunda uzun dönemde etki büyüklüğü orta düzeyde bulundu ($r_2=0.40$). Hamstring kas kuvveti sonuçlarında ise SG grubunda akut etkide etki büyüklüğü büyük düzeyde saptanırken ($r_1=0.54$), uzun dönem ve ön test ile 6 hafta takip sonrası sonuçlarda etki büyüklüğü orta düzeyde saptandı (Sırasıyla $r_2=0.42$, $r_3=0.37$).

Tablo 7: Diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon ve denge testlerinin etki büyüklükleri

Değişkenler	r1	r2	r3	r4
Diz ekstansiyon açısı				
Statik	-0.61	-0.61	-0.28	-0.50
PNF	-0.54	-0.61	-0.53	-0.43
Pozisyon hissi				
Statik	-0.09	-0.00	-0.17	-0.03
PNF	-0.12	-0.13	-0.14	-0.07
Hareket hissi				
Statik	-0.01	-0.13	-0.25	-0.14
PNF	-0.05	-0.32	-0.22	-0.20
Flamingo testi				
Statik	-0.27	-0.38	-0.40	-0.06
PNF	-0.54	-0.49	-0.42	-0.21
Y denge testi				
Statik	-0.44	-0.58	-0.38	-0.50
PNF	-0.41	-0.56	-0.39	-0.53

r1: Akut etki (Ön test-ilk germe sonrası testler); r2: Uzun dönem etki (Ön test-uzun dönem testleri); r3: Ön test-6 hafta takip sonrası testler; r4: Uzun dönem testleri-6 hafta takip sonrası testler

Tablo 8: Sıçrama ve kas kuvveti performans testlerinin etki büyüklükleri

Değişkenler	r1	r2	r3	r4
Dikey sıçrama testi				
Statik	-0.00	-0.18	-0.09	-0.20
PNF	-0.09	-0.31	-0.14	-0.28
Durarak çift adım sıçrama testi				
Statik	-0.15	-0.25	-0.09	-0.21
PNF	-0.01	-0.17	-0.17	-0.42
Kuadriseps kas kuvveti				
Statik	-0.23	-0.40	-0.27	-0.23
PNF	-0.22	-0.25	-0.09	-0.22
Hamstring kas kuvveti				
Statik	-0.54	-0.42	-0.37	-0.15
PNF	-0.12	-0.28	-0.19	-0.09
Hamstring/kuadriseps kuvvet oranı				
Statik	-0.22	-0.04	-0.00	-0.04
PNF	-0.01	-0.07	-0.11	-0.04

r1: Akut etki (Ön test-ilk germe sonrası testler); r2: Uzun dönem etki (Ön test-uzun dönem testleri); r3: Ön test-6 hafta takip sonrası testler; r4: Uzun dönem testleri-6 hafta takip sonrası testler

Bölüm 5

TARTIŞMA

Hamstring kısalığı olan bireylerde benzer germe süreleri ile uygulanan PNF KGAK ile SG egzersizlerinin etkisini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda, her iki germe tekniğinin akut ve uzun dönemde esnekliği benzer oranda geliştirdiği ancak propriyosepsiyon üzerine etki oluşturmadığı saptandı. Akut dönemde SG'nin dinamik dengeyi, PNF germenin ise statik dengeyi daha fazla geliştirdiği görüldü. Sıçrama performansı sonuçlarında ise sadece SG grubunda uzun dönemde gelişmeler olduğu görüldü. SG grubunda akut dönemde hamstring kas kuvvetinde, uzun dönemde ise hem hamstring hem de kuadriseps kas kuvvetinde gelişmeler görüldü.

Germe egzersizlerine 6 hafta ara verildiğinde esnekliğin, dinamik dengenin ve patlayıcı kuvvetin (durarak çift adım sıçrama) azaldığı görüldü. Takip dönemi sonrasında hamstring/kuadriseps kuvvet oranının PNF KGAK grubunda SG'ye göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşıldı.

Her iki germe tekniğinin de esneklik üzerine hem akut hem de uzun dönemde klinik etkisinin büyük derecede olumlu olduğu saptandı. Uzun dönemde PNF egzersizlerinin hareket hissine orta düzeyde etki gösterdiği görüldü. Akut dönemde ise PNF egzersizlerinin statik dengeye büyük düzeyde etki gösterdiği, dinamik dengede ise her iki tekniğin akut olarak orta derecede etki büyüklüğüne sahip olduğu saptandı. PNF grubunda uzun dönemde orta düzeyde etki büyüklüğü ile gelişmeler görülürken, takip sonunda orta düzeyde etki büyüklüğü ile sıçrama performansının düştüğü

bulundu. Egzersizlerin kas kuvveti üzerine etkileri incelendiğinde, SG'nin hamstring kas kuvvetine akut dönemde büyük düzeyde, uzun dönemde ise hem kuadriseps hem hamstring kas kuvvetine orta düzeyde olumlu etki ettiği görüldü. Kas kuvvetinde ön test-6 haftalık izlem sonuçları arasında ise orta düzeyde etki büyüklüğü elde edildi.

5.1 Diz Ekstansiyon Açısı

Esneklik oturma, yürüme, merdiven çıkma ve inme gibi birçok fiziksel aktivitede önemi olan fiziksel uygunluk parametresidir. Hamstring esneklik kaybı kas yaralanmalarına ve bel ağrısına sebep olabileceğinden kısıtlılıkların önlenmesi ve giderilmesi gerekmektedir. Özellikle SG ve PNF germe esneklik gelişiminde sıklıkla tercih edilen germe tekniklerindendir [22-28]. Uzun sürelerde uygulanan SG egzersizlerinin esnekliği geliştirdiği bir çok çalışmada gösterilmiştir [23,29,30]. Benzer şekilde PNF tekniklerden özellikle inhibisyon tekniklerinin, esnekliği geliştirdiği gösterilmiştir [24-28,31]. Literatürde son zamanlarda etkinliği araştırılmaya başlanan PNF KGAK tekniği nispeten yeni bir tekniktir. PNF KGAK ile SG'nin esnekliğe olan etkinliğini karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak PNF'in diğer tekniklerinden Kas Gevşe [32,141-145] veya PNF Kas Gevşe Agonist Kas tekniği [35-38,41] ile SG'nin hem akut dönem [32,41,142-146] hem de uzun dönem esneklik üzerine etkilerini karşılaştıran çalışmalar vardır [35-39,141]. Bu çalışmalarda farklı germe süreleri ile farklı tekniklerin uygulandığı da görülmektedir.

Bu çalışmada her iki tekniğin de akut ve uzun dönemde esnekliği benzer şekilde geliştirdiği görüldü. Literatürde yer alan uzun dönem etkileri inceleyen çalışmaların bazıları PNF Kas Gevşe Agonist Kas tekniği ve SG'nin esneklik üzerine benzer etkileri olduğunu göstermekte, [35-37] Wicke ve ark. tarafından yapılan bir çalışma ise PNF Kas Gevşe Agonist Kas Germe tekniğinin SG'ye göre daha etkili olduğunu belirtmektedir. Çalışma sonuçları uygulama yöntemindeki birçok farklılıktan

etkilenebilir. Bunlar; PNF'in uygulanma şeklinden (fizyoterapist tarafından uygulanması veya bireyin kendisinin uygulaması), germe uygulamasının süresinden ve germenin volümünden (süresi ve tekrarı) kaynaklanabilir [38]. Ayrıca çalışmaların tümünde gruplara uygulanan germe sürelerinin farklı olduğu da görülmektedir. Çalışmalardaki metodolojik farklılıkların çalışma sonuçlarını önemli ölçüde etkilediğini düşünmekteyiz.

SG'nin esnekliğe olan etkisini inceleyen Ün ve ark. kasta germe sonucu viskoelastisiteyi artıracak mekanik değişikliklerin ortaya çıkması için en az 30 sn'lik SG egzersizlerinin uygulanması gerektiğini, germe süresi fazla tercih edildiğinde mekanik etkide bir fark olmadığını belirtmiştir [29].

Çalışmamızda hala performansa olan etkisi tartışma konusu olsa da esnekliğe olumlu etkisi nedeniyle 30 sn'lik germe süresi tercih edildi. Çalışmamız ile benzer sürede germe uygulayan ve uzun süreli etkileri karşılaştıran Davis ve ark., SG'nin PNF respirokal inhibisyon tekniğine göre esnekliği geliştirmede daha etkili olduğunu belirtmiştir. Yazarlar, bu sonuçların iki faktöre bağlı olduğunu açıklamıştır: Birincil olarak; 30 sn süreyle tek tekrarlı olarak uygulanan SG'nin GTO'yu aktive ederek inhibisyon etkisi yaratmış olabileceği, ikincil olarak ise; nöral mekanizma farklılıklarıdır. Davis ve ark. PNF germe uygulaması öncesinde kuadriseps kasına aktif kontraksiyon uygulanmasının hamstring kasını fasilite ettiğini ve bu durumun nöral inhibisyon mekanizmasını olumsuz etkilemiş olabileceğini bildirmiştir [39]. Çalışmamızda her iki tekniğin uzun dönemde esnekliği benzer şekilde geliştirdiği ve 6 hafta ara verildiğinde esneklik kaybının olduğu sonucuna ulaşıldı. SG'nin 2 set 15 sn olarak uygulanması ve setler arası 15 sn dinlenme aralığının verilmesi, inhibitör etkinin yeteri kadar açığa çıkmasını engellemiş olabilir. PNF KGAK grubunda ise

kuadriseps kasına aktif kontraksiyon yaptırılmış olması hamstring kasında nöral inhibisyona neden olarak esneklikte artışa yol açmış olabilir.

Çalışmamız uzun dönem yanında kısa süreli etkiyi de incelemiştir. Çalışmamızda her iki tekniğin akut dönemde esnekliğe olan etkisinin benzer olduğu bulundu. Geçmişte SG ile PNF'in esneklik üzerine akut etkisini karşılaştıran çalışmaların çoğunda SG ile PNF Kas Gevşe tekniğinin etkilerinin benzer olduğu belirtilmiştir [32,142,143]. Literatürde çalışmamızla benzer germe süresini kullanan ve hamstring esnekliği üzerine akut etkiyi karşılaştıran iki çalışma bulunmaktadır. Mallmann ve ark. [144] PNF Kas Gevşe ve SG'nin esnekliği benzer şekilde geliştirdiğini belirtmişlerdir. O'Hara ve ark. ise [145] PNF Kas Gevşe germe tekniğinin SG'ye göre esnekliği daha fazla geliştirdiğini göstermiştir. O'Hara ve ark. diğer çalışmalardan farklı olarak, hamstring kasına uyguladıkları PNF Kas Gevşe tekniği sırasında agonist kasın (hamstring) kontraksiyonunu istemişlerdir. Germeye ek olarak uygulanan agonist kas kontraksiyonunun antagonist (kuadriseps kası) kontraksiyonundan daha etkili bir teknik olabileceğini ve esnekliğin gelişmesine daha fazla neden olabileceğini bildirmişlerdir. PNF inhibisyon tekniklerinin resiprokal ve otojenik inhibisyonlar aracılığıyla esnekliği artırdığı bilinmekle birlikte kullanılan tekniğe bağlı olarak inhibisyondan sorumlu mekanizmalar farklılık göstermektedir. Çalışmamızda PNF KGAK egzersizleriyle gerçekleştirilen hamstring kasının gerilmesi ile kas içiğinin uyarılması sonucu agonistin aktivasyonu oluşmaktadır. Burada gerilmeye bağlı Ia ve II duysal nöronlarında aksiyon potansiyeli oluşmasına ve kasın kasılmasına neden olarak 'Kas Gerilme Refleksi=Miyotatik refleks' ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda antagonist kası innerve eden nöronların inhibisyonu ile gevşeme etkisi oluşarak 'Resiprokal İnhibisyon' meydana gelmektedir. Gerilmiş pozisyonda yapılan hamstring kasının izometrik kontraksiyonları ile GTO'nun

bulunduğu kasın tendona bağlanma yerinde eşik değerin üzerindeki gerim ile Ib lifleri uyarılmaktadır. Ara nöronlar aracılığıyla kasın inhibisyonu oluşturularak hamstring kasında ‘Otojenik inhibisyon=Ters miyotatik refleks’ meydana gelmektedir [81,120]. PNF KGAK tekniğinde kuadriseps kasının kasılması sırasında hamstring kasında ‘resiprokal inhibisyon’ oluşmaktadır [27]. Çalışmamızda PNF KGAK uygulanırken toplam germe süresi 30 sn olsa da, her germe 5 sn uygulanıp 6 set şeklinde yapılmıştır. Germeler hamstring kaslarına resiprokal olarak uygulandığından, her bir tekrar sonrası verilen dinlenme aralıkları PNF KGAK tekniğinin etkinliğinin azalmasına neden olabilir.

Literatürde hamstring kasında kısıklık olan bireylerde PNF ve SG egzersizlerinin esneklik üzerine etkisini karşılaştıran çalışmalar da mevcuttur [32-34,67,147]. Germe egzersizlerinin esneklik üzerindeki akut etkisini araştıran birkaç çalışma, tek uygulama seansında PNF Kas Gevşe ve SG egzersizlerinin esnekliği eşit olarak geliştirdiğini bildirmiştir [32-34]. Çalışmamızda kullanılan germe egzersizlerinin esneklik üzerine akut etkileri literatürle uyumludur. Ayrıca 6 hafta takip süresinin verildiği çalışmamız, germe egzersizlerine ara verilmesinin esneklik kaybına neden olduğunu gösterdi.

Hamstring kısıklığı olanlarda germe egzersizlerinin uzun dönem etkilerini araştıran bir çalışma, 12 seanslık (haftada 3 gün 4 hafta) egzersiz programından sonra PNF Kas Gevşe ve SG egzersizlerinin hamstring esnekliğini benzer olarak geliştirdiğini belirtmiştir [67]. Aynı teknikleri karşılaştıran başka bir çalışmada ise 20 seans (4 hafta, haftada 5 gün) sonunda PNF Kas Gevşe’nin SG’ye göre esnekliği daha fazla geliştirdiği gösterilmiştir [147]. PNF egzersizleri, esnekliği geliştirmede SG’den daha etkili görünmektedir. Ayrıca çalışmalara göre PNF KGAK tekniği uzun vadeli etkilerde PNF Kas Gevşe’ye göre daha üstündür [27,28,30]. Çalışmamızda her iki egzersiz tekniğinin benzer uzun dönem etkiler göstermesi uygulamalardaki

farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Kaur ve ark.'nın çalışmasında PNF Kas Gevşe tekniği 7 sn hamstring germe süresi, 3 sn izometrik hamstring kontraksiyonu ve 20 sn dinlenme süresi ile 5 tekrarlı olarak uygulanmıştır [147]. Youdas ve ark. PNF Kas Gevşe ve KGAK tekniğini 10 sn'lik döngülerle tek tekrar olarak uygulamıştır [25]. Çalışmamızda PNF KGAK, 5 sn hamstring germe, 3 sn izometrik hamstring kontraksiyonu, 5 sn dinlenme ve 7 sn konsantrik kuadriseps kontraksiyonu ile 3 tekrarlı olarak uygulandı. Yukarıda açıklandığı gibi çalışmalarda PNF teknikleri farklı seans sayıları, farklı germe ve kasılma sürelerinde kullanılmıştır.

5.2 Propriyoseptif Duyu

PD, eklemler, kaslar, tendonlar ve ligamentlerde bulunan propriyoseptörlerden gelen gerilim ve hareket algısının algılanması ile oluşan pozisyon ve hareket hissinden oluşmaktadır [3]. Anatomik yapı gereği hamstring kaslarının kısalığı yaygın olarak görülmektedir. Hamstring kasında oluşan kısalıkların diz eklem biyomekaniğinin değişmesine ve hamstring kasındaki kas içiçğinin sürekli aktifleşmesine neden olarak diz ekleminin propriyosepsiyonu üzerine etki ettiği düşünülmektedir. Literatürde sıklıkla kullanılan SG ile yeni çalışılmaya başlanan PNF KGAK tekniğinin propriyosepsiyona etkisini karşılaştıran bir çalışma henüz yapılmamıştır. Bu çalışma bu konuda yapılan ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Karşılaştırma çalışması olmasa da, PNF ve SG'nin propriyosepsiyona olan akut etkisini inceleyen çalışmalar vardır. Ryan ve ark.'nın PNF'in propriyosepsiyon üzerine etkilerini postüral kontrolü değerlendirerek inceledikleri çalışmada hamstring, kuadriseps, iliopsoas ve plantar fleksör kaslarına uygulanan PNF KGAK tekniğinin postüral kontrolü geliştirdiği saptanmıştır [13]. Yazarlar çalışmalarında, PD'yu indirekt olarak değerlendirmişler ve hamstring kası haricinde üç kasa daha germe egzersizleri uygulamışlardır. Çalışmada, postüral kontroldeki iyileşmeyi üç faktöre bağlamışlardır. Birincisi; ısınma

egzersizlerinin etkileri, ikincisi; kontraksiyon sonrası gevşemeden kaynaklanan nörolojik fasilitasyon, diğeri ise ‘antagonist kas’ fazından gelen uyarılardır [13]. PNF’in izole diz propriyosepsiyon duyusuna etkisini araştıran diğeri farklı çalışma ise [15] hamstring ve kuadriseps kasına uygulanan Kas Gevşe tekniğinin kontrol grubuna göre hareket hissini azalttığını göstermiştir. Çalışmada, diz eklemi hareket hissindeki azalmanın kasta oluşan gevşemeden kaynaklı olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan PNF tekniğinin, ağırlık taşımayan bir pozisyonda bacağın tam olarak askıya alınması ve ekstremitenin pasif olarak hareket ettirilmesi nedeniyle olabileceği bildirilmiştir. Toplamda 90 sn’lik germe süresinin kullanıldığı çalışmada, hareket hissi 135°’lik diz fleksiyonundan ekstansiyon yönünde ve 0,4°/sn’lik açısal hızda değerlendirilmiştir. Çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlılık olmasa da klinik etkiye bakıldığında, PNF KGAK grubunda uzun dönem etkide orta düzey etki büyüklüğü olduğu sonucuna ulaşıldı. Çalışmamızda germe süresi olarak literatürdeki diğeri çalışmalara göre çok daha kısa süre ile uygulandığı gibi ve kullanılan açısal hız ve hareket hissini ölçüldüğü diz pozisyon açısı da farklıdır. Bu metodolojik farklılıklar sonuçların da farklı olmasına neden olmuş olabilir. Literatürde, hareket hissini ölçülmesi için bildirilen açısal hızlar açısından altın standart olmasa da [92] 0,5°/sn’nin altındaki açısal hızların ayırt edilemediği ve pasif hareketi algılama eşiği testlerinde 0,5°/sn ile 1,5°/sn aralığındaki açısal hızların kullanılması gerektiği belirtilmektedir [78,106]. Bu çalışmada pasif hareket hissi 1°/sn’de, diz 10° fleksiyon pozisyonundan ekstansiyona giderken değerlendirildi. Kullanılan açısal hız, hareketin hissedilmesi için literatürle uyumlu iken diz açısı da motor cevabın alınması için uygundur. Literatür diz ekleminde terminal ekstansiyona giderken antagonist kaslarda oluşan gerilimin artışına bağlı olarak daha fazla motor cevabın fasile edilmesi nedeniyle pasif hareketin daha iyi algılandığı, bu nedenle pasif hareket hissini 30°’lik

fleksiyon pozisyonundan ektansiyona giderken ölçülmesi gerektiği bildirilmektedir [107].

Diğer bir metodolojik farklılık ise PNF tekniklerinin uygulandığı düzlem/paterndir. PNF tek düzlemde uygulanabileceği gibi 3 boyutlu düzlemlerde de uygulanabilir. Bu çalışmada düz paternde hamstring kasına uygulamasının amacı PNF KGAK'ın hamstring kısalığında fizyolojik mekanizmasının etkisini belirlemek ve SG ile karşılaştırmaktır.

SG egzersizlerinin PD'ya etkilerini inceleyen çalışmalara bakıldığında, bu egzersizlerin sadece pozisyon hissi üzerine akut etkilerinin çalışıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların sonuçları ise çelişkilidir. Hamstring, kuadriseps, addüktör ve gastrocnemius kaslarına totalde 90 sn uygulanan SG egzersizlerinin pozisyon duygusunu iyileştirdiğini gösteren çalışmanın yanı sıra [14] aynı süreyi kullanan Larsen ve ark. ise sadece kuadriseps ve hamstring kaslarına uyguladıkları SG'nin pozisyon hissi üzerine etkili olmadığını göstermiştir [16]. Pozisyon hissinde iyileşme olduğunu bildiren çalışmada araştırmacılar, bu iyileşmeyi kas iğciklerinin yapısına bağlayarak, tiksotropik özelliğe sahip olan kas iğciklerinin gerilme etkisiyle pozisyonel duyarlılığının ayarlanabileceğini ve tendonda yeni bir denge oluşabileceğini belirtmişler [14]. Larsen ve ark. ise kas iğciğinin sahip olduğu tiksotropik kasılma ve gerilme davranışının kas uzadığında çok kısa bir süre mevcut olacağını ve bu etkinin sonuçlara yansıyamayacağını bildirmiştir [16]. Bu iki çalışmanın ortak özelliği çalışmaya alınan bireylerde hamstring kısalığı aranmamasıdır. Bu çalışmada yukarıdaki çalışmalardan çok daha kısa süreli germe uygulanmış ve istatistiksel olarak anlamlı olmasa da SG'nin pozisyon hissinin geliştirme eğiliminde olduğu görülmüştür. Özellikle hamstring kısalığı olan bireylerde SG'nin kas iğciği reseptörlerinin

duyarlılığını geliştirebileceğini ancak etkinin klinik değişim için yetersiz olduğunu düşünmekteyiz.

Hem SG hem de PNF'in propriyosepsiyon üzerine etkisi incelenmiş olan az sayıdaki çalışmaların tümü sadece tek bir parametreye odaklanarak pozisyon hissi veya hareket hissi üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmamızda ise her iki parametre değerlendirilmiştir.

5.3 Denge

Denge, vücutta otomatik duruş ile istemli hareket arasındaki iletişimin sağlandığı bir sonuçtur. Düzensiz zeminlerde postüral kontroldeki merkezi sinir sistemi etkisi baskılanır, böylece istemli hareketler ve ekstremitelerin postüral değişikliklere olan uyum yeteneği daha önemli hale gelir [32]. Literatürde SG'nin statik denge üzerine akut etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır [44,148,149]. Kuadriseps, hamstring ve plantar fleksör kaslarına SG uygulanan bir çalışmada, kendi tasarımları olan bilgisayarlı denge tahtası ile değerlendirdikleri statik dengenin olumsuz etkilendiği sonucuna varılmıştır [44]. Bununla birlikte stork test ve yıldız denge testi kullanılarak SG'nin akut etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada ise hem statik hem de dinamik dengenin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır [149]. Çalışmamızla benzer süreyi uygulayan bir çalışmada ise, kuadriseps, hamstring, gastroknemius ve gluteus maksimus kaslarına uygulanan SG'nin tek seans sonrasında statik dengeyi geliştirdiği bildirilmiştir [148].

SG'nin dinamik denge üzerine etkinliğini inceleyen çalışmalar farklı sonuçlara ulaşmıştır. Gastroknemius ve soleus kaslarına tek seanslık ve toplamda 45 sn'lik SG'nin uygulandığı bir çalışmada, dinamik denge üzerine olan etkisi izokinetik denge sisteminin çift ayak denge testi ile incelemiş ve dinamik dengenin geliştiği gösterilmiştir [150]. Kuadriseps, hamstring ve plantar fleksör kaslarına aynı süreyi

uygulayan Costa ve ark., Biodex denge sistemi ile dinamik dengeyi değerlendirdikleri çalışmalarında dengenin değişmediğini, ancak 15 sn'lik uygulanan SG'nin postüral stabiliteyi geliştirerek dinamik denge üzerine olumlu etkisi olduğunu bildirmiştir. Çalışmada, tekrarlanan ve süresi uzun olan pasif germeler sonucunda, kas iğciğinin duyarlılığının azalmasından kaynaklı olarak refleks aktivasyonun azalabileceği, bu nedenle 45 sn'lik SG'nin dinamik dengeyi değiştirmediği belirtilmiştir. Ayrıca çalışmalarındaki sonuçları sadece kadın bireylerin dahil edilmesine bağlamışlar, farklı ölçüm cihazlarının da sonuçları etkileyebileceğini bildirmişlerdir [151]. Statik denge değerlendirmesinde Flamingo denge, dinamik denge değerlendirmesinde Y denge testinin kullanıldığı çalışmamızda ise, 30 sn ile uygulanan SG'nin her iki dengeyi geliştirmesine rağmen, statik dengedeki gelişimin istatistiksel olarak anlamlılık oluşturmadiğı görüldü.

alışmalar performans ve germe süresi arasında ilişki olduğunu belirtmektedir [23,152]. Brandenburg [152] uzun germe sürelerinin performansta büyük düşüşler oluşturduğunu, kısa germe sürelerinin ise performansta daha küçük düşüşler oluşturduğunu açıklamıştır. Ogura ve ark. ise [23], 60 sn'lik SG uygulamasının maksimum istemli kontraksiyonda azalma meydana getirdiğini bildirmiştir. Ancak 30 sn'lik SG'de bu etkinin olmadiğını göstermiştir. Çalışmalarda kullanılan farklı germe süreleri farklı sonuçların ortaya çıkmasında rol oynamış olabilir. Germe süresi günümüzde hala tartışılmakta olan bir konu olmasına rağmen, çalışmalar uzun süreli pasif germe uygulamalarının kas iğciği reseptör duyarlılığını düşürerek refleks aktivasyonu azaltabileceğini göstermektedir. Ayrıca kas-tendon ünitesindeki gevşeme etkisiyle GTO'nun tespit hızının azalmasına yol açarak postüral salınımların artmasına neden olabilmektedir.

PNF'in hamstring kas grubuna uygulanarak statik [153] ve dinamik denge [154] üzerine akut etkinliğini inceleyen birer çalışma bulunmasına rağmen, uzun dönem egzersiz programı sonrasında etkinliğini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kuadriseps, hamstrings, tibialis anterior ve plantar fleksör kaslarına toplamda 30 sn'lik germe süresi ile uygulanan PNF Kas Gevşe'nin statik dengeyi geliştirdiği bildirilmiştir [153]. PNF'in dinamik denge üzerine olan akut etkisini inceleyen çalışmada ise hamstring kas grubuna toplamda 20 sn ile uygulanan PNF Kas Gevşe'nin dinamik dengeyi geliştirdiği belirtilmiştir [154]. Çalışmalar stabilitedeki iyileşmeleri, PNF tekniğinin kasta ısınma etkisi oluşturarak sinir uyarı hızını arttırmasına ve nörolojik fasilasyon etkisine bağlamışlardır. Çalışmamız ise benzer olarak PNF KGAK egzersizlerinin hem akut hem de uzun dönemde statik dengeyi geliştirdiğini saptandı. Dinamik denge değerlerinde ise sadece uzun dönemde anlamlı gelişmeler kaydedildi. Akut dönemde ise iyileşmeler yanında klinik olarak orta düzeyde etki büyüklüğü olduğu görüldü. İstatistiksel anlamlılığın örneklem büyüklüğünden etkilendiği bilinmektedir, çalışmamızda birey sayısı güç analizi ile belirlense de istatistiksel olarak anlamlılığın olmaması örneklem büyüklüğünden kaynaklı olabilir.

Literatürde 30 sn ile uygulanan SG'nin kronik etkinliğini inceleyen tek çalışmada, plantar fleksör, hamstring, kuadriseps, kalça adduktör, kalça fleksör ve ekstansörlerine uygulanan SG'nin sağlıklı rekreasyonel futbol sporcularında dinamik dengeyi geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır [155]. Bu sonuçları, propriyosepsiyonun gelişmesine ve kastaki refleks aktivitelerin artışına bağlamışlardır. Literatürde germe içermeyen PNF egzersizlerinin uzun dönemde ve kronik bel ağrısında dengeyi geliştirdiği sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur [156,157]. Çalışmamız sonuçlarında ise SG ve PNF KGAK egzersizlerinin uzun dönemde statik ve dinamik dengeyi

geliştirdiği görülmektedir. Çalışmamızda, esneklik artışının kas içiği duyarlılığını geliştirerek dengenin gelişimine etki ettiğini, ayrıca propriyosepsiyonda mutlak hatanın azalmasına bağlı olarak postüral stabilitenin artarak dengenin iyileşmesine katkı sağladığını düşünmekteyiz.

Literatürde SG ile PNF egzersizlerinin akut etkisini karşılaştıran birkaç çalışma bulunmaktadır [32,158]. Kuadriseps, hamstring ve plantar fleksörlere uygulanan PNF Kas Gevşe (Toplam 72 sn germe süresi) ile SG'nin (Toplam 90 sn germe süresi) akut etkisini karşılaştırılan çalışmada, tekniklerin benzer şekilde dinamik dengeyi geliştirdiği belirtilmiştir [158]. Lim ve ark. ise hamstring kısalığı olan bireylerde hamstring kasına uyguladıkları PNF Kas Gevşe (6 sn germe içeren) ile 30 sn'lik SG'nin akut etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında her iki tekniğin de statik denge üzerinde değişiklik yaratmadığı ve gruplar arasında bir farklılık olmadığı bildirmiştir. Yazarlar çalışma sonuçlarını hamstring kısalığı olan bireylerde germe süresi ve sıklığının yetersiz olmasına bağlamışlardır [32]. Çalışmamızda farklı teknik ve süre ile PNF egzersizleri uygulanmış olsa da gruplar arası karşılaştırmalarda anlamlılık olmadığı görülmektedir. Grup içi karşılaştırma sonuçlarımızda ise PNF KGAK'ın akut dönemde statik dengeyi geliştirdiği saptandı. Hamstring kas kısalığı olmayan bireylerde yapılan bir çalışma, SG sonrasında kas-tendon ünitesinin gevşemesine bağlı olarak GTO'nun tespit hızı ve kas içiğindeki uyarımların azalması ile postüral salınımların arttığını belirtmiştir [44]. Germe egzersizlerinin uygulanan kas gruplarının özelliklerine bağlı olarak etki edebileceği düşünülebilir. Çalışmamız hamstring kısalığı olan bireylerde PNF KGAK egzersizlerinin propriyoseptörlerin aktivasyonunu sağlayarak statik dengenin gelişmesine katkı sağladığını düşünmekteyiz.

SG ile PNF Kas Gevşetme tekniğinin uzun dönem (Toplam 24 seans) etkinliğini karşılaştıran tek bir çalışma bulunmaktadır. Kaya ve ark. SG ile PNF Kas Gevşetme'yi hamstring ve triceps surae kaslarına uyguladıkları çalışmalarının sonucunda her iki grupta statik dengenin geliştiği bildirilse de, yalnızca SG grubunda istatistiksel anlamlılığa ulaşılmıştır [45]. PNF grubunda anlamlılık görülmemesini bu gruptaki bireylerin kas kuvvet zayıflıklarına bağlanmış ve sonuçları etkileyebileceği belirtilmiştir. Çalışmamızda ise, katılan bireylerin ön testlerine ait verilerde benzer kas kuvvet değerlerine ilaveten esneklik, propriyosepsiyon ve sıçrama performans sonuçlarının da benzer olduğu görülmektedir. Sonuçlarımız kas kuvvet zayıflıklarından veya farklı fiziksel uygunluk parametrelerinden etkilenmeksizin, her iki germe tekniğinin statik ve dinamik denge üzerine olan uzun dönem etkisinin benzer olduğunu gösterdi. İlaveten çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı olarak her iki gruba uygulanan germe süresinin eşit olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmamızın grup içi sonuçlarında ise her iki tekniğin hem statik hem dinamik dengeyi istatistiksel olarak geliştirdiği görüldü. Egzersizlere 6 hafta ara verildiğinde ise özellikle PNF KGAK grubunda kazanılan statik dengenin azaldığı, her iki grupta ise dinamik denge değerlerinin düştüğü sonucuna ulaşıldı. Bu çalışma, SG ve PNF KGAK'ın denge üzerine uzun dönem etkinliğini inceleyerek karşılaştıran ilk çalışmadır. Çalışmamızda kullanılan PNF KGAK tekniği hem kuadriseps hem de hamstring kaslarına ko-kontraksiyonlar içermektedir. Sonuçlarımızda ko-kontraksiyonlar içeren PNF KGAK egzersizlerinin, postüral kontrol üzerine olumlu etkiler gösterdiği ve dengenin gelişmesinde de etkili olduğu görülmektedir [13].

5.4 Anaerobik Performans

Anaerobik performans, maksimal aktivite seviyesinde ve iskelet kaslarındaki oksijen yokluğu durumunda anaerobik enerji sistemlerinin kullanılmasıyla oluşan iş

kapasitesidir. Ağırlık kaldırma ve fırlatma aktiviteleri, kısa süreli koşular, spor aktivitelerindeki hızlı çıkışlar ve yön değişiklikleri patlayıcı gücün önem taşıdığı aktivitelerdir. Bu nedenle futbol, basketbol ve voleybol başta olmak üzere birçok spor dalında önem taşımaktadır [159]. Alt ekstremitede anaerobik gücün göstergesi olan dikey sıçrama performans testleri altın standart ölçümlerdir [160]. Alt ekstremitenin anaerobik güç değerlendirmesinde dikey sıçrama testi, *squat jump*, kollar salınımında dikey sıçrama ve durarak çift adım sıçrama testi sahalar yanında kliniklerde de sıklıkla kullanılmaktadır [129,161].

SG'nin sıçrama performansına olan etkisini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. SG'nin patlayıcı kuvvete olan etkisinin germe süresi ile ilişkili olduğu belirtilmektedir [162]. SG'nin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkisini inceleyen, 90 sn ve üzerindeki germe süresini kullanan tüm çalışmalar aynı sonuca ulaşarak dikey sıçrama performansının düştüğünü bildirmiştir [163-165]. Buna karşın, alt ekstremit kaslarına uygulanan kısa süreli SG'nin dikey sıçrama performansını geliştirdiği gözlemlenmiştir [166]. Bununla birlikte kısa sürelerin SG'nin sıçrama performansı üzerine akut etkisi olmadığını gösteren araştırmalar da bulunmaktadır [42,163,167,168].

Farklı germe sürelerin akut etkisini karşılaştıran bir çalışmada, gastroknemius, kuadriseps, hamstring, kalça adduktör ve rotator kaslarına uygulanan farklı kısa sürelerdeki SG'lerin (10 sn, 15 sn, 30 sn ve 45 sn'lik) dikey sıçrama performansına benzer etkiler gösterdiği belirtilmiştir. Ancak bu çalışmada ön test uygulanmaksızın sadece germe sonrasındaki etkiler karşılaştırıldığından dolayı, 30 sn'lik SG'nin patlayıcı kuvveti geliştirip geliştirmediği üzerine yorum yapılamamıştır [169]. Blazeovich ve ark.'nın derlemesinde ise 30 sn ve üzerinde uygulanan SG'nin patlayıcı gücü olumsuz etkileyebileceği, bu nedenle antrenmanlar öncesinde bu sürelerin tercih

edilmediği ve bu süre altındaki germe egzersizlerinin patlayıcı kuvveti etkilemediği belirtilmiştir [170]. Literatürde 30 sn'lik germenin akut etkinliğini ön testler ile inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca durarak çift adım sıçrama performansı üzerine de herhangi bir çalışma yer almamaktadır. Hamstring kasına 30 sn süre ile uyguladığımız SG'nin akut etki olarak dikey ve durarak çift adım sıçrama sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlılık oluşturmadığı görülürken, durarak çift adım sıçrama sonuçlarında az da olsa gelişmeler olduğu saptandı. Çalışmamız sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

Kuvvet üretimindeki azalmalar birkaç faktöre bağlanmaktadır: (1) Germe egzersizleri sonrası miyoelektrik güçlenme gibi kısıtlanmış nöral mekanizmaların sonucunda motor üniteleri harekete geçirme yeteneğinin azalmış olması (2) GTO veya düşük eşikteki ağrı reseptörleri gibi kas propriyoseptörlerindeki akut yanıtın inhibe edilmiş olması [166]. (3) Ayrıca kaslara uygulanan SG'nin nöromüsküler ve mekanik özelliklerde değişikliklere ve nöromüsküler koordinasyon kapasitesinin azalmasına neden olan yüksek germe hacmine de bağlı olabileceği düşünülmektedir [163].

Çalışmalara göre akut germe sonrasında kasın kontraktıl bileşeninde kuvvet üretimini kısıtlayan kas-tendon sertliğinin azalabileceği ve bu nedenle kısa süreli SG'nin dikey sıçramayı geliştirebileceği belirtilmektedir [166]. Benzer şekilde esneklik egzersizlerinin yoğunluk ve hacmine bağlı olarak dikey sıçrama performansının değişebileceği, yüksek yoğunluk ve hacim ile uygulanan SG'nin dikey sıçramayı düşürebileceği, düşük yoğunluk ve hacmin ise önemli akut etkilere neden olmadığı bildirilmektedir [163]. Yoğunluk ve hacim düzeyine göre germe egzersizlerinin dikey sıçrama üzerine olan etkilerini inceleyebilmek ve etki edebilecek fiziksel faktörleri belirleyebilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir. Çalışmada uygulanan SG süresinin (2 x 15 sn), kısa olan

hamstringlerde GTO'yu uyarıp otojenik inhibisyon oluşturmadağını ve patlayıcı kuvvet performansını düşürmediğini düşünmekteyiz. Ayrıca uygulanan SG'nin yavaş uygulanmasından dolayı kas içiğinin de ateşlenmediğini ve refleks kasılma açığa çıkmadığını düşünüyoruz. Sonuç itibarı ile uygulama süresinin kısıtlı olmasının propriyoreseptörlerde yeterli aktivasyon sağlamayıp refleks mekanizmaların açığa çıkmasını engellemiş olabilir.

Literatürde germe egzersizlerinin akut etkileri üzerine sayısız çalışma olmasına rağmen bu egzersizlerin uzun dönem etkilerini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Oysa egzersiz veya sportif aktiviteler öncesinde mutlaka ısınma sonrası ve soğuma sonrası yer verilen farklı germe tekniklerinin uzun süreçte muskulotendinöz yapıyı nasıl etkilediğı ve bu etkinin biyomotor özelliklere nasıl yansıdığı sportif başarı açısından çok önemlidir. SG'nin uzun dönemde patlayıcı kuvvet üzerine etkisini araştıran bir kaç çalışma [171,172] 45 sn'lik SG'nin sıçrama performansını geliştirdiğini [171], 120 sn [43] ve 180 sn'lik [172] SG'nin ise etki etmediğini bildirmektedir. Literatürde 30 sn'lik SG'nin sıçrama performansına etkisinin ilk olarak araştırıldığı çalışmamızda ise, dikey ve durarak çift adım sıçrama mesafesini arttırdığı tespit edildi. İlerde benzer protokolle yapılacak randomize kontrollü çalışmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamız sonuçlarında kısa dönem germe uygulamalarında sıçrama performansında artış olmaması ve uzun dönemde dikey ve durarak çift adım sıçramanın gelişmesi; (1) Kasın uzunluğunun aratarak normal boyuna ulaşılması sonucunda kasın kasılma hızının ve kuvvetinin artması, (2) miyoblast proliferasyonu sonucu oluşan kas hipertrofisi ve (3) sarkomer sayısında oluşan artışlar ile meydana gelmiş olabilir. Germe egzersizlerinin güç üzerine olan etkisinin kas hipertrofisi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kokkenen ve ark. çalışmasında oluşan germe

sonrasındaki gelişimleri miyoblast proliferasyonuna bağlamış ve uzun dönem uygulanan germe egzersizlerinin miyoblast aktivasyonunu arttırdığını belirtmiştir [171]. Patlayıcı kuvvetteki bu artışlar kas uzunluğundaki artışla da meydana gelmiş olabilir. Kas uzunluğundaki gelişmeler, kasılma hızında artışlara ve kasılma sırasında üretilen kuvvette iyileşmelere yol açabilmektedir. Ayrıca esneklik kolay kaybedilen bir yetenek olduğundan kas-tendon ünitesinde oluşan uzamayı kalıcı olarak sağlayabilmek için germe egzersizlerinin uzun dönem uygulanması gerektiği bildirilmektedir [173]. Çalışmamızda tek seansa göre uzun dönemdeki gelişimi daha fazla olan esneklik gelişimi, akut dönemde patlayıcı kuvvet üzerine etki oluşturmazken uzun dönemde patlayıcı kuvvet gelişimine katkı sağlamış olabilir. Ayrıca uzun dönem sonuçlarımızda kas kuvvetinin artmasına bağlı olarak da patlayıcı kuvvetin gelişmiş olduğu düşünülebilir. Çalışmamız takip dönemi sonrasında, özellikle PNF KGAK grubunda yatay sıçrama performansının azaldığını ve germe egzersizlerine 6 hafta ara verildiğinde patlayıcı kuvvette kayıpların meydana geldiğini göstermektedir.

PNF germe uygulamalarının performans üzerine olan etkisini inceleyen çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, akut etkiyi inceleyen çalışmalarda 45 sn [174] ve 60 sn uygulanan [175] PNF germe egzersizlerinin dikey sıçrama ve *drop jump* performansına etki etmediği gösterilirken, 100 sn'lik uygulamaların *squat jump* ve dikey sıçrama performansını azalttığı bildirilmiştir [176]. Çalışmamızda ise PNF'in dikey sıçrama performansına etki etmediği ancak durarak çift adım sıçrama performansını çok az geliştirerek istatistiksel anlamlılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Çalışmalar PNF Kas Gevşe'nin akut dönemde dikey sıçramaya etki etmemesini, PNF Kas Gevşe'nin refleks kontraktıl aktiviteye katkı sağlamamasına bağlamıştır. PNF germenin, SG'ye benzer etkilerle muskulotendinöz yapıdaki sertliği azalttığını, ilaveten PNF'in hedef kastaki kontraksiyon sonucunda oluşan

fasilitasyondan ötürü azalmış kas sertliğinin kuvvet üretme kapasitesini azaltabileceğini göstermektedir [174,175]. Benzer sonuca varılan çalışmamızda uygulanan PNF KGAK tekniği, Kas Gevşe tekniğine ek olarak ‘antagonist kas’ içermektedir. Antagonist kontraksiyon ile hedef kasta oluşan respirokale inhibisyonun kasın kontraktile elemanlarına olan etkisinin de yetersiz olduğu ve kuvvet üretme kapasitesine katkı sağlamadığı görülmektedir. İlâveten PNF KGAK’ın akut dönemde kas kuvveti üzerine olan etkisine bakıldığında uyumlu sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Kuvvetin oldukça az düzeyde arttığı ancak istatistiksel olarak anlamlılık oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak PNF KGAK tekniğinin kuvveti azaltmadığı bu nedenle sıçrama performansında olumsuz bir etkiye neden olmayacağı söylenebilir.

Ek olarak PNF germenin uzun dönemde dikey ve durarak çift adım sıçrama performansı üzerine olan etkinliğini inceleyen bir çalışma, patlayıcı gücün geliştiğini belirtmiştir. Ancak bu çalışmada PNF uygulamasının süresi ve volümü hakkında bir bilgiye ulaşılammamaktadır [177]. Çalışmamızda ise PNF KGAK’ın uzun dönemde sıçrama performansına olumlu etkileri olmasına rağmen istatistiksel anlamlılık oluşturmamıştır. Literatürde PNF KGAK’ın patlayıcı kuvvete olan etkisi daha önce araştırılmamıştır. İleriki çalışmalarda 8 hafta ve üzerindeki uygulamaların etkinliği nörofizyolojik mekanizmalarla birlikte incelenmelidir.

SG ve PNF germe tekniklerinin karşılaştırıldığı çalışmalar ise hem akut dönemde [42] hem de uzun dönemde [43] her iki egzersiz yönteminin patlayıcı kuvvet üzerine benzer etkiler gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmamızda ise SG ve PNF KGAK’ın uzun dönemde dikey sıçrama ve durarak çift adım sıçrama performansı üzerine olumlu etkileri olduğu, bu gelişmelerin istatistiksel farklılıklara yansımadağı ve germe tekniklerinin üstünlüklerinin bulunmadığı gösterilmiştir. Birçok

araştımacının belirttiği gibi kas uzunluğunun artması ile kasılma kuvvetinin artması, miyoblast profilerasyonu ve sarkomer artışı uzun dönem uygulanan germe egzersizleri ile patlayıcı kuvvet artışını açıklamaktadır. Bu çalışmada da 8 haftalık eğitim sürecinde gelişen hem kuadriseps hem de hamstring kas kuvvetinin patlayıcı kuvveti geliştirdiğini düşünmekteyiz. Ayrıca özellikle PNF KGAK egzersizlerine 6 hafta ara verilmesi durumunda yatay sıçrama performansının azaldığı görölmüştür. 6 haftalık takip sürecinde kassal kuvvet düşüşüne paralel olarak patlayıcı kuvvetin düştüğü kanaatindeyiz.

5.5 Kassal Kuvvet

Germe egzersizlerinin kuvvet üzerine etkisi literatürde tartışılan ve netliğe ulaşılamayan konulardandır. Özellikle SG'nin kuvvet üzerine olan olumsuz etkilerinin nedeni tam olarak anlaşılamamaktadır. Birçok çalışma çeşitli kas gruplarına uygulanan SG'nin kas kuvvetini düşürdüğünü belirtmiştir [178-183]. Mekanik ve nöral etkiler ile performansın azalabileceği söylenmektedir. Germe egzersizleri sonucunda kas ve tendon liflerinin boyunun uzaması ile daha esnek bir yapı ile karşılaşılmaktadır. Böylece germe egzersizleri ardından kuvvetin düşmesi, kasın kasılmak üzere optimal sarkomer boyuna ulaşamamasına bağlanmaktadır [171]. Germanin süresi arttıkça kasın direncinde azalma gerçekleşmektedir. Bu azalmayla viskoelastik elemanlarda stres gevşeme meydana gelmesi, ilk germe seansı sonrası kuvvetin azalmasını açıklamaktadır [184]. Ayrıca, germe uygulandıktan 15 dk içerisinde kuvvette meydana gelen azalma kas tendon ünitesindeki deformasyondan da kaynaklanabilir [181]. Alt ekstremitte kaslarına uygulanan ve SG'nin kuvvet üzerine olan akut etkisini inceleyen çalışmalar 90 sn üzerindeki SG'nin kas kuvvetini düşürdüğünü belirtmiştir [182,183,185]. Literatürde 30 sn'lik SG'nin akut etkisini araştıran çalışma ise germanin kas kuvvetine etki etmediğini bildirmiştir [186]. Benzer süreyi kullandığımız

çalışmamızda ise istatistiksel olarak sadece hamstring kasında olsa da her iki kas grubunda da kassal kuvvetin geliştiği görüldü. Gruplar arası sonuçlarda ise her iki grubun benzer olarak kas kuvvetine etki ettiği görülmektedir.

Guisard ve ark. 30 sn'lik SG uygulamaları sırasında Hoffmann refleksi ile değerlendirdikleri nöromusküler aktivite düzeyinin azaldığını ancak germe sonrası düzeldiğini belirtmişlerdir [187]. Farklı bir çalışmada ise SG uygulamasından 30 sn sonra kas-tendon ünitesindeki viskoelastik elemanlardaki stres gevşemedeki azalmanın geri kazanıldığı belirtilmiştir [188]. SG uygulaması yapılan başka bir çalışmada kuvvet ölçümleri, germe egzersizlerinden yaklaşık 30 sn sonra gerçekleştirilmiştir. Kuvvet değerinde düşüşlerin olmamasını bekleme süresine bağlanmıştır [186]. Çalışmamızda ise SG uygulaması sonrasında, kas kuvvet ölçümleri sonucunda oluşabilecek yorgunluğun önlenmesi ve diğer test sonuçlarını etkilememesi amacıyla ölçümlerde ilk olarak yorgunluk oluşturmeyen testler gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla esneklik, denge, propriyosepsiyon, kas kuvveti ve sıçrama performans ölçümleri uygulanmıştır. Çalışmamızda kas kuvvet ölçümleri yaklaşık 15 dk sonra uygulandığından, kas-tendon ünitesindeki nöromusküler aktivite düzeyinde ve viskoelastik özelliklerdeki azalmanın devam etmediğini söyleyebiliriz.

SG'nin uzun dönemde kuvvete olan etkisini araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır [171,189,190]. 90 sn'lik SG'nin (4 hafta boyunca, haftada 5 gün) uygulandığı çalışmada kas kuvvetinin düştüğü belirtilmiştir [190]. 45 sn germe süresi ile uygulanan (10 hafta boyunca, haftada 3 gün) SG'nin kas kuvvetini geliştirdiği [171], 30 sn ile (4 hafta boyunca 3 gün) uygulanan SG'nin ise kas kuvvetini çok az arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır [189]. Çalışmamızda ise kuadriseps ve hamstring kas kuvvetinin her iki grupta da geliştiği görülmüştür. Kas kuvvetinin artışı, kas

uzunluğunun artışı ve dolayısıyla kasılma hızı ile birlikte üretilen maksimum kuvvetin artmasına bağlı olabilir.

PNF germe egzersizlerinin akut etkisini inceleyen çalışmalara göre, 75 sn germe süresi ile uygulanan PNF Kas Gevşe germe egzersizleri kas kuvvetini azaltmaktadır [191]. SG ve PNF germe tekniklerinin akut etkisini karşılaştıran bir çalışmada, SG ile PNF Kas Gevşe germe'nin 60 sn'lik germe süresinin maksimum istemli kontraksiyon ve kas aktivasyonu üzerine etkisi olmadığı ve tekniklerin akut etkisinin benzer olduğu bildirilmiştir [40]. Akut etkiyi inceleyen Miyahara ve ark. ise hamstring kasına uygulanan 45 sn'lik SG ve 50 sn'lik PNF KGAK germe tekniğini karşılaştırmış ve her iki tekniğin maksimum istemli kontraksiyonu benzer olarak düşürdüğü sonucuna ulaşmıştır [41]. Çalışmamızda benzer PNF germe tekniği uygulansa da, kuadriseps ve hamstring kas kuvvetinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Kuvvetteki gelişmeler birkaç nedene bağlı olabilir: (1) Akut etkiyi inceleyen birçok çalışmada belirtildiği gibi kullanılan germe süresi oldukça önemli bir faktördür ve uzun germe süreleri sonucunda motor ünitelerin aktivasyonu azaltmaktadır [182,183,185]. Çalışmamızda kullanılan kısa germe süresinden ötürü kuvvet gelişimi ortaya çıkmış olabilir. (2) Çalışmamız hamstring kısalığı olan bireylere uygulanmıştır. (3) Akut germenin hemen sonrasında kas kuvvet testlerinin uygulanmaması, kas-tendon ünitesinde oluşabilecek deformasyonların kuvvet performansına yansımaya engel olmuş ve testler uygulanana kadar geçen sürede viskoelastik yapılardaki stres gevşeme etkisi kaybolmuş olabilir.

Literatürde SG ile PNF germe tekniklerinin kas kuvvetine olan uzun dönem etkisinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya ulaşamamıştır. Uzun dönem etkinin karşılaştırıldığı çalışmamızda, tekniklerin kuadriseps ve hamstring kas kuvvetini geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Literatürde sonuçlarımızı tartışacak herhangi bir

Çalışma olmamasına rağmen, germe tekniklerinin etkileri göze alındığında uzun dönem uygulanan bu egzersizlerin miyoblast proliferasyonuna ve sarkomer sayısının artmasına neden olduğunu ayrıca ağa çıkan esneklik gelişiminin de kasların optimum pozisyonda kasılmasına katkı sağlayarak kas kuvvetini geliştirdiğini düşünüyoruz. Bununla birlikte bu sonuçların doğrulanabilmesi için nörofizyolojik çalışmalar gereklidir.

5.6 Limitasyonlar

Çalışmamızda 8 hafta germe egzersizleri uygulaması sonrasında 6 haftalık takip dönemi verilmiştir. Takip süresinin daha fazla verilerek etkinliğin incelenmesi gerekmektedir.

Bölüm 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hamstring kısalığı olan bireylerde PNF KGAK ve SG egzersizlerinin esneklik, PD ve performans üzerine olan etkinliğini karşılaştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmış ve bazı öneriler yapılmıştır:

1. Akut ve 8 hafta süreyle uygulanan PNF KGAK ve SG egzersizlerinin diz ekstansiyon açısı, propriyosepsiyon, denge ve sıçrama performansı üzerindeki etkileri benzerdir.
2. Primer amaç doğrultusunda değerlendirilen diz ekstansiyon açısının her iki egzersiz grubunda belirgin olarak geliştiği görüldü. Her iki germe egzersiz yönteminin esnekliği geliştirmek için kliniklerde kullanılması önerilebilir. Çalışmamız özellikle uzun dönem uygulanan SG ve PNF KGAK germe egzersizlerinin esneklik gelişiminde önemli katkılar sağladığını gösterdi.
3. Diğer bir primer amaç olarak değerlendirilen propriyosepsiyonun her iki parametresinin; pozisyon hissi ve hareket hissinin istatistiksel olarak herhangi bir farklılığa ulaşmadığı sonucuna varıldı. Gelecek çalışmalarda özellikle diyagonal paternlerde PNF tekniklerinin kullanılabileceği, rotasyonel hareketliliği fazla olan eklemlerde PNF KGAK'ın propriyosepsiyona olan etkisinin incelenmesi tavsiye edilebilir.
4. Tek seanslık PNF KGAK germe egzersizleri sonrasında statik dengenin geliştiği, uzun dönem sonunda ise hem PNF KGAK hem de SG'nin statik dengeyi geliştirdiği sonucuna varıldı. Kısa vadeli hedeflerde statik dengenin geliştirilmesi

amacıyla PNF KGAK egzersizleri tercih edilebilirken, uzun dönemde her iki tekniğin de kullanımının uygun olacağı görülmektedir.

5. SG tek seanslık uygulamalarda dinamik dengeyi geliştirebilirken, uzun dönem uygulamalarda SG ve PNF KGAK germe tekniğinin etkileri benzer şekildedir. Dinamik dengeyi geliştirmek için akut dönemde SG'nin uygulanması etkiliyken, uzun dönemde her iki tekniğin kullanımı da tercih edilebilir.
6. Uzun dönem SG uygulamaları patlayıcı kuvvet performansını ve kuadriseps kas kuvvetini geliştirmektedir. Ayrıca hem akut hem uzun dönemde hamstring kas kuvvetini arttırmaktadır. Bu nedenle hamstring kas grubunun kuvvetini geliştirmek amacıyla, hem tek seanslık hem de 8 haftalık egzersiz programlarında hamstring kasına 30 sn'lik SG egzersizleri uygulanabilir. 8 haftalık programlarda uygulanacak SG egzersizleri, patlayıcı kuvvet ve kuadriseps kuvveti üzerine de olumlu etkiler gösterebilir.
7. Germe egzersizlerinde fizyolojik geri dönüşüm önemli bir konudur. Kalıcı etki için germe egzersizlerinin sürekli uygulanması gerekmektedir. Egzersizlere 6 hafta ara verilmesi sonucunda esneklikte negatif etkilerin oluştuğu görüldü. Ayrıca özellikle PNF KGAK germe egzersizleriyle kazanılan statik dengenin egzersizlere ara verilmesi ile azaldığı görülürken, her iki egzersiz yönteminin dinamik denge üzerine olan olumlu etkilerinin de azalabileceği sonucuna ulaşıldı. PNF KGAK egzersizlerinin 6 hafta uygulanmaması özellikle yatay sıçrama performansında azalmalar ile sonuçlandı. Takip döneminde elde edilen sonuçlarla, egzersizlere 6 haftalık ara verilmesinin fiziksel performansı olumsuz etkilediği ve germe egzersizlerinin fiziksel performans üzerine olumlu etkilerinin devamlılığı için sürekliliğin önemli olduğu sonucuna varıldı.

8. Klinik açıdan hem akut hem de uzun dönemde esnekliğin geliştirilmesinde SG ve PNF KGAK tekniklerinin etkili olduğu, ayrıca SG'nin özellikle uzun dönemde kassal kuvvet ve sıçrama performansı üzerine gelişmeler sağladığı görülmektedir. Çalışmamız hamstring kısalığı olan sağlıklı erkek bireylerde uygulandığından, sonuçlarımız hamstring kas kısalığı olmayanlara, hamstring kısalığı olan kadınlara ve kas-iskelet yaralanmaları olan kişilere genellenemez. Ancak bu konuda gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutabilir. Sporcu sağlığında atletik performansı geliştirmek için 30 sn süre ile SG egzersizleri hem akut hem de uzun dönemde uygulanabilir.
9. Çalışmamızda hem pozisyon hissi hem de hareket hissi ölçümlerinde tek bir hedef açı belirlenerek (pozisyon hissi 45° ve hareket hissi 10°) değerlendirilmeler gerçekleştirilmiştir. Gelecek çalışmalarda farklı hedef pozisyonlar belirlenerek germe egzersizlerinin etkileri araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Bouët, V., & Gahéry, Y. (2000), Muscular Exercise Improves Knee Position Sense In Humans, *Neuroscience Letters*, 289(2), 143-6.
- [2] Riemann, B.L., & Lephart, S.M. (2002), The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability, *Journal Of Athletic Training*, 37(1), 71.
- [3] Röijezon, U., Clark, N.C., & Treleaven, J. (2015), Proprioception in Musculoskeletal Rehabilitation. Part 1: Basic Science and Principles of Assessment and Clinical Interventions, *Manual Therapy*, 20(3), 368-77.
- [4] Duzgun, I., Kanbur, N.O., Baltaci, G., & Aydin, T. (2011), Effect of Tanner Stage on Proprioception Accuracy, *The Journal of Foot And Ankle Surgery*, 50(1), 11-5.
- [5] Kirmizigil, B., Ozcaldiran, B., & Colakoglu, M. (2014), Effects of Three Different Stretching Techniques on Vertical Jumping Performance, *The Journal of Strength And Conditioning Research*, 28(5), 1263-71.
- [6] Macefield, V.G. (2005), Physiological Characteristics of Low-Threshold Mechanoreceptors in Joints, *Muscle and Skin in Human Subjects. Clinical and Experimental Pharmacology And Physiology*, 32(1-2), 135-44.

- [7] Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2010), Effect of Physical Exercise and Age on Knee Joint Position Sense, *Archives Of Gerontology And Geriatrics*, 51(1), 64-7.

- [8] Cho, S-H., Bae, C-H., & Gak, H-B. (2013), Effects of Closed Kinetic Chain Exercises on Proprioception and Functional Scores of The Knee After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *Journal of Physical Therapy Science*. 25(10), 1239-41.

- [9] Kalirathinam, D., Hashim, H.A., & Ismail M.S.B. (2018), A12-Weeks Multimodal Exercise Training on Ankle Joint Position Sense in Lateral Ankle Ligament Injury of Athletes, *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 11(9), 4074-83.

- [10] Salgado, E., Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2015), Joint-Position Sense Is Altered By Football Pre-Participation Warm-Up Exercise and Match Induced Fatigue, *The Knee*, 22(3), 243-8.

- [11] Walsh, G.S. (2017), Effect Of Static and Dynamic Muscle Stretching As Part Of Warm Up Procedures on Knee Joint Proprioception and Strength, *Human Movement Science*, 55, 189-95.

- [12] Harvey, L., Herbert, R., & Crosbie, J. (2002), Does Stretching Induce Lasting Increases In Joint ROM? A Systematic Review, *Physiotherapy Research International*, 7(1), 1-13.

- [13] Ryan, E.E., Rossi, M.D., & Lopez, R. (2010), The Effects Of The Contract-Relax-Antagonist-Contract Form Of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching On Postural Stability, *The Journal of Strength And Conditioning Research*, 24(7), 1888-94.

- [14] Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S., & Mohammadi, F. (2007), Effect Of Static Stretching Of Muscles Surrounding The Knee On Knee Joint Position Sense, *British Journal Of Sports Medicine*, 41(10), 684-7.

- [15] Streepey, J.W., Mock, M.J., Riskowski, J.L., VanWye, W.R., Vitvitskiy, B.M., & Mikesky, A.E. (2010), Effects Of Quadriceps And Hamstrings Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching On Knee Movement Sensation, *The Journal of Strength And Conditioning Research*, 24(4), 1037-42.

- [16] Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Røgind, H., Danneskiold-Samsøe, B., & Bliddal, H. (2005), Effect Of Static Stretching Of Quadriceps And Hamstring Muscles On Knee Joint Position Sense, *British Journal Of Sports Medicine*, 39(1), 43-6.

- [17] Byrne, C., & Eston, R. (2002), The Effect Of Exercise-Induced Muscle Damage On Isometric And Dynamic Knee Extensor Strength And Vertical Jump Performance, *Journal Of Sports Sciences*, 20(5), 417-25.

- [18] Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., & Reid W.D. (2009), The Effects Of Eccentric Versus Concentric Resistance

Training On Muscle Strength And Mass In Healthy Adults: A Systematic Review With Meta-Analysis, *British Journal Of Sports Medicine*, 43(8), 556-68.

- [19] Anderson, MA., Gieck, JH., Perrin, D., Weltman, A., Rutt, R., & Denegar, C. (1991), The Relationships Among Isometric, Isotonic, And Isokinetic Concentric And Eccentric Quadriceps And Hamstring Force And Three Components Of Athletic Performance, *Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 14(3), 114-20.

- [20] Arumugam, A., Milosavljevic, S., Woodley, S., & Sole, G. (2015), Effects Of External Pelvic Compression On Isokinetic Strength Of The Thigh Muscles In Sportsmen With And Without Hamstring Injuries, *Journal Of Science And Medicine In Sport*, 18(3), 283-8.

- [21] Oxfeldt, M., Overgaard, K., Hvid, LG., & Dalgas, U. (2019), Effects Of Plyometric Training On Jumping, Sprint Performance, And Lower Body Muscle Strength In Healthy Adults: A Systematic Review And Meta-Analyses, *Scandinavian Journal Of Medicine And Science In Sports*, 29(10), 1453-65.

- [22] Hindle, K., Whitcomb, T., Briggs, W., & Hong, J. (2012), Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its Mechanisms And Effects On Range Of Motion And Muscular Function, *Journal Of Human Kinetics*, 31, 105.

- [23] Ogura, Y., Miyahara, Y., Naito, H., Katamoto, S., & Aoki, J. (2007), Duration Of Static Stretching Influences Muscle Force Production In Hamstring Muscles, *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 21(3), 788.

- [24] Robin, K., & Raj, YL. (2019), Impact of PNF stretching on muscular flexibility in football, *International Journal of Yogic, Human Movement and Sports Sciences*, 4(1), 686-688.

- [25] Youdas, J.W., Haeflinger, K.M., Kreun, M.K., Holloway, A.M., Kramer, C.M., & Hollman, J.H. (2010), The Efficacy Of Two Modified Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Techniques In Subjects With Reduced Hamstring Muscle Length, *Physiotherapy Theory And Practice*, 26(4), 240-50.

- [26] Singh, A.K., Nagaraj, S., Palikhe, R.M., & Neupane, B. (2017), Neurodynamic Sliding Versus PNF Stretching On Hamstring Flexibility In Collegiate Students: A Comparative Study, *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 1(1), 29-33.

- [27] Nagarwal, A., Zutshi, K., Ram, C., Zafar, R., & Hamdard, J. (2010), Improvement Of Hamstring Flexibility: A Comparison Between Two PNF Stretching Techniques, *International Journal Of Sports Science And Engineering*, 4(1), 25-33.

- [28] Ramachandran, S., J.P., Senthilkumar, N., & Selvaraj, S. (2018) Tamilselvi. Comparative Effect Of Pnf Stretching Techniques On Hamstring Flexibility, *International Journal Of Medical And Exercise Science*, 4(1), 443-7.

- [29] Ün, N., Yüктаşır, B., & Ergun, N. (2002), Statik Germe Süresinin Hamstring Kas Esnekliği Üzerine Etkisi, *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 13(2), 72-6.
- [30] Ford, GS., Mazzone, MA., & Taylor, K. (2005), The Effect Of 4 Different Durations Of Static Hamstring Stretching On Passive Knee-Extension Range Of Motion, *Journal Of Sport Rehabilitation*, 14(2), 95-107.
- [31] Gama, Z., Medeiros, C., Dantas, A., & Souza, T. (2007), Influence Of The Stretching Frequency Using Proprioceptive Neuromuscular Facilitation In The Flexibility Of The Hamstring Muscles, *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13, 33-8.
- [32] Lim, K.I., Nam, H.C., & Jung, K.S. (2014), Effects On Hamstring Muscle Extensibility, Muscle Activity, And Balance Of Different Stretching Techniques, *Journal Of Physical Therapy Science*, 26(2), 209-13.
- [33] Ramanand, C.J. (2015), A Study to Compare the effect of Scapular Taping Along with Stretching and Stretching Alone in Patients with Postural Neck Pain-Randomised Control Trial, *Quadriceps Femoris Strength Training: Effect Of Neuromuscular Electrical Stimulation Vs Isometric Exercise in Osteoarthritis of Knee*, 9(3), 1.
- [34] Ahmed, H., Iqbal, A., Anwer, S., & Alghadir, A. (2015), Effect Of Modified Hold-Relax Stretching And Static Stretching On Hamstring Muscle Flexibility, *Journal Of Physical Therapy Science*, 27(2), 535-8.

- [35] Chen, C.H., Chen, T.C., Chen, H.L., Lin, M.J., Wu, C.J., & Tseng, K.W. (2009), Effects Of 8-Week Static Stretch And PNF Training On The Angle-Torque Relationship, *Journal Of Medical And Biological Engineering*, 29(4), 196-201.
- [36] Minshull, C., Eston, R., Bailey, A., Rees, D., & Gleeson, N. (2014), The Differential Effects Of PNF Versus Passive Stretch Conditioning On Neuromuscular Performance, *European Journal Of Sport Science*, 14(3), 233-41.
- [37] Chen, C.H., Nosaka, K., Chen, H.L., Lin, M.J., Tseng, K.W., & Chen, T.C. (2011), Effects Of Flexibility Training On Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage, *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 43(3), 491-500.
- [38] Wicke, J., Gainey, K., & Figueroa, M.A (2014), Comparison Of Self-Administered Proprioceptive Neuromuscular Facilitation To Static Stretching On Range Of Motion And Flexibility, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 28(1), 168-72.
- [39] Davis, D.S., Ashby, P.E., McCale, K.L., McQuain, J.A., & Wine, JM. (2005), The Effectiveness Of 3 Stretching Techniques On Hamstring Flexibility Using Consistent Stretching Parameters, *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 19(1), 27-32.
- [40] Reis, Ed.F.S., Pereira, G.B., de Sousa, N.M.F., Tibana, R.A., Silva, M.F., Araujo, M., & Prestes, J. (2013), Acute Effects Of Proprioceptive

Neuromuscular Facilitation And Static Stretching On Maximal Voluntary Contraction And Muscle Electromyographical Activity In Indoor Soccer Players, *Clinical Physiology And Functional Imaging*, 33(6), 418-22.

- [41] Miyahara, Y., Naito, H., Ogura, Y., & Katamoto, S., A. (2013), Effects Of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching And Static Stretching On Maximal Voluntary Contraction, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 7(1), 195-201.
- [42] de Paiva Carvalho, F.L., Prati, J.E.L.R, de Alencar Carvalho, M.C.G., & Dantas, E.H.M. (2009), Acute Effects Of Static Stretching And Proprioceptive Neuromuscular Facilitation On The Performance Of Vertical Jump In Adolescent Tennis Players, *Fitness And Performance Journal (Online Edition)*, 8(4).
- [43] Kaya, F., & Yuktasir, B. (2009), Investigation Into The Long-Term Effects Of Static And PNF Stretching Exercises On Range Of Motion And Jump Performance, *Journal Of Bodywork And Movement Therapies*, 13(1), 11-21.
- [44] Behm, D.G., Bambury, A., Cahill, F., & Power, K. (2004), Effect Of Acute Static Stretching On Force, Balance, Reaction Time, And Movement Time, *Medicine & Science In Sports And Exercise*, 36(8), 1397-402.
- [45] Kaya, F., Biçer, B., Yuktasir, B., Willems, M.E., & Yildiz, N. (2018), The Effects of Two Different Stretching Programs on Balance Control and Motor Neuron Excitability, *Journal of Education And Training Studies*, 6(5), 85-91.

- [46] Hirschmann, M.T., & Müller, W. (2015), Complex Function Of The Knee Joint: The Current Understanding Of The Knee, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(10), 2780-8.

- [47] Whitesides, T.E. (2001), Orthopaedic Basic Science. Biology And Biomechanics Of The Musculoskeletal System, *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 83(3), 482.

- [48] Abulhasan, J.F., & Grey, M.J. (2017), Anatomy And Physiology Of Knee Stability, *Journal of Functional Morphology And Kinesiology*, 2(4), 34.

- [49] Wijdicks, C.A., Griffith, C.J., Johansen, S., Engebretsen, L., & LaPrade, R.F. (2010), Injuries To The Medial Collateral Ligament And Associated Medial Structures Of The Knee, *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)*, 92(5), 1266-80.

- [50] Grawe, B., Schroeder, A.J., Kakazu, R., & Messer, M.S. (2018), Lateral Collateral Ligament Injury About The Knee: Anatomy, Evaluation, And Management, *Journal Of The American Academy Of Orthopaedic Surgeons*, 26(6), E120-E7.

- [51] Wellsandt, E., Failla, M.J., & Snyder-Mackler, L. (2017), Limb Symmetry Indexes Can Overestimate Knee Function After Anterior Cruciate Ligament Injury, *Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 47(5), 334-8.

- [52] Pache, S., Aman, Z.S., Kennedy, M., Nakama, G.Y., Moatshe, G., Ziegler, C., & LaPrade, R.F. (2018), Posterior cruciate ligament: current concepts review, *Archives of Bone and Joint Surgery*, 6(1), 8.

- [53] Müller, W. (1983), *The Knee: Form, Function And Ligament Reconstruction*, Springer Science And Business Media, New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- [54] Rodeo, S.A., Monibi, F., Dehghani, B., & Maher, S. (2020), Biological And Mechanical Predictors Of Meniscus Function: Basic Science To Clinical Translation, *Journal Of Orthopaedic Research*, 38(5), 937-45.

- [55] Fox, A.J., Wanivenhaus, F., Burge, A.J., Warren, R.F., & Rodeo, S.A. (2015), The Human Meniscus: A Review Of Anatomy, Function, Injury, And Advances In Treatment, *Clinical Anatomy*, 8(2), 269-87.

- [56] Blackburn, T.A., & Craig, E. (1980), Knee Anatomy: A Brief Review, *Physical Therapy*, 60(12), 1556-60. 82

- [57] Ruangchaijatuporn, T., Gaetke-Udager, K., Jacobson, J.A., Yablon, C.M., & Morag, Y. (2017), Ultrasound Evaluation Of Bursae: Anatomy And Pathological Appearances, *Skeletal Radiology*, 46(4), 445-62.

- [58] Drake, R., Vogl, A.W., Mitchell, A.W., Tibbitts, R., & Richardson, P. (2020), *Gray's Atlas of Anatomy E-Book*, Philadelphia: Elsevier Health Sciences Churchill Livingstone.

- [59] Moore, K.L., & Dalley, A.F. (2018), *Clinically Oriented Anatomy*: Wolters Kluwer India Pvt Ltd.
- [60] Skipper, L. (2003), The Concise Book Of Muscles. *Physiotherapy*, 89(9), 564.
- [61] Pasta, G., Nanni, G., Molini, L., Bianchi, S. (2010), Sonography Of The Quadriceps Muscle: Examination Technique, Normal Anatomy, And Traumatic Lesions, *Journal of Ultrasound*, 13(2), 76-84.
- [62] Lewek, M., Rudolph, K., Axe, M., & Snyder-Mackler, L. (2002), The Effect Of Insufficient Quadriceps Strength On Gait After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *Clinical Biomechanics*, 17(1), 56-63.
- [63] Greuel, H., Herrington, L., Liu, A., & Jones, R.K. (2019), How Does Acute Pain Influence Biomechanics And Quadriceps Function In Individuals With Patellofemoral Pain? *The Knee*, 26(2), 330-8.
- [64] Norte, G.E., Hertel, J., Saliba, S.A., Diduch, D.R., & Hart, J.M. (2018), Quadriceps Function And Patient-Reported Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction In Patients With Or Without Knee Osteoarthritis, *Journal Of Athletic Training*, 53(10), 965-75.
- [65] Bolívar, Y.A., Munuera, P.V., & Padillo, J.P. (2013), Relationship Between Tightness Of The Posterior Muscles Of The Lower Limb And Plantar Fasciitis, *Foot and Ankle International*, 34(1), 42-8.

- [66] Kerkhoffs, G.M., van, Es. N., Wieldraaijer, T., Sierevelt, I.N., Ekstrand, J., & van Dijk, C.N. (2013), Diagnosis And Prognosis Of Acute Hamstring Injuries In Athletes, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(2), 500-9.

- [67] Haji Hasani, A., Bakhtiari, A.H., & Amoozadeh Khalili, M. (2014), Comparative Study Of Static Stretch And Hold Relax On Increasing The Motion Range Of Knee Extension And Flexibility Of Shortened Hamstring Muscles Of Male Students In Semnan, *Middle East Journal of Rehabilitation and Health*, 1(2).

- [68] Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003), Muscle Flexibility As A Risk Factor For Developing Muscle Injuries In Male Professional Soccer Players: A Prospective Study, *The American Journal Of Sports Medicine*, 31(1), 41-6.

- [69] Visnes, H., & Bahr, R. (2007), The Evolution Of Eccentric Training As Treatment For Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee): A Critical Review Of Exercise Programmes, *British Journal Of Sports Medicine*, 41(4), 217-23.

- [70] Sadler, S.G., Spink, M.J., Ho, A., De Jonge, X.J., & Chuter, V.H. (2017), Restriction In Lateral Bending Range Of Motion, Lumbar Lordosis, And Hamstring Flexibility Predicts The Development Of Low Back Pain: A Systematic Review Of Prospective Cohort Studies, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 1-15.

- [71] Yıldırım, M.Ş., Tuna, F., Kabayel, D.D., & Süt, N. (2018), The Cut-Off Values For The Diagnosis Of Hamstring Shortness And Related Factors, *Balkan Medical Journal*, 35(5), 388.
- [72] Gelener, P., İyigün, G., & Özmanevra, R. (2021), Proprioception And Clinical Correlation, *Proprioception*: Intechopen. 84.
- [73] Hillier, S., Immink, M., & Thewlis, D. (2015), Assessing Proprioception: A Systematic Review Of Possibilities. *Neurorehabilitation And Neural Repair*, 29(10), 933-49.
- [74] Shumway-Cook, A., & Woollacott, M.H. (2007), *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Lippincott Williams & Wilkins.
- [75] Han, J., Anson, J., Waddington, G., & Adams, R. (2014), Sport Attainment And Proprioception, *International Journal Of Sports Science And Coaching*, 9(1), 159-70.
- [76] Li, J.X., Xu, D.Q., & Hoshizaki, B. (2009), Proprioception Of Foot And Ankle Complex In Young Regular Practitioners Of Ice Hockey, Ballet Dancing And Running, *Research In Sports Medicine*, 17(4), 205-16.
- [77] Sherrington, C.S. (1907), On The Proprio-ceptive System, Especially In Its Reflex Aspect, *Brain*, 29(4), 467-82.

- [78] Ogard, W.K. (2011), Proprioception In Sports Medicine And Athletic Conditioning, *Strength And Conditioning Journal*, 33(3), 111-8.
- [79] Johnson, K.O. (2001), The Roles And Functions Of Cutaneous Mechanoreceptors, *Current Opinion In Neurobiology*, 11(4), 455-61.
- [80] Hogervorst, T., & Brand, R.A. (1998), Current Concepts Review-Mechanoreceptors In Joint Function, *Journal of Bone and Joint Surgery (American)*, 80(9), 1365-78.
- [81] Widmaier, E.P., Raff, H., Strang, K.T., & Demirgören, S. (2010), *Vander Insan Fiziyojisi*, İzmir: Güven Kitabevi.
- [82] Alter, M.J. (2004), *Science Of Flexibility*. Human Kinetics.
- [83] Fallon, J.B., & Macefield, V.G. (2007), Vibration Sensitivity Of Human Muscle Spindles And Golgi Tendon Organs, Muscle And Nerve, *Official Journal Of The American Association Of Electrodiagnostic Medicine*, 36(1), 21-9.
- [84] Wise, A.K., & Fallon, J.B. (2002), The Effect Of Muscle Contraction On Kinaesthesia, *Sensorimotor Control Of Movement And Posture*: Springer, P. 87-94.
- [85] Rossignol, S., Dubuc, R., & Gossard, J.P. (2006), Dynamic Sensorimotor Interactions In Locomotion, *Physiological Reviews*, 86(1), 89-154.

- [86] Lyle, M.A., & Nichols, T.R. (2019), Evaluating Intermuscular Golgi Tendon Organ Feedback With Twitch Contractions, *The Journal Of Physiology*, 597(17), 4627-42.

- [87] Jennings, A. (1994), A Proprioceptive Role For The Anterior Cruciate Ligament-A Review Of The Literature, *Journal Of Orthopaedic Rheumatology*, 7(1), 3-13.

- [88] Katonis, P.G., Assimakopoulos, A.P., Agapitos, M.V., & Exarchou, E.I. (1991), Mechanoreceptors In The Posterior Cruciate Ligament: Histologic Study On Cadaver Knees, *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 62(3), 276-8.

- [89] Solomonow, M., & Krogsgaard M. (2001), Sensorimotor Control Of Knee Stability, *The Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 11, 64-80.

- [90] Young, S.W., Valladares, R.D., Loi, F., & Dragoo, J.L. (2016), Mechanoreceptor Reinnervation Of Autografts Versus Allografts After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *Orthopaedic Journal Of Sports Medicine*, 4(10), 2325967116668782.

- [91] Proske, U., & Gandevia, S.C. (2012), The Proprioceptive Senses: Their Roles In Signaling Body Shape, Body Position And Movement, And Muscle Force, *Physiological Reviews*.

- [92] Relph, N. (2015), *The Measurement Of Knee Joint Position Sense*, Doktora Tezi, University Of Salford.

- [93] Mani, E., Tüzün, E.H., Angın, E., & Eker, L. (2020), Lower Extremity Proprioceptive Sensation In Patients With Early Stage Knee Osteoarthritis: A Comparative Study, *The Knee*, 27(2), 356-62.

- [94] Seven, B., Cobanoglu, G., Oskay, D., & Atalay-Guzel, N. (2019), Test–Retest Reliability Of Isokinetic Wrist Strength And Proprioception Measurements, *Journal Of Sport Rehabilitation*, 28(7).

- [95] Baltaci, G., Aktas, G., Camci, E., Oksuz, S., Yildiz, S., & Kalaycioglu, T. (2011), The Effect Of Prophylactic Knee Bracing On Performance: Balance, Proprioception, Coordination, And Muscular Power, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(10), 1722-8.

- [96] Irving, F., Russell, J., & Smith, T. (2016), Reliability Of Knee Joint Position Sense Measurement: A Comparison Between Goniometry And Image Capture Methods, *European Journal Of Physiotherapy*, 18(2), 95-102.

- [97] Suner-Keklik, S., Cobanoglu-Seven, G., Kafa, N., Ugurlu, M., & Guzel, N.A. (2017), The Validity And Reliability Of Knee Proprioception Measurement Performed With Inclinator In Different Positions, *Journal Of Sport Rehabilitation*, 26(6).

- [98] Lee, J.D., & Shin, W.S. (2020), Immediate Effects Of Neuromuscular Control Exercise On Neck Pain, Range Of Motion, And Proprioception In Persons With Neck Pain, *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 9(1), 1-9.

- [99] Mourcou, Q., Fleury, A., Diot, B., Franco, C., & Vuillerme, N. (2015), Mobile Phone-Based Joint Angle Measurement For Functional Assessment And Rehabilitation Of Proprioception, *BioMed Research International*, 2015.
- [100] Wang, R., Wang, S., Du, S., Xiao, E., Yuan, W., & Feng, C. (2020), Real-Time Soft Body 3d Proprioception Via Deep Vision-Based Sensing, *IEEE Robotics And Automation Letters*, 5(2), 3382-9.
- [101] Jeter, P.E., Haaz, Moonaz, S., Bittner, A.K., & Dagnelie, G. (2015), Ashtanga-Based Yoga Therapy Increases The Sensory Contribution To Postural Stability In Visually-Impaired Persons At Risk For Falls As Measured By The Wii Balance Board: A Pilot Randomized Controlled Trial, *Plos One*, 10(6), e0129646.
- [102] Loughna, P., & Morgan, M. (1999), Passive Stretch Modulates Denervation Induced Alterations In Skeletal Muscle Myosin Heavy Chain MRna Levels, *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 439(1), 52-5.
- [103] Negyesi, J., Mobark, A., Zhang, L.Y., Hortobagyi, T., & Nagatomi, R. (2018), An Above-Knee Compression Garment Does Not Improve Passive Knee Joint Position Sense In Healthy Adults, *Plos One*, 13(9), e0203288. 87
- [104] Erden, Z. (2009), Dizin Farklı Açılarında Eklem Pozisyon Hissi Farklı Mıdır? *Joint Diseases And Related Surgery*, 20(1), 47-51.

- [105] Kurt, E.E., Büyükturan, Ö., Erdem, H.R., Tuncay, F., & Sezgin, H. (2016), Short-Term Effects Of Kinesio Tape On Joint Position Sense, Isokinetic Measurements, And Clinical Parameters In Patellofemoral Pain Syndrome, *Journal Of Physical Therapy Science*, 28(7), 2034-40.
- [106] Stillman, B.C. (2000), *An Investigation Of The Clinical Assessment Of Joint Position Sense*, Doktora Tezi, The University of Melbourne.
- [107] Pincivero, D.M., Bachmeier, B., & Coelho, A.J. (2001), The Effects Of Joint Angle And Reliability On Knee Proprioception, *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 33(10), 1708-12.
- [108] Medeiros, D.M., Cini, A., Sbruzzi, G., & Lima, C.S. (2016), Influence Of Static Stretching On Hamstring Flexibility In Healthy Young Adults: Systematic Review And Meta-Analysis, *Physiotherapy Theory And Practice*, 32(6), 438-45.
- [109] Salazar, A.P., Pinto, C., Mossi, J.V.R., Figueiro, B., Lukrafka, J.L., & Pagnussat, A.S. (2019), Effectiveness Of Static Stretching Positioning On Post-Stroke Upper-Limb Spasticity And Mobility: Systematic Review With Meta-Analysis, *Annals Of Physical And Rehabilitation Medicine*, 62(4), 274-82.
- [110] Park, S.H. (2015), Effects Of Passive Static Stretching On Blood Glucose Levels In Patients With Type 2 Diabetes Mellitus, *Journal Of Physical Therapy Science*, 27(5), 1463-5.

- [111] Gil, M.H., Neiva, H.P., Sousa, A.C., Marques, M.C., & Marinho, D.A. (2019), Current Approaches On Warming Up For Sports Performance: A Critical Review, *Strength And Conditioning Journal*, 41(4), 70-9.

- [112] Kay, A.D., Dixon, J., Bligh, L.D., & Blazeovich, A.J.(2020), The External Validity Of A Novel Contract-Relax Stretching Technique On Knee Flexor Range Of Motion, *Scandinavian Journal Of Medicine And Science In Sports*, 30(1), 74-82.

- [113] Burgess, T., Vadachalam, T., Buchholtz, K., & Jelsma, J. (2019), The Effect Of The Contract-Relax-Agonist-Contract (CRAC) Stretch Of Hamstrings On Range Of Motion, Sprint And Agility Performance In Moderately Active Males: A Randomised Control Trial, *South African Journal Of Sports Medicine*, 31(1), 1-5.

- [114] Harini, G., & Dinakaran, R. (2018), Immediate Effect Of Contract-Relax Antagonist-Contract Method On Iliopsoas Muscle And Hamstring Muscle Stretching In Chronic Non-Specific Low Back Pain, *National Journal Of Physiology, Pharmacy And Pharmacology*, 8(5), 627-30.

- [115] Adler, S.S., Beckers, D., & Buck, M. (2007), *PNF In Practice: An Illustrated Guide*, Springer Science & Business Media, Germany: Springer Medizin Verlag Heidelberg.

- [116] Levine, D.N. (2007), Sherrington's "The Integrative action of the nervous system": A centennial appraisal, *Journal Of The Neurological Sciences*, 253(1-2), 1-6.
- [117] Knudson, D. (2006), The Biomechanics Of Stretching, *Journal of Exercise Science And Physiotherapy*, 2,3-12.
- [118] Taylor, D.C., Dalton, J.R. J.D., Seaber, A.V., & Garrett, J.R. W.E. (1990), Viscoelastic Properties Of Muscle-Tendon Units: The Biomechanical Effects Of Stretching, *The American Journal Of Sports Medicine*, 18(3), 300-9. 89
- [119] Kubo, K., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2001), Is Passive Stiffness In Human Muscles Related To The Elasticity Of Tendon Structures? *European Journal Of Applied Physiology*, 85(3), 226-32.
- [120] Barrett, K.E., Barman, S.M., Boitano, S., Brooks, H.L., & Gökbel, H. (2018), *Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi*, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- [121] Weerapong, P., Hume, P.A., & Kolt, G.S. (2004), Stretching: Mechanisms And Benefits For Sport Performance And Injury Prevention, *Physical Therapy Reviews*, 9(4), 189-206.
- [122] Corbin, C.B., Pangrazi, R.P., & Franks, B.D. (2000), Definitions: Health, Fitness, And Physical Activity, *President's Council On Physical Fitness And Sports Research Digest*, 1-9.

- [123] Riebe, D., Ehrman, JK., Liguori, G., & Magal, M., (2018), *Acos. ACSM's Guidelines For Exercise Testing And Prescription*, Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- [124] Patil, R., Shimpi, A., Rairikar, S., Shyam, A., & Sancheti, P. (2017), Effects Of Fitness Training On Physical Fitness Parameters And Quality Of Life In Human Immunodeficiency virus-positive Indian females, *Indian Journal Of Sexually Transmitted Diseases And AIDS*, 38(1), 47.
- [125] Vancampfort, D., Probst, M., Scheewe, T., De, Herdt. A., Sweers, K., Knapen, J., & De Hert, M. (2013), Relationships Between Physical Fitness, Physical Activity, Smoking And Metabolic And Mental Health Parameters In People With Schizophrenia, *Psychiatry Research*, 207(1-2), 25-32.
- [126] Palmer, M.L., Epler, M.E., & Epler, M.F. (1998), *Fundamentals Of Musculoskeletal Assessment Techniques*, Lippincott Williams And Wilkins.
- [127] Ergun, N., Baltacı, G. (2018), *Spor Yaralanmalarında Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Prensipleri*, Ankara: Sözkese Matbaacılık.
- [128] Gürol, B., & Yılmaz, İ. (2013), İzokinetik Kuvvet Antrenmanı, *Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(1), 1-11.
- [129] Zorba, E. (2009), *Fiziksel Aktivite Ve Fiziksel Uygunluk*, Ankara: Perspektif Matbaacılık.

- [130] Harun, G. (2019), Fiziksel Uygunluk Ve Fiziksel Uygunluk Unsurları, *Spor Ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisi*, 135-52.
- [131] Balaban, Ö., Nacı, B., Erdem, H., & Karagöz, A. (2009), Denge Fonksiyonunun Değerlendirilmesi, *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 12(3), 133-9.
- [132] 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 And Related Surgery*, 27(12), 1697-705.
- [133] Hoeger, W.W., & Hoeger, S.A. (2015), *Principles And Labs For Fitness And Wellness*, Boston: Cengage Learning.
- [134] Youdas, J.W., Krause, D.A., Hollman, J.H., Harmsen, W.S., & Laskowski, E. (2005), The Influence Of Gender And Age On Hamstring Muscle Length In Healthy Adults, *Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 35(4), 246-52.
- [135] Gökdemir, K., Cigerci, A., Er, F., Suveren, C., & Sever O. (2012), The Comparison Of Dynamic And Static Balance Performance Of Sedentary And Different Branches Athletes, *World Applied Sciences Journal*, 17(9), 1079-82.
- [136] Schwiertz, G., Beurskens, R., & Muehlbauer, T. (2020), Discriminative Validity Of The Lower And Upper Quarter Y Balance Test Performance: A

Comparison Between Healthy Trained And Untrained Youth, *BMC Sports Science, Medicine And Rehabilitation*, 12(1), 1-8.

- [137] Maulder, P., & Cronin, J. (2005), Horizontal And Vertical Jump Assessment: Reliability, Symmetry, Discriminative And Predictive Ability, *Physical Therapy In Sport*, 6(2), 74-82.
- [138] Li, R., Wu, Y., Maffulli, N., Chan, K.M., & Chan, J. (1996), Eccentric And Concentric Isokinetic Knee Flexion And Extension: A Reliability Study Using The Cybex 6000 Dynamometer, *British Journal of Sports Medicine*, 30(2), 156-60.
- [139] Rosenthal, R., Cooper, H., & Hedges, L. (1994), Parametric Measures Of Effect Size, *The Handbook Of Research Synthesis*, 621(2), 231-44.
- [140] Kotteeswaran, K., Snigdha, J., & Alagesan, J. (2014), Effect Of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching And Dynamic Soft Tissue Mobilization On Hamstring Flexibility In Subjects With Low Back Ache-Single Blinded Randomized Controlled Study, *International Journal Of Pharma And Bio Sciences*, 5(3), 228-33.
- [141] López-Bedoya, J., Vernetta-Santana, M., Robles-Fuentes, A., & Ariza-Vargas, L. (2013), Effect Of Three Types Of Flexibility Training On Active And Passive Hip Range Of Motion, *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*, 53(3), 304-311.

- [142] Maddigan, M.E., Peach, A.A., & Behm, D.G. (2012), A Comparison Of Assisted And Unassisted Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Techniques And Static Stretching, *The Journal of Strength And Conditioning Research*, 26(5), 1238-44.
- [143] Puentedura, E.J., Huijbregts, P.A., Celeste, S., Edwards, D., In, A., Landers, M.R., & Fernandez-de-Las-Penas, C. (2011), Immediate Effects Of Quantified Hamstring Stretching: Hold-Relax Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Versus Static Stretching, *Physical Therapy In Sport*, 12(3), 122-6.
- [144] Mallmann, J.S., Moesch, J., Tomé, F., Vieira, L., Ciqueleiro, R.T., & Bertolini, G.R.F. (2011), Comparação Entre O Efeito Imediato E Agudo De Três Protocolos De Alongamento Dos Músculos Isquiotibiais E Paravertebrais, *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica*, 9(5), 354-9.
- [145] O'Hora, J., Cartwright, A., Wade, C.D., Hough, A.D., & Shum, G.L. (2011), Efficacy Of Static Stretching And Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretch On Hamstrings Length After A Single Session, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 25(6), 1586-91.
- [146] Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagaard, P., Dyhre-Poulsen, P., McHugh, M.P., & Kjaer, M. (1996), Mechanical And Physiological Responses To Stretching With And Without Preisometric Contraction In Human Skeletal Muscle, *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 77(4), 373-8.

- [147] Kaur, M., Paul, R., Kumar, S., Arora, R., & Arora, L. (2014), A Randomized Controlled Trial To Compare The Effectiveness Of Static Stretching Versus PNF Stretching Of Hamstring Muscles Following Superficial Heat In Athletes, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(7).

- [148] Morrin, N., & Redding, E. (2013), Acute Effects Of Warm-Up Stretch Protocols On Balance, Vertical Jump Height, And Range Of Motion In Dancers, *Journal Of Dance Medicine And Science*, 17(1), 34-40.

- [149] Amiri-Khorasani, M., & Gulick, D.T. (2015), Acute Effects Of Different Stretching Methods On Static And Dynamic Balance In Female Football Players, *International Journal of Therapy And Rehabilitation*, 22(2), 68-73.

- [150] Denerel, N., Ergün, M., Yüksel, O., Özgürbüz, C., & Karamızrak, O. (2019), The Acute Effects Of Static And Dynamic Stretching Exercises On Dynamic Balance Performance, *Spor Hekimliği Dergisi*, 54(3), 148-57.

- [151] Costa, P.B., Graves, B.S., Whitehurst, M., & Jacobs, P.L. (2009), The Acute Effects Of Different Durations Of Static Stretching On Dynamic Balance Performance, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(1), 141-7.

- [152] Brandenburg, J. (2006), Duration Of Stretch Does Not Influence The Degree Of Force Loss Following Static Stretching, *Journal of Sports Medicine And Physical Fitness*, 46(4), 526.

- [153] Ghram, A., Damak, M., & Costa, P. (2017), Effect Of Acute Contract-Relax Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching On Static Balance In Healthy Men, *Science And Sports*, 32(1), e1-e7.

- [154] Ghram, A., Damak, M., Rhibi, F., & Marchetti, P.H. (2016), The Contract-Relax Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretching Can Affect The Dynamic Balance In Healthy Men, *MedicalExpress*, 3.

- [155] Azeem, Z., & Sharma, R. (2014), Comparison Of Dynamic And Static Stretching On Dynamic Balance Performance In Recreational Football Players, *Saudi Journal of Sports Medicine*, 14(2), 134.

- [156] Areedomwong, P., & Buttagat, V. (2019), Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Training Improves Pain-Related And Balance Outcomes In Working-Age Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial, *Brazilian Journal Of Physical Therapy*, 23(5), 428-36.

- [157] Kang, T.W, & Park, Y.S. (2013), Effect Of Sling Exercise With PNF Basic Procedure For Pain And Balance Ability Of Patients With Chronic Low Back Pain, *PNF and Movement*, 11(1), 1-6.

- [158] Leblebici, H., Yarar, H., Aydın, E.M., Zorlu Z., Ertaş, U., & Kingır, M. (2017), The Acute Effects Of Different Stretching On Dynamic Balance Performance, *International Journal of Sport Studies*, 7, 2251-7502.

- [159] Ustundağ, B., Kocahan, T., Tortu, E., Karaman, G., & Deliceoğlu, G. (2017), Farklı Branşlardaki Erkek Milli Takım Sporcularının Anaerobik Güç ve Kapasitelerinin İncelenmesi, *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2) 57-65.
- [160] Buckthorpe, M., Morris, J., & Folland, J.P. (2012), Validity Of Vertical Jump Measurement Devices, *Journal Of Sports Sciences*, 30(1), 63-69.
- [161] Kirmizigil, B., Chauchat, J.R., Yalciner, O., Iyigun, G., Angin, E., & Baltacı, G. (2019), The Effectiveness Of Kinesio Taping In Recovering From Delayed Onset Muscle Soreness: A Crossover Study, *Journal Of Sport Rehabilitation*, 29(4), 385-93.
- [162] Yaşlı, B.Ç., & Müniroğlu, R.S. (2019), Futbolcularda 8 Haftalık Statik Germe Antrenmanlarının Sıçrama Performansına Etkileri, *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(4), 134-42.
- [163] Carvalho, F.L., Carvalho, M.C., Simão, R., Gomes, T.M., Costa, P.B., Neto, L.B., Carvalho R.L.P., & Dantas E.H.M. (2012), Acute Effects Of A Warm-Up Including Active, Passive, And Dynamic Stretching On Vertical Jump Performance, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 26(9), 2447-52.
- [164] Hough, P.A., Ross, E.Z., & Howatson, G. (2009), Effects Of Dynamic And Static Stretching On Vertical Jump Performance And Electromyographic Activity, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(2), 507-12.

- [165] Wallmann, H.W., Mercer, J.A., & Landers, M.R. (2008), Surface Electromyographic Assessment Of The Effect Of Dynamic Activity And Dynamic Activity With Static Stretching Of The Gastrocnemius On Vertical Jump Performance, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 22(3), 787-93.
- [166] Holt, B.W., & Lambourne, K. (2008), The Impact Of Different Warm-Up Protocols On Vertical Jump Performance In Male Collegiate Athletes, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 22(1), 226-9.
- [167] González-Ravé, J.M., Machado, L., Navarro-Valdivielso, F., & Vilas-Boas, J.P. (2009), Acute Effects Of Heavy-Load Exercises, Stretching Exercises, And Heavy-Load Plus Stretching Exercises On Squat Jump And Countermovement Jump Performance, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(2), 472-9.
- [168] Perrier, E.T., Pavol, M.J., & Hoffman, M.A. (2011), The Acute Effects Of A Warm-Up Including Static Or Dynamic Stretching On Countermovement Jump Height, Reaction Time, And Flexibility, *The Journal of Strength And Conditioning Research*, 25(7), 1925-31.
- [169] Vatansever, Ş., & Akalp, K. (2020), Akut Statik Germe Egzersizlerinin Sürat, Anaerobik Güç ve Denge Performansı Üzerine Etkisi, *Uluslararası Spor Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi*, 6(3), 88–96.

- [170] Kay, A.D., & Blazevich, A.J. (2012), Effect Of Acute Static Stretch On Maximal Muscle Performance: A Systematic Review, *Medicine And Science in Sports And Exercise*, 44(1), 154-64.

- [171] Kokkonen, J., Nelson, AG., Eldredge, C., & Winchester, J.B. (2007), Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance, *Medicine And Science In Sports & Exercise*, 39(10), 1825-31.

- [172] Bazett-Jones, D.M., Gibson, M.H., & McBride, J.M. (2008), Sprint And Vertical Jump Performances Are Not Affected By Six Weeks Of Static Hamstring Stretching, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 22(1), 25-31.

- [173] Lieber, R.L. (2002), *Skeletal Muscle Structure, Function, And Plasticity*: Lippincott Williams And Wilkins.

- [174] Young, W., & Elliott, S. (2001), Acute Effects Of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, And Maximum Voluntary Contractions On Explosive Force Production And Jumping Performance, *Research Quarterly For Exercise And Sport*, 72(3), 273-9.

- [175] Place, N., Blum, Y., Armand, S., Maffiulett, N.A., & Behm, DG. (2013), Effects Of A Short Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Bout On Quadriceps Neuromuscular Function, Flexibility, And Vertical Jump Performance, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 27(2), 463-70.

- [176] Bradley, P.S., Olsen, P.D., & Portas, M.D. (2007), The Effect Of Static, Ballistic, And Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching On Vertical Jump Performance, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 21(1), 223-6.

- [177] Kumaravelu, P. (2020), Effect Of Pnf Stretching On Flexibility Horizontal And Vertical Explosive Power Among College Students, *Journal of Xi'an University of Architecture And Technology*, 12(3), 2807-2810.

- [178] Behm, D.G., Button, D.C., & Butt, J.C. (2001), Factors Affecting Force Loss With Prolonged Stretching, *Canadian Journal Of Applied Physiology*, 26(3), 262-72.

- [179] Cornwell, A., Nelson, A.G., & Sidaway, B. (2002), Acute Effects Of Stretching On The Neuromechanical Properties Of The Triceps Suræ Muscle Complex, *European Journal Of Applied Physiology*, 86(5), 428-34.

- [180] Evetovich, T.K., Nauman, N.J., Conley, D.S., & Todd, J.B. (2003), Effect Of Static Stretching Of The Biceps Brachii On Torque, Electromyography, And Mechanomyography During Concentric Isokinetic Muscle Actions, *The Journal of Strength And Conditioning Research*, 17(3), 484-8.

- [181] Fowles, J.R., Sale, D.G., & MacDougall, J.D. (2000), Reduced Strength After Passive Stretch Of The Human Plantarflexors, *Journal Of Applied Physiology*, 89(3), 1179-88.

- [182] Bacurau, R.F.P., Monteiro, G.A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L.F., & Aoki, M.S. (2009), Acute Effect Of A Ballistic And A Static Stretching Exercise Bout On Flexibility And Maximal Strength, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(1), 304-8.
- [183] Aslankeser, Z., Revan, S., & Kaplan, A. (2017), Akut Statik Germe Egzersizlerinin Izokinetik Aralıktaki Pik Tork Ve Izometrik Diz Ekstansiyon-Fleksiyon Kuvvetine Etkisi, *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 15(2), 85-92.
- [184] Magnusson, S.P. (1998), Passive Properties Of Human Skeletal Muscle During Stretch Maneuvers, *Scandinavian Journal Of Medicine And Science In Sports*, (2), 65-77.
- [185] Cramer, J., Housh, T., Weir, J., Johnson, G., Coburn, J., & Beck, T. (2005), The Acute Effects Of Static Stretching On Peak Torque, Mean Power Output, Electromyography, And Mechanomyography, *European Journal Of Applied Physiology*, 93(5), 530-9.
- [186] Yamaguchi, T., & Ishii, K. (2005), Effects Of Static Stretching For 30 Seconds And Dynamic Stretching On Leg Extension Power, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 677-83.
- [187] Cuissard, N., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1988), Muscle Stretching And Motoneuron Excitability, *European Journal of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 58(1), 47-52.

- [188] Magnusson, S.P., Aagaard, P., & Nielson, J.J. (2000), Passive Energy Return After Repeated Stretches Of The Hamstring Muscle-Tendon Unit, *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 32(6), 1160-4.

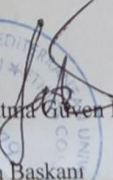
- [189] LaRoche, D.P., Lussier, M.V., & Roy, S.J. (2008), Chronic Stretching And Voluntary Muscle Force, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 22(2), 589-96.

- [190] Behm, D.G., Bradbury, E.E., Haynes, A.T., Hodder, J.N., Leonard, A.M., & Paddock, N.R. (2006), Flexibility Is Not Related To Stretch-Induced Deficits In Force Or Power, *Journal Of Sports Science And Medicine*, 5(1), 33.

- [191] Barroso, R., Tricoli, V., dos, Santos. Gil, S., Ugrinowitsch, C., & Roschel, H. (2012), Maximal Strength, Number Of Repetitions, And Total Volume Are Differently Affected By Static-, Ballistic-, And Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 26(9), 2432-7.

EKLER

Ek 1: Etik Kurul Raporu

 Doğu Akdeniz Üniversitesi "Erdem, Bilgi, Gelişim"	Eastern Mediterranean University "Virtue, Knowledge, Advancement"	99628, Gazimağusa, KUZZEY KIBRIS / Famagusta, North Cyprus, via Mersin-10 TURKEY Tel: (+90) 392 630 1995 Faks/Fax: (+90) 392 630 2919 E-mail: bayek@emu.edu.tr
Etik Kurulu / Ethics Committee		
Sayı: ETK00-2019-0079	19.03.2019	
Konu: Etik Kurulu'na Başvurunuz Hk.		
Sayın Arş. Gör. Ece Mani Sağlık Bilimleri Fakültesi Doktora Öğrencisi		
Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 19.03.2019 tarih ve 2019/09-13 sayılı kararı doğrultusunda "Proprioseptif Nöromuskuler Fasilitasiyonun ve Statik Germe Egzersizlerinin Proprioseptif Duyuya ve Fonksiyona Etkileri." adlı çalışmanızı, Yrd. Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil ve Prof. Dr. Emine Handan Tüzün'ün danışmanlığında araştırmanız, Bilimsel ve Araştırma Etiği açısından uygun bulunmuştur.		
Bilgilerinize rica ederim.		
 Prof. Dr. Fatma Güven Lisaniler Etik Kurulu Başkanı		
FGL/ns.		

Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ARAŞTIRMANIN ADI: Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyonun ve Statik Germe Egzersizlerinin Propriyoseptif Duyuya ve Performansa Etkileri

Bu form ile “Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyonun ve Statik Germe Egzersizlerinin Propriyoseptif Duyuya ve Performansa Etkileri” isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Araştırmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Sizinle ilgili tüm bilgiler gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Araştırma bitiminde elde edilen sonuçlar, sizin kimliğiniz hiçbir şekilde açıklanmadan, tamamen saklı tutularak ilgili literatürde yayınlanabilecektir.

Araştırmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Araştırma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz, sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin araştırmayı bırakmakta özgürsünüz. Aynı şekilde araştırmayı yürüten araştırmacı çalışmaya devam etmeniz sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmakla parasal bir yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırma, Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil sorumluluğu altında yapılmaktadır.

Araştırmanın Konusu ve Amacı:

Çalışmamızın amacı hamstring kısılalığı olan bireylerde Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyon egzersizlerinin germe ve statik germe egzersizlerinin performans, diz eklemi pozisyon hissi ve hareket hissi üzerine olan akut ve kronik etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Araştırmanın Yöntemi:

Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden bireylerin yaşları, dominant tarafları, alkol, sigara ve kafein kullanımları, eğer varsa kendi hastalıkları ve ailesinde bulunan hastalıkları sorgulanacaktır. Bireylere uygulanacak değerlendirmelerde diz eklemının esneklik derecesi ‘Gonyometre’ ismindeki özel bir açıölçer yardımıyla ölçülecektir. Bireyin diz eklemının uzaydaki pozisyonunu algılamaya yönelik olarak öğretilecek pozisyonu doğru tahmin edebilme açısı ve hareketi hissedebilme açısı ‘İzokinetik Dinamometre’ denilen özel bir cihaz ile değerlendirilecektir. Ayrıca bu cihaz ile diz eklemının çevresinde bulunan ön ve arka kaslarının kuvveti ölçülecektir. Bireylerin durağan dengesini değerlendirmeye yönelik ise tek ayakta durabilme sürelerine bakılacak ve hareket halindeyken sahip oldukları dinamik dengeleri ise ‘Y Denge’ denilen özel bir test ile değerlendirilecektir. Bu testte mezura üzerinde ulaşılan en yüksek puan kaydedilecektir. Maksimum sıçrama mesafesini test edebilmek için duvara ve zemine yerleştirilen mezuralarla bireylerin en yüksek sıçrama mesafeleri alınacaktır. Toplam 8 değerlendirmeye harcanacak olan zaman yaklaşık 1 saattir. Çalışmanın uygulama süresi ise 8 hafta ve haftada 3 seans şeklinde uygulanacak egzersizlerin her bir seansına harcanacak maksimum süre 20 dakikadır.

Soru, Daha Fazla Bilgi ve Problemler İçin Başvurulacak Kişiler :

Gereksininiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

Adı : Berkiye Kırmızıgil
Görevi: Öğretim Üyesi
Telefon: 0392 630 30 67

Adı : Ece MANİ
Görevi : Araştırma Görevlisi
Telefon: 0392 630 31 52
Adı : Emine Handan Tüzün
Görevi : Öğretim Üyesi
Telefon: 0392 630 30 67

Gönüllünün / Katılımcının Beyanı:

Bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı tatmin olacağım şekilde cevapladı.

Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun bana herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ayrıca araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir bilgi, soru sorma ihtiyacım olduğunda Ece Mani ile iletişim kurabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyor ve bu onay belgesini

kendi hür irademle imzalıyorum. Araştırmacı, saklamam için imzalı bu belgenin bir kopyasını bana teslim etmiştir.

Gönüllü/Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Telefon:

İmza:

Tarih:

Görüşme Tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Telefon:

İmza:

Tarih:

Araştırmacı

Adı soyadı,

ünvanı:

Adres:

Ek 3: Değerlendirme Formu



DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ
DEĞERLENDİRME FORMU

Sosyo-Demografik Özellikler

Yaş: Boy: Vücut ağırlığı: BKİ: kg/m²

Dominant Taraf: ☐ Sağ ☐ Sol

Alkol Kullanımı: ☐ HAYIR ☐ EVET / kadeh/hafta, yıldır

Sigara Kullanımı: ☐ HAYIR ☐ EVET / adet/gün, yıldır

Kafein Kullanımı: ☐ HAYIR ☐ EVET / adet/gün, yıldır

Özgeçmiş: ☐ Yok ☐ Kardiyopulmoner Hastalık ☐ Kardiyometabolik Hastalık

☐ Kas İskelet Sistemi Hastalığı ☐ Diğer:.....

Soygeçmiş: ☐ Yok ☐ Kardiyopulmoner Hastalık ☐ Kardiyometabolik Hastalık

☐ Kas İskelet Sistemi Hastalığı ☐ Diğer:.....

Diz Ekstansiyon Açısı

1. Test	2. Test	3. Test	Takip Test

Propriyosepsiyon Değerlendirmeleri

- Pozisyon Duyusu Değerlendirmesi

	Test Tekrarı	Hareket Açısı	Mutlak Hata
1. Değerlendirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
2. Değerlendirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
3. Değerlendirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
Takip Değerlendirmesi	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		

- **Hareket Hissi Değerlendirmesi**

	Test Tekrarı	Hareket Açısı	Mutlak Hata
1. Değerlendirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
2. Değerlendirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
3. Değerlendirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
Takip Değerlendirmesi	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		

Denge Testleri

- **Flamingo Denge Testi**

1. Test	2. Test	3. Test	Takip Testi
.....tekrar	tekrar	tekrar	tekrar

- **Y Denge Testi**

		1.Değ.		2.Değ.		3. Değ.		Takip Değ.	
		Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Anterior	1.Test								
	2.Test								
	3.Test								
	En iyi değer								
Posterolateral	1.Test								
	2.Test								
	3.Test								
	En iyi değer								
Posteromedial	1.Test								
	2.Test								
	3.Test								
	En iyi değer								
SİAS-Medial Malleol mesafesi		Sağ:		Sol:					
		1.Değ.		2.Değ.		3. Değ.		Takip Değ.	
Karma uzanma mesafesi									

Sıçrama Testleri

- **Dikey Sıçrama Testi**

	Nötral:	Nötral:	Nötral:	Nötral:
	1.Değ.	2.Değ.	3.Değ.	Takip Değ.
1.Test				
2.Test				
3.Test				
En İyi Değer				

- **Yatay Sıçrama Testi**

	1.Değerlendirme	2.Değerlendirme	3.Değerlendirme	Takip Değ.
1.Test				
2.Test				
3.Test				
En İyi Değer				

Kas Kuvveti Pik Tork Değerleri

		1.Değ.	2.Değ.	3. Değ.	Takip Değ.
120°/sn	Kuadriseps				
	Hamstring				
	Oran				