

**TC.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAMSTRİNG KAS KISALIĞININ DİZ EKLEMİ
PROPRİOSEPTİF DUYUSUNA ETKİSİ**

Fzt. Seval TAMER

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2013

**TC.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAMSTRİNG KAS KISALIĞININ DİZ EKLEMİ
PROPRİOSEPTİF DUYUSUNA ETKİSİ**

Fzt. Seval TAMER

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Yavuz YAKUT**

ANKARA

2013

Anabilim Dalı : Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
 Program : Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
 Tez Başlığı : Hamstring Kas Kısırlığının Diz Eklemi Propriyoseptif
 Duyusuna Etkisi
 Öğrenci Adı-Soyadı : Seval TAMER
 Savunma Tarihi : 12.09.2013

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Yavuz YAKUT
 Hacettepe Üniversitesi
 Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yavuz YAKUT
 Hacettepe Üniversitesi
 Üye : Prof. Dr. Filiz CAN
 Hacettepe Üniversitesi
 Üye : Prof. Dr. Edibe ÜNAL
 Hacettepe Üniversitesi
 Üye : Prof. Dr. Zafer ERDEN
 Hacettepe Üniversitesi
 Üye : Yrd. Doç. Dr. Aydan AYTAZ
 Başkent Üniversitesi

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ersin FADILLIOĞLU

Enstitü Müdürü y.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince manevi desteğini esirgemedi yol gösteren, bilgi birikimi paylaşan, tez çalışmasının planlanması, okulumuzun olanaklarının kullanılması konusunda yardımları olan tez danışmanım değerli hocam Sayın Prof. Dr.Yavuz YAKUT'a,

Tez çalışmam sırasında bilgi birikimlerini ve zamanını benden esirgemeyen, tecrübelerini paylaşan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Filiz CAN' a,

Tezin her aşamasında yardım ve destekleri ile yanımda olan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Zafer ERDEN ve Yard. Doç. Dr. Gürsoy COŞKUN' a,

Tez çalışmamda verdikleri destekler için Sayın Prof. Dr. Mintaze KEREM GÜNEL, Doç. Dr. Özlem ÜLGER, Dr. Fzt Ayla FİL, Sayın Prof. Dr. Nilgün BEK, Prof. Dr. Deniz İNAL İNCE, Uzm. Fzt. Hilal HOTAMAN KEKLİCEK, Uzm. Fzt. Yeliz SALCI ve Uzm. Fzt. Gözde GÜR'e,

Tez aletlerinin kullanılması konusunda yardımları olan Sayın Prof. Dr. Gül BALTACI, Sayın Prof. Dr. Edibe ÜNAL, Sayın Prof. Dr. Türkan AKBAYRAK, Fzt. Işıl ÖZAYDINLI, Fzt. Hasan Erkan KILINÇ, Fzt. Burak ULUSOY ve Fzt. Damlagül AYDIN ÖZCAN' a,

Tüm yardım ve destekleri için değerli arkadaşlarım Uzm. Fzt. Özgün KAYA KARA ve Uzm. Fzt. Ceren GÜRŞEN' e,

Çalışmama gönüllü olarak katılımları ile yardımcı olan tüm arkadaşlarıma,

Hayatımın her anında tüm özverileriyle maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Fatmagül TAMER, babam Zeynel TAMER ve kardeşlerim, Yusuf TAMER, Sevgi SERT ve Yalçın TAMER'e sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Tamer, S. Hamstring Kas Kısıklığının Diz Eklemi Proprioseptif Duyusuna Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013. Bu çalışmada hamstring kas kısıklığının propriyosepsiyon duyusu üzerine olan etkisi araştırıldı. Çalışmamıza 61 sağlıklı birey katıldı. Hamstring kısıklığı olan bireyler rastgele yöntemle iki gruba ayrıldı ve hamstring kısıklığı olmayan bireyler 3. gruba dâhil edildi. 1. gruba germe pasif statik germe egzersizleri 6 hafta boyunca, günde 1 kez olmak üzere haftanın 5 günü 30 sn süre ile 6 kez tekrarlanarak uygulandı. 2 ve 3. gruptaki bireylere herhangi bir müdahale olmaksızın sadece değerlendirmeler yapıldı. Bireylerin hamstring kas uzunluğu ölçümü aktif diz ekstansiyon yöntemiyle, propriyosepsiyon (aktif eklem pozisyon hissi ve koordinasyon) testleri ise Monitörize Fonksiyonel Squat Sistem aletiyle ilk gün, 3. hafta ve 6. hafta sonunda değerlendirildi. Yapılan değerlendirmelerde 1. grubun aktif diz ekstansiyon değerlerinin 3. ve 6. hafta sonunda diğer gruplara göre anlamlı olarak arttığı görüldü ($p<0.05$). Aktif eklem pozisyon hissi bakımından karşılaştırıldığında grup içinde ve gruplar arasında 3. ve 6. hafta sonunda anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$). Tüm gruplardaki bireylerin koordinasyon değerlerinde ilk değerlendirmeye oranla 6. haftada anlamlı artma olduğu ($p<0.05$) ancak gruplar arasında fark oluşmadığı belirlendi ($p>0.005$). Bu sonuçlar doğrultusunda hamstring kaslarının kısıklığının diz eklemi propriyosepsiyon duyusuna etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Daha önce propriyosepsiyon çalışmalarında değinilmemiş koordinasyon duyusunun tüm gruplarda iyileşme göstermesinin, koordinasyonun kolay öğrenilebilir proprioseptif bir yetenek olduğu ve proprioseptif çalışmalar için öncelikle tercih edilmesinin yararlı olabileceği görüşüne varıldı.

Anahtar kelimeler: Proprioseptiyon, Germe, Hamstring Kasları

ABSTRACT

Tamer, S. The Effect of Hamstring Muscle Tightness on Knee Proprioceptive Sense, Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Master Science Thesis in Physical Therapy and Rehabilitation Program, Ankara, 2013. The effect of hamstring muscle shortening sense of proprioception was investigated in this study. 61 healthy subjects participated in our study. Subjects with hamstring tightness were randomly divided into two groups (Group 1 and Group 2) and subjects without hamstring tightness were included in Group 3. Passive static stretching exercises were applied to first group 5 days per week for 6 weeks, 30 seconds for 6 repetitions each day. The subjects in the second and third group were assessed without any intervention. Subjects' hamstring muscle length measurement was evaluated with active knee extension method, proprioception (the active joint position sense and coordination) tests with Monitored Functional Squat System tool at first day, 3 and 6 weeks. The first group of active knee extension values in 3rd and 6th weeks were significantly increased according to other groups' values ($p < 0.05$). When the groups were compared in terms of active joint position sense, there was no significant difference intra-group inter-group values in 3rd and 6th weeks ($p > 0.05$). The significant increase was seen the coordination values of subjects in all groups, while no difference was seen between in the groups. Based on these results, it was observed that hamstring muscles shortening did not affect to the sense of knee joint proprioception. Owing to improvement in coordination sense that did not mention previous studies about proprioception for all groups, it was concluded that coordination was a proprioceptive skill easily learned and it could be useful to prefer primarily for proprioception studies.

Key words: Proprioception, Stretch, Hamstring Muscles

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Propriyosepsiyon	5
2.1.1. Tanım	5
2.1.2. Propriyoseptif Organ ve Reseptörler	6
2.1.2.1. Eklem Reseptörleri	6
2.1.2.2. Deri Reseptörleri	6
2.1.2.3. Kas Reseptörleri	7
2.1.3. Propriyosepsiyon ve Sensorimotor Kontrol	9
2.1.4. Propriyosepsiyon ve Santral Sinir Sistemi	10
2.1.5. Propriyosepsiyonun Bileşenleri	11
2.1.6. Propriyosepsiyon Ölçüm Yöntemleri	11
2.1.7. Diz Eklemi Propriyoseptif Duyusu	13
2.1.8. Propriyosepsiyonu Etkileyen Faktörler	14
2.3. Germe Egzersizleri	15
2.3.1. Germe Teknikleri	15
2.3.2. Germe Egzersizlerinin Etkileri	16
2.3.2.1. Biyomekanik Etki	17
2.3.2.2. Hücresel Düzeyde Etki	18
2.3.2.3. Nöral Özellikler	19
2.3.2.4. Germe Egzersizlerinin Akut Etkisi	20
2.3.2.5. Germe egzersizlerinin Kronik Etkisi	21
2.3.2.6. Germe Egzersizlerinin Performansa Etkisi:	21

2.3.2.7. Germe Egzersizlerinin Yaralanma Riskine Olan Etkisi	22
3. BİREYLER VE YÖNTEM	23
3.1. Bireyler	23
3.2. Yöntem	25
3.2.1. Fiziksel Özellikler	25
3.2.2. Kısalık Ölçümü	25
3.2.3. Propriyoseptif Duyu Ölçümü	26
4.BULGULAR	30
4.1. Bireylerin Fiziksel Özellikleri	30
4.2. Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığı	31
4.3. Koordinasyon Ölçümleri	34
4.3.1. Koordinasyon Egzentrik Yön Ölçümleri	34
4.3.2. Koordinasyon Konsentrik Yön Ölçümleri	37
4.4.Aktif Eklem Pozisyon Hissi Ölçümleri	40
4.4.1. Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümleri	40
4.4.2. Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümleri	42
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	52
EKLER	63
EK. 1. Etik Kurul Onay Sayfası	63
EK. 2. Değerlendirme Formu	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

X	: Aritmetik ortalama
ss	: Standart Sapma
sn	: Saniye
cm	: Santimetre
Kg/m ²	: Kilogram/metrekare
kg	: Kilogram
BKİ	: Beden Kütle İndeksi
n	: Birey sayısı
GTO	: Golgi Tendon Organı
ark	: Arkadaşları
PNF	: Propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon
RNA	: Ribo Nükleik asit
DNA	: Deoksi Ribo Nükleik Asit
IGF	: İnsülin benzeri büyüme faktörü
MM	: Matriksmetalloproteinaz
TIMMP	: Tissue inhibitor matriksmetalloproteinaz
H	: Refleks Hoffmann refleksi
SSEP	: Somatosensor uyarılma potansiyeli

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1.1. Afferent propriyoseptif organ ve reseptörler	5
Şekil 2.1.1.2. Kas İğciği	8
Şekil 2.1.1.3. Golgi Tendon Organı	8
Şekil 2.1.1.4. Propriyosepsiyon ve santral sinir sistemi	11
Şekil 2.1.1.5. Propriyosepsiyon ölçüm yöntemleri	12
Şekil 3.2.2.1. Hamstring kas kısalığı ölçümü	26
Şekil 3.2.2.2. Aktif Eklem Pozisyon Hissi Ölçümü	27
Şekil 3.2.2.3. Koordinasyon Testi	28
Şekil 3.2.2.4. Germe Tekniğinin Uygulanması	28

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Germe Teknikleri ve Etkileri	16
Tablo 3.1. Araştırma Akış Diyagramı	24
Tablo 4.1. Bireylerin Fiziksel Özellikleri	30
Tablo 4.2. Bireylerin Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığının Gruplar Arası Karşılaştırılması	31
Tablo 4.3. Bireylerin Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığının Ölçümler Arası Karşılaştırılması	32
Tablo 4.4. Bireylerin Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığı Ölçümlerinin Karşılaştırılması	33
Tablo 4.5. Bireylerin koordinasyon egzentrik yön ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılması	34
Tablo 4.6. Bireylerin Egzentrik Yön Ölçümlerinin Karşılaştırılması	35
Tablo 4.7. Bireylerin Egzentrik Yön Ölçümlerinin Karşılaştırılması	36
Tablo 4.8. Bireylerin Koordinasyon Konsentrik Yön Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması	37
Tablo 4.9. Bireylerin koordinasyon konsentrik yön ölçümlerinin karşılaştırılması	38
Tablo 4.10. Bireylerin konsentrik yön ölçümlerinin karşılaştırılması	39
Tablo 4.11. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması	40
Tablo 4.12. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümlerinin Karşılaştırılması	41
Tablo 4.13. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması	42
Tablo 4.14. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması	42

1. GİRİŞ

Propriyosepsiyon vücut bölümlerinin uzaydaki konumundan bilinç ve bilinçdışı düzeyde haberdar olma yeteneğidir. Başka bir deyişle propriyosepsiyon; kaslar, tendonlar, eklem kapsülü, bağlar, menisküsler, menisküslerin bağları, derideki reseptörlerden gelen afferent uyarılar ile (1) vestibüler ve vizüel sistemlerden elde edilen girdilerin, eklem stabilizasyonunu sağlayan periartiküler kas aktivitesini düzenlemek amacıyla merkezi sinir sistemi tarafından biraraya getirilmesidir (2) .

Hamstring kaslarında görülen kısıklık, hamstringlerin değişik derecelerdeki yaralanmaları, patellafemoral ağrı sendromu (3), patellar tendinit (4) ve lumbal disk patolojileri (5) gibi durumlar için önemli bir etken faktör olarak kabul edilir. Hamstring kas kısıklığı, kas ve iskelet sistemi yaralanmalarına olan yatkınlığı arttıran ve popülasyonda yaygın olarak görülen önemli bir kas-iskelet sistemi problemidir (6).

Germe egzersizleri, kas kısıklıklarını gidermek, esnekliği geliştirmek, performansı arttırmak, egzersiz sonrası kas yorgunluğunu en aza indirmek amacı ile hem hasta, hem de sağlıklı bireylerde sıklıkla kullanılan egzersizlerden birisidir. Klinik kullanımda birçok germe yöntemi olmakla birlikte statik germe yöntemi, kasın esnekliğini arttırmak için kullanılan germe tekniklerinin en basit ve en yaygın yöntemidir. Kasın, ağrı ve rahatsızlık oluşturmada, tolere edilmiş en büyük uzunlukta ve orta şiddette gerilim ile yavaşça uzatılması prensibine dayanır. Statik germe yöntemi, öğrenme ve uygulama kolaylığının yanı sıra, güvenilir germe yöntemi olması nedeni ile klinik kullanım ve ev programı olarak fizyoterapistler tarafından sıklıkla önerilen bir germe şeklidir (7).

Germe tekniklerinin, gerilen dokuya olan etkisini içeren çok fazla çalışma vardır ve özellikle kastaki kas-tendon bileşkesinin, germe işleminden en çok etkilenen yapı olduğu bilinmektedir. Kas-tendon bileşkesindeki konnektif dokunun statik ve dinamik komponentlerinin özelliğine bağlı olarak, germe egzersizleri ile eklem hareketliliğinde artış sağlandığı belirtilmiştir (8). Konnektif dokunun statik komponenti, viskosite ve elastisitedir. Konnektif dokunun dinamik komponenti ise kasın nöral refleksidir (8). Bu nedenle pasif germe sonunda eklem hareket açıklığındaki artış, biyomekanik, nörolojik ve moleküler mekanizmalar ile açıklanır.

Germe egzersizleri ile biyomekanik ve hücresel düzeyde matriks yapım ve yıkımını düzenleyen proteinler, büyüme faktörleri, mRNA, DNA gibi pek çok biyolojik sentez açığa çıkarak dokunun gerilmeye karşı korunma adaptasyonunu sağlar (9).

Germenin, nöral yapılara olan etkisinin ise daha çok tamamlayıcı rol oynadığı belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarla, germe işleminden hemen sonra akut etki olarak, kas içiği duyarlılığında azalma olduğu veya kas-tendon bileşkesinde esnekliğin arttığı; sonuçta da spinal refleks yolla uyarılmanın azaldığı gösterilmiştir. Germanin kronik etkisi olarak ise, motor nöron havuzuna Ia afferentinden giden sinaptik iletimin veya nöral girdinin azaldığı bildirilmiştir. Motor nöron havuzunun nöral girdisindeki bu azalmanın, kastaki veya kas-tendon bileşkesindeki pasif sertlik ile ilişkili olmadığı, kısmen kazanılan eklem hareket genişliği ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (10,11). Bu genel görüşten yola çıkılarak Hamstring Kası ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, Hamstring kasına uygulanan germe egzersizinin akut olarak dinamik rezistansta azalmaya neden olduğu ve daha sonra uygulanan tekrarlı ve uzun süreli germelerin (90 sn üzerinde) , kronik etki olarak statik rezistansta da azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (12).

Propriyoseptif egzersizler, kas içiğinden sağlanan afferent girdi artmadığı halde, spinoserebellar ve dorsal lateral-medial lemniskal bağlantıların duyarlılığının geliştirilmesine bağlı olarak propriyoseptif cevabı hızlandırır ve propriyoseptif duyuyu geliştirir (13). Egzersiz eğitimi propriyoseptif duyuları geliştirirken, yorgunluk seviyesinde yapılan egzersizlerin kas içiği ve golgi tendon organı aktivitesini bozarak propriyoseptif duyuyu (denge ve eklem pozisyon hisini) azalttığı ve bunun sonucunda sporcularda sakatlanma riskinin arttığı belirtilmiştir (13).

Germe egzersizleri, yumuşak dokuda uzamaya neden olup mekanoreseptörleri (Ruffini, Paccinian, Golgi Tendon Organı, Kas İçiği) uyarır; bu nedenle de propriyosepsiyonu etkiler (14).

Germenin veya germe egzersizlerinin, yumuşak dokudaki nöral yapıları akut ve kronik olarak etkilediği genel bir bilgi olarak çok iyi bilinmesine rağmen, literatürde bu etkinin propriyoseptif duyuya olan etkisini içeren çalışmalar yok denecek kadar azdır. Oldukça az sayıdaki bu çalışmaların 3'ünde diz çevresi kaslarına statik germe yöntemleri kullanılmış ve bu yöntemlerin eklem pozisyon hissi veya kinestezi

üzerine olan akut etkisi ölçülmüştür. Ölçüm aleti olarak, eklem pozisyon ölçüm aleti ve hava splinti kullanılmış ve sadece birer parametre değerlendirmeye alınmıştır. Halbuki proprioepsiyon duyusu, çok bileşenli ve oldukça kompleks bir duyudur ve tam olarak ölçülmesi de mümkün değildir. Bunda proprioepsiyonun çok komponentli olması kadar, bu konuda ölçüm yapabilecek objektif ölçüm aletlerinin olmaması da rol oynar. Bu nedenle proprioepsiyonu değerlendirirken, sadece eklem pozisyon hissi veya kinestezi değil, proprioepsiyonun diğer parametreleri olan koordinasyon ve dengenin de değerlendirilmesi sonuçların yorumu açısından önemlidir (15-17).

Literatürde bu konuda yapılan bir tez çalışmasında ise sporculardan oluşan 3 ayrı grup üzerinde uygulanan dinamik germe, statik germe ve propriyoseptif fasilitasyon yöntemi ile alt ekstremiteye bütün olarak germe uygulanmış ve bu 3 yöntemin akut ve kronik etkileri gruplar arası karşılaştırılmıştır. Ölçüm yöntemi olarak diğer çalışmalardan farklı olarak eklem pozisyon hissi ve kinestezinin yanısıra denge de ölçülmüştür; ancak koordinasyona bakılmamıştır (18). Halbuki proprioepsiyon için koordinasyonun ölçümü, en az denge kadar önemlidir. Ayrıca her kas için izole olarak verilen germenin etkisinin ölçümü, alt ekstremiteye bir bütün olarak verilen germenin tersine sadece o kasa yönelik ve o kasın propriyoseptif özelliğini detaylı olarak değerlendirmeye olanak sağlayacaktır. Özellikle vücudumuzda en çok kısıklık görülen ve bu nedenle çeşitli kas-iskelet sistem sorunlarına yol açan Hamstringler üzerine yapılacak olan izole germe ve bu germenin kronik etkisinin yine izole olarak değerlendirilmesinin fizyoterapistler için büyük klinik önemi vardır. Literatürde izole Hamstring germenin kronik etkisini hem eklem pozisyon hissi, hem de koordinasyon yönünden değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışma ile hem hasta, hem de sağlıklı bireylerde sıkça görülen ve diz veya bel yaralanmalarının etken faktörü olarak öne sürülen Hamstring kas esnekliğinin arttırılmasının, diz ekleminde propriyoseptif duyuya olan etkisi açığa çıkartılacaktır. Bu çalışmanın Fizyoterapistlerin rehabilitasyon çalışmaları sırasında, bu etki durumuna göre egzersiz programlarını düzenlemelerinde katkıda bulunulacağı düşünülmektedir. Çalışmanın amacı; sağlıklı bireylerde hamstring kas kısıklığının proprioepsiyonun komponentleri olan eklem pozisyon hissi ve

koordinasyon üzerine olan etkilerini saptamak; daha sonra verilecek statik germe egzersizleri ile eklem hareket sınırının açılması sonucunda propriyoseptif duyu üzerine olan değişimi belirlemektir.

Bu çalışma için belirlediğimiz hipotezler aşağıda sıralanmıştır.

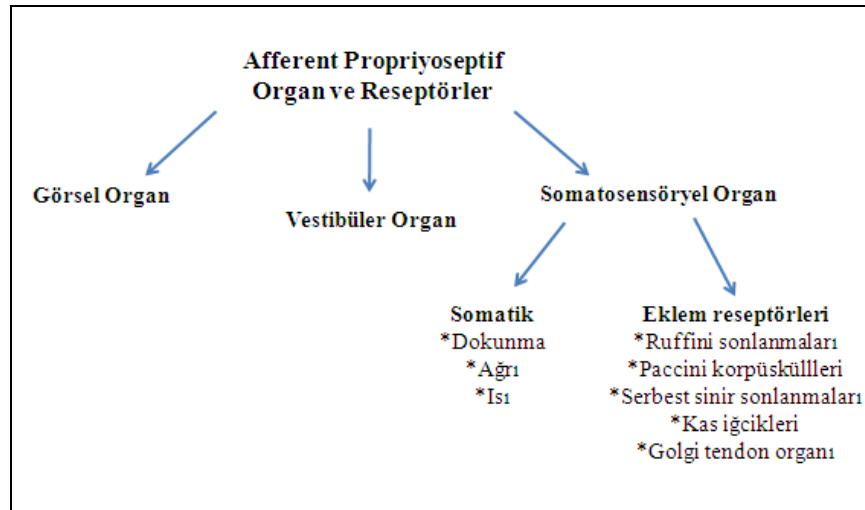
1. Hipotez: Hamstring kas kısalığı, diz eklemi propriyoseptif duyusunu etkiler.
2. Hipotez: Hamstring kas kısalığı durumunda germe uygulaması diz eklemi propriyoseptif duyusunu değiştirir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Propriyosepsiyon

2.1.1. Tanım

İlk kez Charles Bell tarafından 6. duyu olarak adlandırılan propriyosepsiyon Latince 'kendi başına olma' anlamına gelir (19-20). 1906 yılında Charles Sherrington (14), propriyosepsiyonu vücut bölümlerinin uzaydaki konumundan bilinç ve bilinçdışı düzeyde haberdar olma yeteneği olarak tanımlamıştır. Kaslar, tendonlar, eklem kapsülü, bağlar, menisküsler, menisküs bağları, derideki reseptörlerden gelen afferent uyarılar ile (1), vestibuler ve vizüel sistemlerden elde edilen inputların merkezi sinir sistemi tarafından eklem stabilizasyonu sağlayan periartikuler kas aktivitesini düzenlemek amacıyla bir araya getirilmesidir (2). Propriyosepsiyon, afferent ve efferent sistem arasında etkileşim kurarak dinamik ve statik aktiviteler sırasında vücut stabilite ve oryantasyonunu sağlayan, karmaşık bir nöromusküler sistemdir (21).



Şekil 2.1.1.1. Afferent propriyoseptif organ ve reseptörler (22).

2.1.2. Propriyoseptif Organ ve Reseptörler

Propriyoseptif bilgiler eklem, kas ve deri reseptörlerinden kaynaklanmaktadır.

2.1.2.1. Eklem Reseptörleri

Ruffini ve paccini reseptörleri golgi tendon organına (GTO) benzer reseptörlerdir. Eklem kapsülü, dış ve iç yan bağlarda, menisküste, infrapatellar yağ yastıkçıklarında histolojik olarak bulunmaktadır (22).

**Ruffini reseptörleri (tip1):* En çok tanımlanan reseptördür. Yavaş adapte olan, düşük eşikli, statik ve dinamik durumda aktif olma özelliğine sahip reseptörlerdir (14). Ruffini reseptörleri statik eklem pozisyonunun yanısıra, intraartikular basınç, eklem rotasyonunun hız ve amplitütü bilgisini alır (21). Eklem kapsülü ve ligamentlerinde bulunur (23).

**Paccini reseptörleri (tip2) :* Hızlı adapte olan, düşük eşik karakteristiğine sahip, dinamik reseptör olarak tanımlanır (14). Statik durumda ve sabit hızda sessiz iken dinamik durumda aktive olur (21). Eklem kapsülünde bulunan bu reseptörler yüksek frekanslı vibrasyon duyusu iletiminden sorumludurlar (23).

**GTO benzeri reseptörler (tip 3):* En büyük eklem mekanoreseptörleridir. Yavaş adapte olan ve yüksek eşikli reseptörler olup sadece dinamik hareket ve aşırı eklem hareketi sırasında aktive olurlar.

**Serbest sinir sonlanmaları (tip 4):* Statik ve dinamik durumda yavaş adapte olan reseptörlerdir. Ligament ve ilgili kaslarda bulunan reseptörler ağrı duyusu bilgisini alırlar (21).

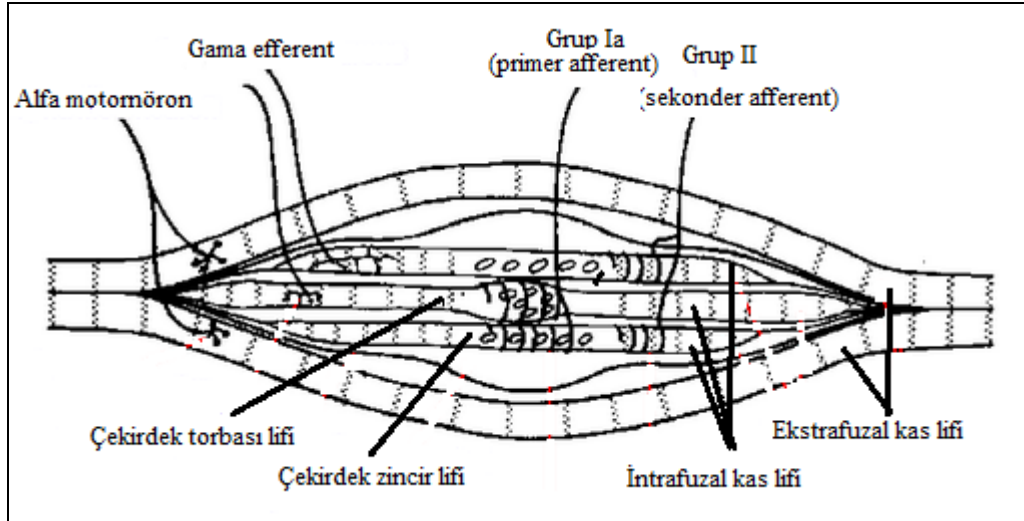
2.1.2.2. Deri Reseptörleri

Bu reseptörler gerildiği zaman eklem pozisyon hissi ve kinestezi hakkında bilgi verirler ancak eklem stabilizasyonunun sağlamlasına katkılarına dair kanıt bulunmamaktadır. Literatürde, deri reseptörlerinin çok bulunduğu parmaklarda pozisyon duyusunun daha iyi alındığı gösterilmiştir (21,24).

2.1.2.3.Kas Reseptörleri

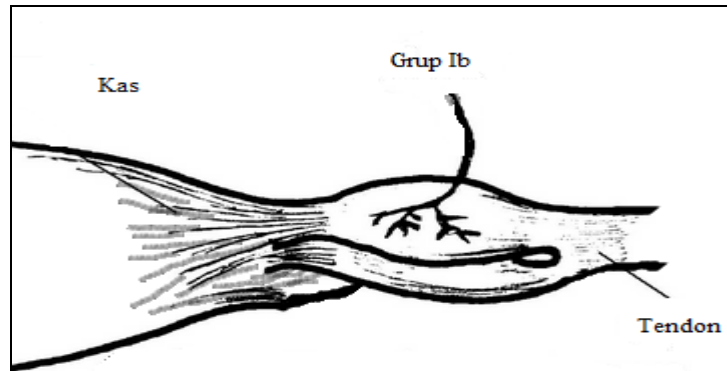
Kasta bulunan mekanoreseptörler, GTO ve kas iğciğidir.

**Kas iğciği*, kasın orta bölümünde yer alan kasın boyu ve boyundaki değişimin hızı ile ilgili bilgileri taşıyan mekanoreseptördür. 3-20 milimetre (mm) uzunluğundaki kas iğciğini intrafuzal kas lifleri oluşturur ve ektrafuzal kas lifine tutunur. İntrafuzal kas liflerinin orta kısımları aktin ve miyozin içermediği için kas iğciğinin reseptör parçasının kasılma fonksiyonu yoktur. Bu reseptör parçası kasın tümünün uzaması ve intrafuzal liflerin kasılması ile uyarılır. İntrafuzal lifler, kese çekirdekli ve zincir çekirdekli lifler olarak ikiye ayrılır. Kese çekirdekli lifler, merkezinde çok sayıda nükleus barındırır. Zincir çekirdekli lifler ise kese çekirdekli liflerin yarısı uzunluğundadır. Kas iğciğinin reseptör alanında primer ve sekonder sonlanma adında iki duyusal sonlanma vardır. Primer afferent lifler çekirdeğin orta kısmında bulunan grup IA lifleridir. Sekonder afferent lifler ise zincir çekirdekli liflerin bir veya iki tarafını sarar. Grup IA lifleri yavaş ve ani gerilmeye, grup II lifleri ise sadece yavaş gerilmeye aktifleşerek omuriliğe bilgi verir. Kasa uygulanan ani germe ile grup IA lifleri uyarılır ve medulla spinalisten monosaptik refleks yolu ile aynı kas çok kısa sürede kasılır. Bu reflekse miyotatik refleks adı verilmektedir. Kas yeni uzunluğuna ulaştıktan sonra bu dinamik gerim refleksi azalır ve kas aşırı uzunlukta kaldığı sürece daha çok grup II liflerinden iletilen sinyaller ile kas kontraksiyonu uzun süre devam ettirilir (25). Buna ek olarak, Dimitriou ve diğ (26), grup IA liflerinin motor hareketler sırasında önceden bilgi verme özelliğine sahip olduğunu göstermişlerdir. İntrafuzal lifler gama motor sinirlerle uyarılır. Eklem pozisyon ve hız geri bildiriminden esas olarak kas iğciği sorumludur. Gama dinamik efferentler ile kese çekirdekli intrafuzal lifler, gama statik efferentler ile daha fazla zincir çekirdekli lifler ile uyarılır ve santral sistem tarafından düzenlenme yapılır. Kas iğciği özellikle gözler kapalı iken postüral kontrol ve propriyosepsiyondan sorumludur (13).



Şekil 2.1.1.2. Kas İğciği (25)

**Golgi tendon organı (GTO)*: Kas tendon bileşkesinde bulunan GTO'na bir tek akson girer ve kollajen doku arasına myelinsiz serbest uçlar verir. Kas kontraksiyonu sırasında tendon gerilir, kollajen lifler düzleşir ve GTO reseptörleri uyarılır. Bu uyarılma aynı kasta inhibisyona ve antagonist kasta eksitasyona neden olur (21). Kas ve tendondaki gerilim, aşırı hal aldığı zaman ilgili kas gevşeyerek kas ve tendonun zarar görmesini engeller.



Şekil 2.1.1.3. Golgi Tendon Organı (25)

GTO kasın gerimini algılamak, kas içiği kasın uzunluğu ve uzunluğundaki değişimleri algılar (24).

Hızlı adapte olan mekanoreseptörler hareket değişikliklerine duyarlıdır, yavaş adapte olan kas ve eklem reseptörleri de eklem pozisyonu ile ilgili periferden gelen bilgileri sağlar. Kas ve eklem reseptörlerinin birbirini tamamlayıcı olduğu söylenmektedir (23).

Propriyosepsiyon, son zamanlarda postüral denge, eklem stabilizasyonu ve diğer bilinçli algılar için vücudun periferinden gelen afferent bilgiler olarak tanımlanır (14).

Propriyosepsiyon yerine somatosensitizasyon, denge, kinestezi, refleks olarak eklem stabilizasyonu ve eklem pozisyon hissi olarak alternatif ve yanlış tanımlar kullanılmaktadır. Somatosensitizasyon, propriyosepsiyondan daha genel bir terimdir. Tüm mekano ve termoreseptörleri ve periferden gelen ağrı reseptörlerini içerir. Bilinçli somatosensör bilgi ise ağrı, sıcaklık, dokunma ve bilinçli propriyoseptif duyuları içermektedir. Bu nedenle bilinçli propriyosepsiyon somatosensitizasyonun alternatifi olarak kullanılmamalıdır (14).

Dinamik eklem stabilizasyonu; nöromusküler kontrol ve propriyosepsiyonun, postüral kontrol; vizüel, vestibüler ve propriyosepsiyon duyularının sonucudur (21). Koordinasyon ise santral sinir sistemi yoluyla motor sistem ve bağlantılarını en iyi şekilde idare eden içsel bir düzenlemedir (22).

2.1.3. Propriyosepsiyon ve Sensorimotor Kontrol

Propriyosepsiyonun motor kontroldeki rolü, eksternal ve internal çevredeki rolü olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir. Eksternal çevredeki rolü ani perturbasyonlara karşı propriyosepsiyon ve daha fazla vizüel inputlarla ilgilidir. İnternal çevredeki rolü, planlama ve modifikasyonla ilgilidir.

Kas katılığı, intrinsik ve ekstrinsik refleks komponentlere ayrılır. Tendon ve fasyalar çok miktarda kollagen içerdikleri için gerildiklerinde elastik ve viskoelastik özellik gösterirler. İntersik komponent, aktin ve miyozin çapraz köprülerini içerir. İntersik komponentin katılığının artması, kasta reflektif nöral aktivasyonu arttırması sebebiyle kas içiğinin daha hızlı bilgi iletmesini sağlar. Bu durum motornöron havuz uyarımı ile açıklanmaktadır. Sonuç olarak, propriyosepsiyon eklem

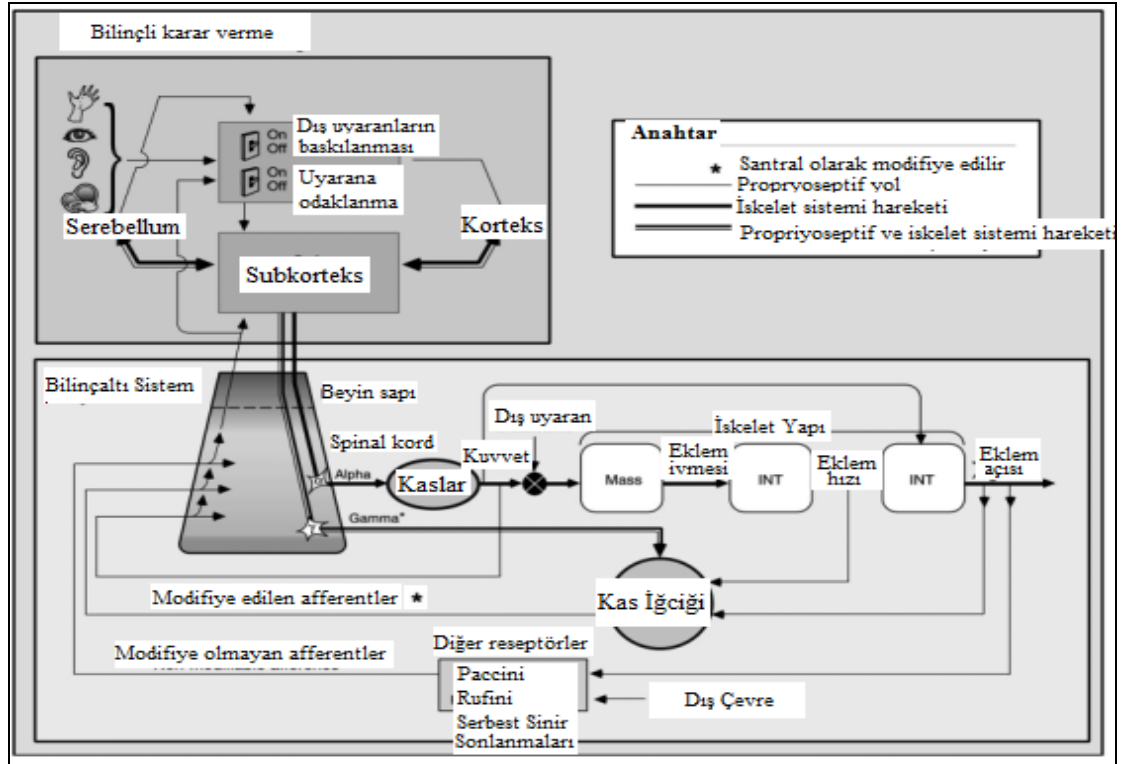
stabilizasyonu üzerinde sensorimotor kontrol için çok önemli bir fonksiyona sahiptir (27).

2.1.4. Propriyosepsiyon ve Santral Sinir Sistemi

Propriyoseptif bilgiler, miyelinli aksonlar ile hızlı iletilen liflerle taşınarak dorsal kök ganglionuna gelir. Bilinçli eklem pozisyonu ve hareket karakterini belirleyen şuurlu propriyosepsiyon, medulla spinalisin posterior kolonunda fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus'tan yukarı çıkarak (28) mezensefalik retiküler formasyon, talamik nükleus, serebellum ve parietal lobda premotor alana (Broadmann 5-7) ulaşır (13).

Şuurlu propriyosepsiyon duyusu ise traktus spinocerebellaris posterior ile anterior serebelluma ulaşır. Bu yol gövde ve alt ekstremité hareketleri sırasında koordinasyon için gerekli bilgileri taşır. Traktus cuneocerebellaris ve traktus spinocerebellaris rostralis üst ekstremité şuurlu propriyosepsiyon duyusunu taşır (29). Bu yol ile serebelluma taşınan hareket bilgilerinin denge düzenlenmesi yapılır ve bilgiler kortekse ulaşmadığı ve farklı yollardan kompanse edildiği için klinikte sorun oluşturmaz.

GTO, ruffini, paccini reseptörleri çoğunlukla kortekse ulaşmaz çünkü bu liflerin çoğu yavaş adapte olan liflerdir. Ancak kas içiği uyarıları daha çok bilince ulaşır (13).



Şekil 2.1.1.4. Propriyosepsiyon ve santral sinir sistemi (Miller ve ark), (13).

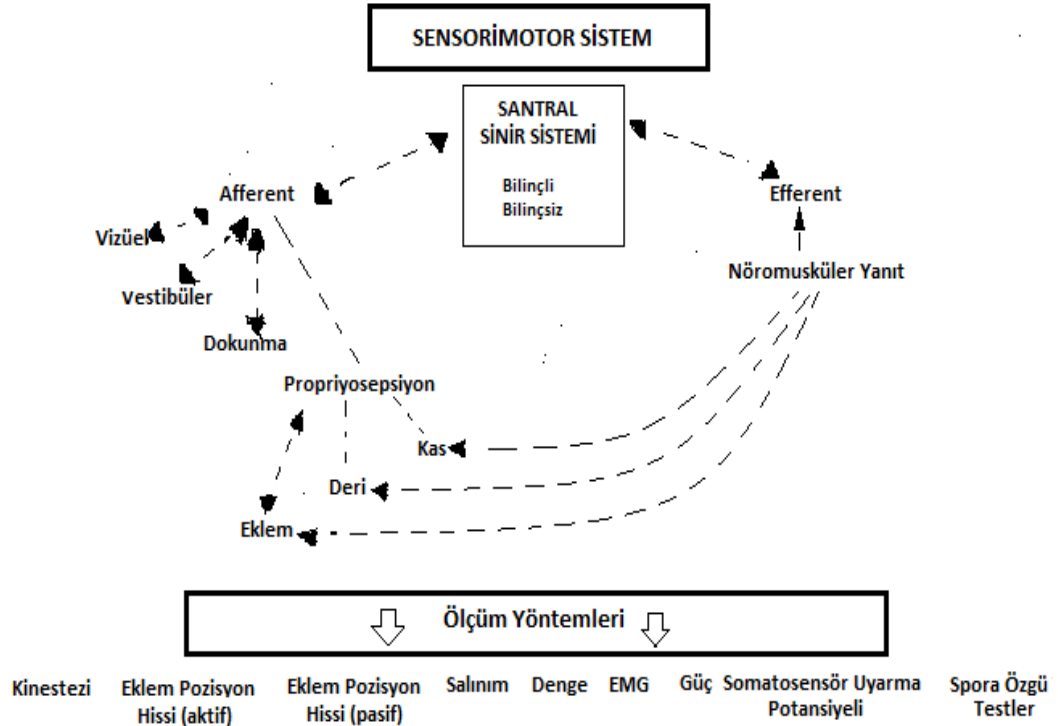
2.1.5. Propriyosepsiyonun Bileşenleri

Propriyosepsiyon, hareketin ahenkli ve düzgün şekilde yapılmasını sağlayan koordinasyonu, hareketin yönünü ve hızını değiştirebilme yeteneği, verilen dirence karşı olan cevap ve zamanlamayı sağlayan çevikliği ve denge ile ilgili unsurları içerir. Bunların hepsi nöromusküler kontrolü içeren somatosensoryel sisteme dahil olan propriyoseptif yeteneklerdir (20,30).

2.1.6. Propriyosepsiyon Ölçüm Yöntemleri

Propriyosepsiyon duyusunu değerlendiren çok fazla ölçüm yöntemi olsa da bunu tek başına ölçen bir düzenek bulunmamaktadır. Literatürde, propriyosepsiyon ölçüm yöntemi olarak en sık eklem pozisyon duyusu, kinestezi ve direnç hissi ölçümü yapılmaktadır. Tüm sensorimotor sistem içerisinde propriyosepsiyonun önemli bir yeri vardır ve propriyosepsiyonu bileşenleri dahilinde ve tüm nöromusküler kontrol içinde değerlendirmek gerekmektedir. Çünkü

propriyosepsiyonu tek başına izole olarak ölçen alet ve yöntem bulunmamaktadır (22).



Şekil 2.1.1.5. Propriyosepsiyon ölçüm yöntemleri (Nyska ve ark.), (31).

Propriyosepsiyon eklem pozisyon hissi, kinestezi ve gerilim hissi ile ölçülür (28,32)

**Kinestezi:* En duyarlı şuurlu propriyosepsiyon ölçümü olduğu düşünülmektedir. Diz pasif olarak, 0,5- 2,5 derece/saniye hızlarla fleksiyon veya ekstansiyon yönünde hareket ettirilir. Kişinin hareketi hissettiği andaki açı değeri ölçülür. Bu testin eklem reseptörlerini, kas reseptörlerinden daha fazla test ettiği söylenmektedir (33). Bu testin eklem reseptörlerinden yavaş adapte olan ruffini ve GTO' ya benzer reseptörleri test ettiği söylenmektedir (32,34).

**Eklem pozisyon hissi:* Propriyosepsiyonun değerlendirilmesinde güvenilir bir yöntemdir. Açık kinetik ve kapalı kinetik pozisyonlarda, aktif veya pasif olarak ölçülebilir. Eklem aktif veya pasif olarak hedef açığa yerleştirilir daha sonra bireyden aktif veya pasif olarak hedef açığı bulması istenir. Hedef açı ve kişinin belirttiği açı

arasındaki fark kaydedilir. Bu amaçlarla özel hareket sistemleri gonyometre, inklinometre, izokinetik sistemler kullanılır (22,34).

Eklem pozisyon hissi pasif ölçümünün kinestezi ölçümünde olduğu gibi (GTO benzeri ve ruffini reseptörlerini) eklem reseptörlerini ve dolayısıyla kortikal bağlantıları test ettiği düşünülmektedir. Eklem pozisyon hissi aktif yerleştirme ile yapılan testinin ise hem kas hem de eklem afferentlerini test ettiği düşünülmektedir (23).

**Direnç hissi:* Bireylerin, kasın farklı açılarda oluşturduğu kuvvet büyüklüklerini tekrarlayabilme ve yeteneklerini karşılaştırılmasıyla ölçülür. Kasa submaksimal ve minimal kontraksiyon gözler açık iken uygulanır sonra gözler kapalı olarak öğretilmiş kuvvetin oluşturulması beklenir bireyin yaptığı hata oranı kaydedilir (34-35).

**Somatosensor uyarılma potansiyeli (SSEP):* Bu teknik ile propriyosepsiyonun afferent duyu bütünlüğü test edilir. Periferden elektrik stimülasyonları ile uyarılan sinirler ile propriyosepsiyonun taşınma yollarındaki hasar tespit edilir (31).

Propriyoseptif duyunun efferent bileşenlerini değerlendirmek amacı ile *sinir iletim hızı* ölçülür ve yine ani eklem hareketleri sırasında kas uyarılmasında gecikme (EMG cihazı ile kas reaksiyon zamanı) ölçülür. Yine bu amaçla *kas performansını* ve kuvvetini ölçen izokinetik aletler, kinetik ve kinematik analizler kullanılabilir (27).

Fonksiyonel olarak vizüel, vestibuler, ve periferel sistemlerin nöromusküler kontrole olan katkılarını değerlendirmek için *denge* ölçümü yapılır. Böylelikle postüral kontrol ve *vücut salınımları* denge platformları ve stabilometre cihazları kullanılarak ölçülebilir. Ayrıca *fonksiyonel aktiviteler* (koşma, inme toplama gibi) ve spora özgü testler ile propriyoseptif duyu hakkında bilgi elde edilebilir (23,27,31).

2.1.7. Diz Eklemi Propriyoseptif Duyusu

Çapraz bağlar mekanik stabilizasyonu sağlamakla birlikte mekanoreseptörleri sayesinde propriyosepsiyon duyusunun sağlanmasında önemli rol alır. Ön çapraz bağın hacminin %1-2 sini mekanoreseptörler oluşturur ve bağlardaki hasarlanma propriyoseptif duyuyu olumsuz yönde etkiler (36-37).

Ön çapraz bağda Paccini, Ruffini, GTO-benzer reseptörlerin yanında çok fazla serbest sinir sonlanmaları olduğu gösterilmiştir bu reseptörler arka çapraz bağ, medial ve lateral kollateral bağlar ve kapsülde (38) , plikalarda (39) da bulunmuştur. Ayrıca menisküsler, proprioseptif reseptörlerin varlığından dolayı eklemi aşırı zorlanmalardan koruyan bir proprioseptif duyu organı olarak da görev yapmaktadır (40).

Ön çapraz bağ yaralanması veya kopması sonucu hamstring kaslarının istem dışı spazmı ile tibianın öne doğru anormal kayması engellenir. Hamstring kasının bu istem dışı spazmı ile sertliği artarak, kas kuvvet artışı olmaksızın tibianın anterior stabilizasyonu artar. Bu durum özellikle ön çapraz bağ yaralanmalarını önleme, yaralanma sonrası eklemi koruma açısından oldukça önemlidir (41).

2.1.8. Propriyosepsiyonu Etkileyen Faktörler

Propsiyosepsiyonu etkileyen faktörler arasında yaş, yorgunluk, ısı değişiklikleri, bandaj kullanımı, eklem dejenerasyonu ve düzenli egzersiz yer almaktadır. Yorgunluğun kas içiği reseptörleri hassasiyetini azaltarak eklem pozisyon ve hareket hissini değiştirdiği gösterilmiştir (28,42). Sıcak propriyoseptif duyuyu iyi yönde değiştirirken, soğuk olumsuz yönde etkilemektedir (43). Bandaj (44), bantlama ve breys (45) kullanımının propriyoseptif girdiyi arttırdığı propriyosepsiyonu olumlu yönde etkilediği belirtilmekle birlikte kanıt düzeyi yeteri kadar açık değildir (30).

Yaşla birlikte propriyoseptif duyu azalır (46). Osteoartrit gibi eklem dejenerasyonları eklem ve bağ reseptörlerinde, menisküs ve eklem kıkırdağında hasara neden olması nedeni ile ayrıca bu durumda kas zayıflığı, motor nöron aktivitesinde azalma olacağından propriyoseptif girdide azalma olur ve propriyosepsiyon duyusu olumsuz etkilenir (47).

Propriyoseptif duyu egzersiz çalışmaları ile kas içiğinden sağlanan afferent girdi artmadığı halde spinoserebellar ve dorsal lateral-medial lemniskal bağlantıların duyarlılığını geliştirilerek propriyoseptif cevap hızlanır ve egzersiz eğitimleri propriyoseptif duyuyu geliştirir (13). Germe egzersizlerinin propriyoseptif duyuya olan etkisini içeren az sayıda çalışma mevcuttur (15-18).

2.3. Germe Egzersizleri

Germe egzersizleri, esnekliği sağlamada ve yaralanmaları önlemede oldukça etkili bir yöntemdir ve rehabilitasyonun önemli bir kısmını oluşturur. Germe egzersizlerinin, yaralanmayı önleme, egzersiz sonrası gecikmiş kas ağrılarını azaltma (48) ve kas performansını artırma ile ilgili yararlarını gösteren bazı çalışmalar vardır (11). Germe egzersizleri sonrası propriyosepsiyon duyusu üzerine olan etki ise henüz yeterince net değildir.

2.3.1. Germe Teknikleri

**Statik Germe tekniği;* kasın yavaşça uzatılma toleransı ve tolere edilmiş en büyük uzunlukta kasın tutulma pozisyonudur. Statik germe, ağrı ve rahatsızlık oluşturmada kasta orta şiddette gerilim oluşturularak gerçekleştirilir. Kasın esnekliğini arttırmak için kullanılan germenin en basit ve en yaygın yöntemi statik germedir. Öğrenme ve uygulama kolaylığı nedeni ile klinikte ve ev programı olarak sıklıkla önerilen bir germe şeklidir (49). Aktif germe antagonist kasın istemli olarak kasılması ile kasta oluşturulan germe yöntemidir ve pasif statik germeye oranla esnekliği arttırmada daha etkin olduğu gösterilmiştir (50).

**Balistik germe tekniği;* gerilmiş olan kaslar üzerinde ani patlayıcı hareketler yapılarak uygulanan, kontrolü zor olan, yaralanmalara neden olabilen germe çeşididir (51).

**Dinamik germe tekniği* ise kasa 1-2 sn gibi sürelerle hızlı bir şekilde yapılan ve yüklenme olmadan uygulanan germe yöntemidir (49).

**PNF (Propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon) germe teknikleri,* Kabat tarafından geliştirilmiştir. PNF tekniklerinin esnekliği ve kuvveti arttırmak için kullanılabilen pek çok tekniği mevcuttur. Literatürde tut-gevşe antagonist kontraksiyon yönteminin esnekliği arttırmada en etkili yöntem olduğu belirtilmiştir (52). Kanıta dayalı önerilerde PNF yöntemi ile eklem hareketini arttırmak için haftada iki kez, en az bir tekrarlı , %20 maximum kuvveti ile üç sn tutulması ve gerilim refleksini açığa çıkarmamak için yavaş hızda olması gerektiği belirtilmiş ancak antagonist kasın ne derece kasılması gerektiği konusu yeterince açığa kavuşturulamamıştır (53, 54).

Tablo 2.1. Germe Teknikleri ve Etkileri (49)

Etkiler	Germe Teknikleri		
	Dinamik	Statik	PNF
Normal Eklem Hareketi Artışı	Zayıf	İyi	Mükemmel
Yaralanma Riski Oluşturma Derecesi	Yüksek	Düşük	Düşük
Ağrı Açığa Çıkarma Derecesi	Yüksek	Orta-düşük	Orta-düşük
Gerilime Karşı Olusturduğu Direnç	Yüksek	Orta	Düşük
Özel Aktivitelere Hazırlık	Mükemmel	İyi	Mükemmel
Uygulanabilirliği (zaman, yardım ihtiyacı, lokalizasyonu)	Mükemmel	Mükemmel	İyi

Germe uygulaması nörofizyolojik olarak 2 temel inhibisyon ile açıklanır:

Otojenik inhibisyon, Golgi tendon organının uyarılması ile aynı kasın alfa motor nöronunun inhibisyonu sonucu gelişir. Bu inhibitor mekanizma, kas aktivitesini azaltarak kası gerilmeye elverişli hale getirir. Kasa uygulanan aşırı germe, Golgi tendon organının uyarılma eşiğine ulaşıncaya, intrafuzal kas liflerinden olan Ib liflerini uyarır. Ib liflerinin uyarılması sonucu otojenik inhibisyon olur ve ilgili kasta gevşeme meydana gelir (55).

Resiprokal inhibisyon ise, gerilme refleksi ile ilgili kasın kas içiğinin uyarılması sonucu, bu kasın antagonistinin gevşemesidir. Antagonist kastaki gevşeme golgi tendon organı aracılığıyla olur (25).

2.3.2. Germe Egzersizlerinin Etkileri

İskelet kası, egzersiz, germe ve yüklenmelere karşı akut ve kronik olarak adaptasyon gösterir.

Esneklik, tendon, kas, kemik ve eklem yapısından etkilenir. Germenin etkisi, birçok çalışma ile araştırılmış ve kas tendon bileşkesinin germeden en çok etkilenen yapı olduğu sonucuna varılmıştır. Eklem hareketi, kas ve kas-tendon bileşkesindeki statik ve dinamik komponentlerin gerilimi ile ilişkilidir. Konnektif dokunun statik

komponenti, viskosite ve elastisite iken dinamik komponenti kasın nöral refleksidir (8).

Normal eklem hareketindeki artış, germeye karşı dirence ve viskoelastik özelliklere bağlıdır (8). Bu nedenle pasif germe sonunda eklem hareket açıklığındaki artış biyomekanik, nörolojik ve moleküler mekanizmalar ile açıklanır.

2.3.2.1. Biyomekanik Etki

Viskoelastisite ve plastisite biyomekanik özellikler içindedir.

Tüm dokular mekanik olarak sabit düşük kuvvetteki gerilim altında elastik deformasyona uğrarlar ki bu özelliğe ‘creep’ denir. Dokulara uygulacak olan kuvvet, uzun süreli veya yüksek şiddetli olmazsa, doku tekrar eski elastik özelliğine geri döner ve buna dokunun elastik recoil (geri dönüş) özelliği denir. Bu durumda kasta normal relaksasyon meydana gelir. Bu özellikler, dokunun viskoelastik özelliğinin sonucudur. Kuvvetin yüksek şiddette ve uzun süre ile uygulanması durumunda ise dokunun elastik geri dönüş özelliği veya elastik deformasyon özelliği kaybolur ve plastik deformasyon oluşabilir. Bu durumda doku tekrar eski haline dönme yeteneğini kaybeder. Kas dokusu, kemik, tendon ve ligamentten farklı olarak kas fibrilleri içindeki aktin ve myozin sayesinde bu viskoelastik özelliklere ek olarak kendi kuvvetini oluşturabilir ve bu farklılığı nedeniyle kas katılığını oluşturabilir (56).

Kas yapısı içerisinde aktin ve myozine ek olarak 3.filament olarak düşünülen Titin’in de bu özelliklere etkisinin olduğu öne sürülmektedir. Titin, dinlenme sırasında aktin ve myozin elementleri arasında sayıca artış gösterir ve kasta katılığın artmasına neden olur. Aktivite ile bu bağlar kırılarak dokunun daha kaygan ve elastik olması sağlanır (55).

Sağlıklı bireylere uygulanan yavaş pasif germeler ile gerilime karşı çok az aktif kontraksiyon oluşur ve motor nöron havuz uyarımı azalır. Germenin viskoelastik yapısındaki azalmanın gerilmiş durumda tutulan kasa direncin azalmasının neden olduğu söylemektedir. Bu gerilime direncin ise kas katılığında azalma ve kas kompliyansında artmaya bağlı olduğu düşünülmektedir (8).

Statik germenin dinamik fazında kas sertliğinin, statik fazında ise viskoelastik yapının relaksasyona uğradığı gösterilmiştir. Nordez ve ark. (57) statik germenin tüm

eklem hareket dereceleri sırasında katılıktaki azalmanın aynı olduğunu ancak en fazla azalmanın son noktalarda olduğunu söylemiştir. Ayrıca germe sonrası büyük olasılıkla ağrı reseptörlerinin duyarlılığının değişmesi nedeni ile gerilim toleransında değişme gözleneceğini belirtmişlerdir.

Normal eklem hareketlerinin arttırılmasında mekanik ve nöral faktörlerin zamanlaması henüz keşfedilmemiştir. Statik veya yavaş germe kas-tendon bileşkesinde pasif gerilim uzunluk ilişkisini akut olarak değiştirir; ancak değiştirme linear değildir. Viskoelastik yapılar bu ilişkinin linear olmasını engeller (10). Bazı çalışmalar konnektif dokuda uzama olması için germe egzersizinin 20-30 dk uygulanması gerektiğini göstermiştir (58).

Germenin fizyolojik sınırı aşması durumunda sarkomer yapısı bu duruma yeni sarkomer oluşumu ile tepki verir. Makroskopik olarak pasif germede kas eksentrik olarak büyür ve uzar; aktif germede ise kas konsentrik olarak büyür ve kalınlaşır. Mikroskopik olarak pasif germe sarkomerogenez, aktif stres ise myofibrilogenez ile sonuçlanır (59). Laboratuvar ortamında yapılan çalışmalar sonucu germenin hipertrofiye neden olan kas lifi çapı ve serum kreatinkinaz aktivasyonunda artmaya neden olduğu ve kreatinkinaz'ın en fazla egzentrik egzersiz sırasında açığa çıktığı belirtilmiştir. Yine germe egzersizinin 30 dk 'sının %40'ında karbonhidrat ve aminoasit proteinin sentezi azalır ve sonraki zamanda tekrar eski seviyesine yükselir (60).

2.3.2.2. Hücresel Düzeyde Etki

Germe kas lifine kollagen doku (endomisyum ve perimisyum) ile ulaşır. Bazal membran yoluyla ekstrasellüler matriksten sarkolemma ve intrasellüler moleküle ve myofibrile ulaşır. Bu etkileşimde kontraktıl olmayan dokulardan kontraktıl dokulara ulaşmaya kadar ekstrasellüler matrikste, (kollagen ve glikoprotein (laminin, fibronectin), integral membran protein (integrin, distroglukan) hücre iskeletine ait yapılar (talin, vinkulin, demsin, distrofin, betaspektrin, kontraktıl olmayan hücre iskeletine ait yapılar (alfa aktinin) ile synemin kontraktıl dokulara ulaşır. İntegral membran proteinleri ve hücre iskeletine ait yapıların ve fibroblastların uyarılması ile büyüme faktörlerinin (insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1), mRNA, RNA, DNA seviyelerinde artış) ve iyon kanallarının aktifleştirilmesi ile

myofibril oluşumu artar ve sonuçta esneklik artışı ile sonuçlanabilir (61). Germe egzersizleri büyüme faktörlerinde artışa yol açarak doku hasarını engelleme ve dokuyu korunmada önemli rol oynar (62). Farelere 1 hafta boyunca haftada 4 kez yapılan 15 dk statik germe ve 15 dk boyunca 15 kez germe yapılacak şekilde uygulanan dinamik germenin RNA seviyesinde artışa neden olduğu ve bu etkinin en fazla dinamik grupta olduğu gösterilmiştir (63).

Germe açıklanan etkilerinin yanısıra MMP (Matriksmetalloproteinaz) enziminin kas matriksinden ve tendon endotenonundan salgılanmasına neden olur. MMP, germe uygulamalarının dışında yaş artışı ile birlikte fizyolojik olarak artar ve ekstrasellüler matrikste atrofi oluşumu arttırır. Germe ile MMP yanısıra büyüme faktörleri, interlökin gibi inflamatuvar sitokinler ve TIMMP (tissue inhibitor matriksmetalloproteinaz) artarak MMP artışı regüle edilir. TIMMP, MMP' nin daha fazla artmasına engel olur ve matriks yıkımını azaltır. Mekanik stress çok arttığında hasara neden olarak insulin benzeri büyüme faktörü ve mRNA' da artma ve büyüme faktörlerini inhibe eden antihepatitis büyüme faktöründe azalma gözlenir. İyileşmenin uygun koşullarda gerçekleşmesi için kas tamiri ve yıldız hücrelerin aktivasyonunun matriks iyileşmesi ile bütün olarak olması gerekir (60).

2.3.2.3. Nöral Özellikler

Esnekliğin arttırılmasında nöral yapıların daha çok tamamlayıcı rol oynadığı belirtilmektedir. Germe uygulaması sonrası nöral sistemdeki değişiklikler, (motor nöron havuz uyarılması) Hoffmann refleksi (H-Refleks) ile ölçülebilir (11,54).

Germe egzersizleri sonucu nöromusküler kavşakta asetil kolin esteraz seviyesinde artış gözlenmiş; ancak bunun neden olduğu henüz anlaşılamamıştır. Germenin yine hızlı IIb liflerini IIa ya dönüştürdüğü; I liflerinin de miktarını arttırdığı gözlenmiştir (60).

Ani germenin aksine, statik germe gerilen kasta refleks aktivasyonun artmasına neden olmaz ve spinal refleks uyarılmayı azaltır. Bu refleks uyarılma H ve T refleks ile ölçülür. H refleks sinirin Ia liflerini uyarması ile tetiklenir. T refleks ise refleks çekici ile uyarılır. H refleks amplitudu motor nöron uyarılması olmaksızın Ia sinaptik transmission (presnaptik inhibisyon) ile ayarlanır. T refleks ise motornöron, presinaptik inhibisyon ve kas iğciği duyarlılığındaki değişikliklerle uyarılabilir. H ve

T refleksler germe devam ettiği sürece azalır yani kas boyunda değişme devam ettiği sürece spinal refleks uyarılması azalır.

Yapılan çalışmalar germeden hemen sonra H refleksi'nin hemen başlangıç durumuna döndüğünü T refleksi'nin ise başlangıç durumunun altına indiğini göstermiştir. T refleksindeki bu durumun nöral nedenlere bağlı olmadığı, kas içiği duyarlılığında azalma veya kas-tendon bileşkesi kompliyansında artmaya bağlı olduğu söylenmektedir. H refleksindeki azalma derecesinin ise germenin büyüklüğüne bağlı olarak azaldığı söylenmektedir.

Kronik olarak ise T-refleks germe sonrasında hemen azalırken, H-refleks 30 seans sonunda azalmaktadır. Motor nöron havuzuna Ia afferentinden giden sinaptik iletim azalmıştır, nöron havuzunun nöral inputunun azalması 30 seans sürdüğü belirtilmiş ve bu azalmanın pasif katılık ile ilişkili olmadığı, kısmen kazanılan normal eklem hareket açıklığı ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (10-11).

Kas esnekliği yaş, cinsiyet, ısınma egzersizleri, düzenli egzersiz, morfolojik yapıdan etkilenir. Sedanter kişilerin aktiflere göre esnekliğinde azalma mevcuttur ve esneklik azalması ağrı, postüral problemler ve yaralanma riskini artırır. İnaktivite sarkomer oranında azalmaya neden olur; aktivite arttığında sarkomer artar ve esneklik derecesinde artma görülür (64).

Dört hafta hamstring kaslarına ev programı olarak germe egzersizleri uygulaması sonucu hamstring kas grubunda uzama ve katılığında değişme gözlenmemiş, sadece gerilim toleransında fark bulunmuştur (65).

2.3.2.4. Germe Egzersizlerinin Akut Etkisi

Germenin akut etkisinde en önemli faktör kasın pasif gerilimidir. Pasif gerilime neden olan ilk faktör nöral etkidir. Eğer germe hızlı ise kas bu duruma karşı katılığını arttırarak yanıt verir. Pasif gerilimde azalmaya neden olan diğer faktör ise dokunun stress relaksasyondur. Akut olarak normal eklem hareketinin artması gerilim toleransının artması ile ilgilidir. Bu gerilim toleransının artması daha sonraki gerilmeyi karşılayabilmek amacıyla dokunun oluşturduğu adaptasyondur. Esnekliği fazla olan bireylerde gerilime karşı tolerans daha fazladır. Literatürde kas katılığının germe ile azaldığına dair kanıt yokken; katılığın daha çok ısıdan etkilendiği görüşü hakimdir (66).

Akut germe teknikleri yavaş ve pasif yapıldığında nöral olarak çok az aktif kontraksiyon açığa çıkardığı ve motor nöron uyarımının azaldığı gözlenmiştir; uzun süreli germeler daha çok performans ve kas kuvvetinde azalmaya neden olmuştur. (8).

2.3.2.5. Germe Egzersizlerinin Kronik Etkisi

Germenin kronik etkileri konusunda daha çok pasif torkta azalma ve normal eklem hareketindeki değişiklikler incelenmiştir. Motor nöron havuzundaki azalma büyük ve düşük amplitütteki germeden etkilenir. Yani H-refleks presinaptik (düşük amplitütlü germe) veya post-sinaptik (büyük amplitütlü germe) germe amplitüdü oranında azalma gösterir. Presinaptik ve postsinaptik inhibisyonun ne oranda etkili olduğu ise açıklığa kavuşmamıştır (67).

Sistemik derleme çalışmaları 3-6 hafta boyunca yapılan germe çalışmalarının 6-12 derece normal eklem hareketinde artışa neden olduğunu belirtmiştir. Kronik dönem sarkomer artışı orta düzeyde açığa çıkmıştır. Ancak sarkomer artışının kas-tendon biriminin mekanik yapısına ve kas kuvvetine etkisi yeteri kadar açık değildir.

Kas katılığını kronik dönemde azalmadığı görüşü yaygındır, ancak bu durum yeteri kanıtı sahip değildir. Kasın daha katı olması konsentrik kuvvet sırasında kuvveti daha iyi ileteceği daha kompliant olması ise şokları daha iyi absorbe edebileceğini gösterir ancak bu durumun katı kasa oranla daha iyi olup olmadığı bilinmiyor. Kronik germe katılığı azaltırken kompliyansı arttırıp, kuvveti azaltabiliyor ancak buna neden henüz yeterince açık değildir ve araştırmalar henüz az sayıdadır (66).

2.3.2.6. Germe Egzersizlerinin Performansa Etkisi:

Egzersiz performansa olan etkisi kuvvete olan etkisinden önemlidir.

**Performansa akut etki:* Literatürde, egzersiz öncesinde yapılan statik ve PNF esneklik uygulamalarının performansı olumsuz yönde etkilediği yer almaktadır. 15 sn ve altında yapılan ya da tekrar sayısının az olduğu çalışmalar da performansta azalma gözlenmemiştir. Bunun yanı sıra egzersiz öncesi yapılan balistik ve dinamik çalışmaların performansı çok az olumsuz etkilediği, herhangi bir etkisinin olmadığı ve hatta performansı olumlu yönde etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır

(68). Statik ve PNF germenin olumsuz akut etkilerinin sebepleri olarak kastaki elektriksel aktivitenin düşmesi, motor ünite aktivasyonunun düşmesi ve kas tendon ünitesinde yaşanan değişiklikler olabileceği düşünülmektedir. Tüm bu sıkıntıların sebebi olarak, kasın en üst düzeyde kuvvet üretebilmek için optimum katılık seviyesinde olması gerektiği, ancak özellikle 30 sn ve üzerinde yapılan germe egzersizlerinin kasın bu katılık seviyesini akut olarak olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Patlayıcı hareketler öncesi dinamik ve balistik yöntemlerin daha etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca performans öncesi uygulanan yöntem statik ya da PNF ise myotatik refleksi devre dışı bırakmamak için 15 sn ve daha az sürede ve tek set olarak tercih edilmesi gerektiği ve tüm bu olumsuz etkilerin 15-20 dakika sürdüğü belirtilmiştir (69-70).

Kuvvete olan akut etkiyi içeren çalışmalarda sonuçlar genel olarak dinamik germenin kuvveti arttırdığı statik germenin de kuvveti azalttığı yönündedir. Diğer germe yöntemlerinin kuvvete olan etkisini gösteren çalışmalara rastlanmamıştır. Biceps femoris kasına akut 4 set 30sn statik germeden sonra kuvvette azalmanın nöral etkiden ziyade, mekanik nedenlere bağlı olduğu ve 4 set 30 sn ve 2sn' de bir kez normal eklem hareketi oluşturacak şekilde dinamik germe egzersizlerinin statik germeye oranla daha az zarar verdiği söylenmiştir. Statik germe grubunda hamstring kas kuvveti 81-101 derece fleksiyon aralığında azalmış; ancak dinamik germe grubunda kuvvette azalma gözlenmemiştir (71).

**Performansa kronik etki:* Statik germenin uzun dönemde performansı arttırmada etkin olduğu belirtilmekle birlikte yeterli sayıda çalışma yoktur (72). Kuvvetlendirme egzersizlerine ek olarak yapılan germe egzersizlerinin kuvveti arttırmada daha etkili olduğu görülmüştür (73).

2.3.2.7. Germe Egzersizlerinin Yaralanma Riskine Olan Etkisi

Germe egzersizlerinin ve normal eklem hareketindeki artışın kas yaralanmalarını azaltmada etkili olduğu vurgulanmıştır, ancak bu bilgi ligament yaralanmaları, kırıklar, tendinopati gibi aşırı kullanım yaralanmalarını desteklememektedir (8).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu çalışma “Hamstring kas kısalığının, diz eklemi propriyoseptif duyusu” üzerine olan etkisini belirlemek amacı ile Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü’nde yapılmıştır.

Çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan gerekli izin ve onay alınmıştır (24.04.2013, GO 13/273-21). Çalışmaya katılan tüm bireylere çalışma öncesi uygulama ve değerlendirme yöntemleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bireyler çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair ayrıntılı onam formunu imzalamıştır.

Çalışmaya yaşları 21-28 yaşları arasında değişen 61 birey katılmıştır.

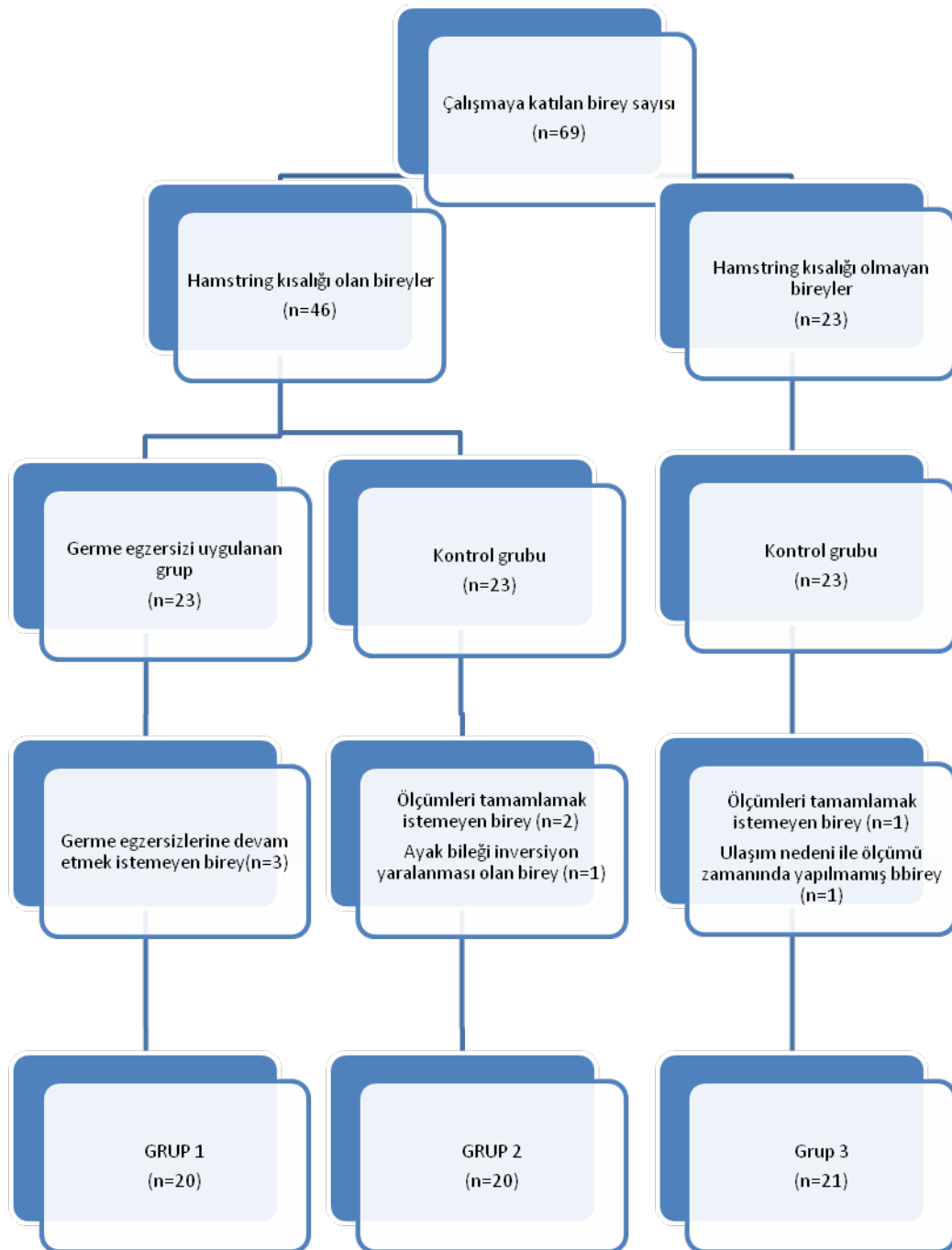
Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- i. Diz, kalça, ayak bileği, bel patolojisi olmayan,
- ii. Alt ekstremitede herhangi bir cerrahi geçirmemiş,
- iii. Sedanter
- iv. Gönüllü bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilmeme ve çalışmadan çıkarılma kriterleri:

- i. Nörolojik ve vestibuler problemleri
- ii. Kemik patolojileri
- iii. Yaygın eklem laksitesi
- iv. Diabet, Metabolik sendrom
- v. Artritik veya inflamatuvar problemleri olan bireyler ile herhangi bir nedenle çalışmadan ayrılmak isteyen bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Tablo 3. 1. Araştırma Akış Diyagramı



Çalışmaya toplamda 69 birey katılmıştır. Hamstring kısalığı olan 46 birey (ilk birey yazı tura atılarak belirlendi) basit rastgele yöntemle iki gruba ayrılmıştır. Çalışma süresinde ölçümleri tamamlayamayan, yaralanma geçiren ve germe egzersizlerine katılamayan bireyler çalışmadan çıkarılmıştır (Tablo 3.1.1).

3.2. Yöntem

3.2.1. Fiziksel Özellikler

Çalışmamıza katılan bireylerin yaşı, cinsiyeti, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, dominant tarafları ve özgeçmişleri kaydedilmiştir. Hamstring kası kısalığı olan bireyler basit rastgele yöntemle iki gruba ayrılmış ve 1. gruba statik germe egzersizleri uygulanmıştır. 2. grup olan kontrol grubuna ve hamstring kası kısalığı olmayan 3. gruba sadece değerlendirme yapılmıştır. Germe egzersizleri ve değerlendirmeler her iki ekstremitte için uygulanmıştır.

Bireylere değerlendirmeler 1.gün, 3. ve 6. haftalarda uygulanmıştır. Ölçüm öncesinde bireylere germe egzersizleri uygulanmamıştır. Hamstring kısalığı ölçümü ile propriyoseptif duyuyu oluşturan eklem pozisyon hissi (propriyosepsiyon ölçümü) ve koordinasyon testi yapılmıştır.

3.2.2. Kısalık Ölçümü

Birey sırtüstü, kalça eklemi 90 derece fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlanmış iken bireyden aktif diz ekstansiyonu yapması istenmiştir. Bel ve ölçüm yapılmayan dizi yatağa sabitlenmiştir. Gajdosik'in tanımladığı biçimde kişiden myoklonus oluşturmayacak şekilde dizini yavaşça ekstansiyona alması istenmiştir. Myoklonus açığa çıkınca dizi fleksiyona alması ve testi tekrar etmesi istenerek dizde herhangi bir titreme olmadığı zaman gonyometre ile ölçülen değer derece olarak kaydedilmiştir (74). Hamstring kas kısalığı aktif diz ekstansiyonu 70 derece'den az olan bireyler Grup 1 (germe uygulanan grup), aktif diz ekstansiyonu 70 dereceden az olan bireyler Grup 2 (kontrol grubu) ile 70 dereceden fazla olan bireyler Grup 3 olarak (kontrol grubu) olarak çalışmaya dahil edilmiştir (76, 77).

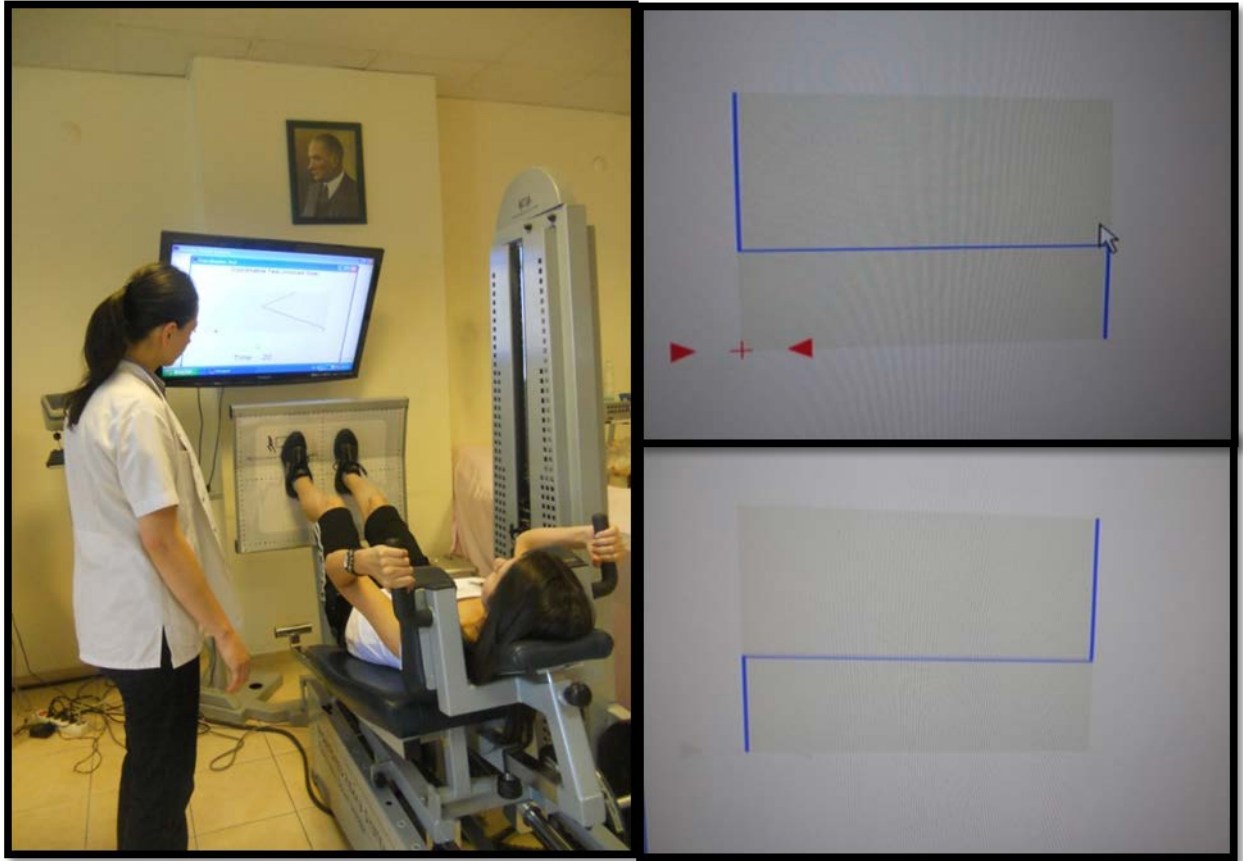


Şekil 3.2.2.1. Hamstring kas kısalığı ölçümü

3.2.3. Propriyoseptif duyu ölçümü

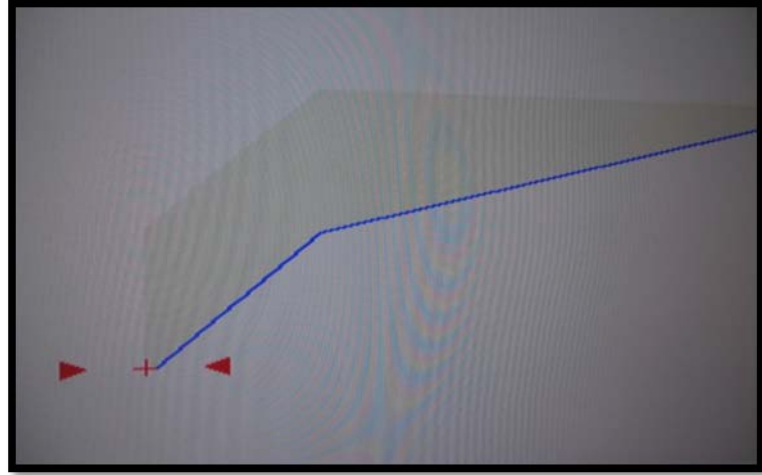
**Aktif eklem pozisyon hissi ölçümü;* için Fonksiyonel Squat Sistem (Monitorize Squat Sistem, Haarlem, Hollanda, MRS-E0203) cihazı kullanılmıştır. Kişi kalça ve diz eklemi 90 derece fleksiyon pozisyonunda, ayakları cihazla tam temasta olacak şekilde cihaza sırtüstü yatar. Alet minimum ve maksimum diz eklemi hareket açıklığını ölçerek kalibre edilir ve minimum ağırlık olan 5 kg ağırlık ayarlanır. Alet programındaki mavi renkli çizgili ekran kayarak hareket ederken kişiden dizini fleksiyon ve ekstansiyona alarak mavi renkli ekranı takip etmesi istenir. Testin ilk yarısında kişi kırmızı renkli ibreyi mavi çizgi üzerinde tutacak şekilde cihazı hareket ettirir. Testin diğer yarısında kırmızı ibre kaybolur ve birey kırmızı ibre varken hareket ettirdiği gibi mavi çizgiyi takip ettirir.

Toplam 48 sn sonunda cihaz bireyin görsel uyarı varken (kırmızı ibre) ve görsel uyarı yokken oluşturduğu hareketin mavi çizgiden sapmasını cm olarak kaydeder (78, 79).



Şekil 3.2.2.2. Aktif Eklem Pozisyon Hissi Ölçümü

**Koordinasyon* ölçümü için yine Monitörize Fonksiyonel Squat Sistem, (Haarlem, Hollanda, MRS-E0203) cihazı kullanıldı. Birey cihaza propriyosepsiyon testinde olduğu gibi sırtüstü diz ve kalça eklemi 90 derece fleksiyonda, ayakları cihazla tam temasta olacak şekilde yerleştirilir. Alet minimum ve maksimum diz eklemi hareket açıklığını ölçerek kalibre edilir ve minimum ağırlık olan 5 kg ağırlık ayarlanır. Bireyden sistemi kırmızı renkli ibreyi cihazda hareket eden yörüngede tutacak şekilde hareket ettirmesi istenir. Birey testi dominant ve dominant olmayan tarafı için sıra ile yapar. 60 sn test süresi sonunda cihaz tarafından hesaplanan sapma değeri cm olarak kaydedilir (79-81).



Şekil 3.2.2.3. Koordinasyon Testi

3.2.3. Germe Egzersizi

Hamstring kasına germe egzersizleri 6 hafta boyunca haftada 5 gün, günde bir kez olacak şekilde uygulanmıştır. Kalça eklemi 90 derece fleksiyon pozisyonunda iken diz eklemi araştırmacı tarafından gerilim refleksi oluşturmayacak şekilde ve yavaşça pasif olarak ekstansiyon pozisyonuna getirilmiştir. Birey orta derecede gerilim hissedinceye kadar gerilen kasa 30 sn boyunca statik germe uygulanmıştır. Germe egzersizleri 30 sn dinlenme aralıkları ile 6 set uygulanmıştır. (82-85).



Şekil 3.2.2.4. Germe Tekniğinin Uygulanması

3.3. İstatistiksel Yöntem

Bu çalışma $\alpha=0.05$ ve $\beta= 0,20$ (% 80 güçte) yapılan güç analizi sonucu her grup için vaka sayısı en az 18,93~19 kişi olarak bulunmuştur. Her bir grup için %20 vaka kaybı da eklenerek her gruba en az 23'er birey alınmıştır. Çalışma Grup'1 ve Grup'2 de 20 kişi Grup 3'de 21 kişi ile tamamlanmıştır (86).

Grupların değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis varyans analizi, farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümler için Friedman testi, farkların hangi veriden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon-Signed test kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Literatürde bireylerde doğal olarak görülebilen kas asimetrisinin, kas esnekliğini, enduransını ve performansını etkilediği gösterilmiştir. Çalışmamızda asimetriye bağlı olarak ortaya çıkabilecek farklılıkları azaltmak amacı ile tüm değerlendirme ve germe yöntemlerin bilateral yapılmış olmasına rağmen sadece bireylerin dominant taraf ölçümleri istatistiğe dahil edilmiştir (87-89).

4.BULGULAR

4.1. Bireylerin Fiziksel Özellikleri

Çalışmaya dahil edilen 61 bireyin, çalışma gruplarına göre yaş (yıl), boy uzunluğu (cm), vücut ağırlığı (kg), beden kütle indeks (BMI kg/m²) değerleri ortalaması Tablo 4.1' de sunulmuştur.

Çalışmaya alınan her üç grubun fiziksel özellikleri benzer bulundu ($p>0.05$) (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Bireylerin Fiziksel Özellikleri

Fiziksel Özellikler	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kruskal Wallis Test	p
	(n=20)	(n=20)	(n=21)		
	X±SD	X±SD	X±SD	χ ²	p
Yaş (yıl)	22.85±1.57	23.20±1.58	23.24±2.14	0.591	0.744
Min-Max	(21-27)	(21-26)	(21-28)		
Boy (cm)	169.75±9.61	172.05±6.15	171.95±7.94	0.957	0.620
Min-Max	155-184	162-183	158-186		
Vücut ağırlığı (kg)	64.55±15.56	64.13±12.55	68.81±11.33	2.045	0.360
Min- Max	48-98	40-86	49-89		
BKİ(kg/m²)	22.15±3.63	21.52±3.20	23.14±2.46	3.063	0.216
(Beden Kütle İndeksi)					
Min-Max	17.16-28.95	15.24-28.08	19.63-29.07		

4.2. Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığı

Bireylerin gruplar arası normal eklem hareketleri karşılaştırıldığında gruplar arası normal eklem hareket ölçümleri istatistiksel olarak her grup için farklı bulundu ($p<0.05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Bireylerin Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığı (Derece)	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kruskal- Wallis Test	
	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	χ^2	p
İlk ölçüm	54.95 $\pm$ 10.65	56.45 $\pm$ 9.55	75.71 $\pm$ 5.33	40.255	<0.001
Min-Max	24-69	37-70	70-88		
3.hafta ölçüm	67.00 $\pm$ 7.53	55.30 $\pm$ 9.18	74.90 $\pm$ 4.90	36.889	<0.001
Min-Max	47-77	38-67	66-85		
6. hafta ölçüm	71.55 $\pm$ 6.36	55.55 $\pm$ 9.39	75.76 $\pm$ 5.24	37.605	<0.001
Min-Max	53-81	38-68	70-88		

Bireylerin ölçümler arası normal eklem hareket açıklıkları karşılaştırıldığında, 1. grup bireylerin ölçümleri arasında normal eklem hareketinde artma yönünde ilerleme gözlenmiştir ($p<0.05$), grup 2 ve grup 3 bireylerin ölçümlerinde değişiklik gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Bireylerin Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığının Ölçümler Arası Karşılaştırılması

	Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığı (Derece)			Friedman Test	
	İlk ölçüm	3.hafta ölçüm	6. hafta ölçüm	χ^2	p
	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD		
Grup 1	54.95 $\pm$ 10.65	67.00 $\pm$ 7.53	71.55 $\pm$ 6.36	38.100	<0.001
Grup 2	56.45 $\pm$ 9.55	55.30 $\pm$ 9.18	55.55 $\pm$ 9.39	5.528	0.063
Grup 3	75.71 $\pm$ 5.33	74.90 $\pm$ 4.90	75.76 $\pm$ 5.24	5.370	0.068

1.gruptaki bireylerin normal eklem hareket açıklıklarında tüm ölçümler arasında anlamlı artış görülmüştür ($p<0.05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Bireylerin Aktif Normal Eklem Hareket Açıklığı Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Grup 1	Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi	
	z	p
İlk ölçüm-3. hafta ölçüm	-3.924	<0.001
İlk ölçüm-6.hafta ölçüm	-3.856	<0.001
3.hafta ölçüm-6.hafta ölçüm	-3.923	<0.001

4.3. Koordinasyon Ölçümleri

4.3.1. Koordinasyon Egzentrik Yön Ölçümleri

Bireylerin gruplar açısından egzentrik yöndeki koordinasyon ölçümleri karşılaştırıldığında Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'deki bireylerin egzentrik yöndeki koordinasyonları ölçümleri farkları gruplara göre değişmemektedir, gruplar benzer değerler oluşturmuşlardır ($p>0.05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Bireylerin Koordinasyon Egzentrik Yön Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Koordinasyon Egzentrik Yön Ölçümleri (cm)	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kruskal- WalliTest	
	X±SD	X±SD	X±SD	χ^2	p
İlk ölçüm	0.51±0.12	0.57±0.14	0.54±0.11	2.192	0.334
Min-Max	0.36-0.82	0.36-0.95	0.36-0.81		
3. hafta ölçüm	0.46±0.08	0.49±0.15	0.48±0.12	0.484	0.785
Min-Max	0.29-0.61	0.31-0.96	0.31-0.76		
6.hafta ölçüm	0.40±0.07	0.46±0.10	0.44±0.08	4.869	0.088
Min-Max	0.27-0.56	0.32-0.7	0.3-0.6		

Grupların egzentrik yön koordinasyon ölçümleri ölçüm haftalarına göre değerlendirildiğinde, ölçümler arasındaki fark tüm gruplarda anlamlı değişim göstermiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.6.). Gruplar ilk ölçümlerine oranla diğer ölçümlerinde daha az hata yapmışlardır.

Tablo 4.6. Bireylerin Egzentrik Yön Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	Koordinasyon Egzentrik Yön Ölçümleri (cm)			Friedman Test	
	İlk ölçüm	3.hafta ölçüm	6. Hafta ölçüm	χ^2	p
	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD		
Grup 1	0.51 $\pm$ 0.12	0.46 $\pm$ 0.08	0.40 $\pm$ 0.07	10.564	0.005*
Grup 2	0.57 $\pm$ 0.14	0.49 $\pm$ 0.15	0.46 $\pm$ 0.10	16.278	<0.001
Grup 3	0.54 $\pm$ 0.11	0.48 $\pm$ 0.12	0.44 $\pm$ 0.08	10.571	0.005*

* $p<0.05$

Grup 1'deki bireylerin egzentrik yön koordinasyon değerleri, ilk ölçüm ve 3. hafta ölçüm arasında istatistiksel açıdan farklılık göstermemiş iken ($p>0.05$), 3.hafta, 6. Hafta ölçümleri ile ilk-6. Hafta ölçümleri arasında anlamlı bir azalma (iyileşme) göstermiştir ($p<0.05$).

Grup 2'deki bireylerin ilk-3 hafta ölçümleri ve ilk- 6. Hafta ölçümlerindeki egzentrik yöndeki koordinasyon değerlerinde azalma değeri anlamlı iken ($p<0.05$), 3. Hafta-6. Hafta ölçüm değerleri arasındaki azalma (iyileşme) miktarı anlamlı değildir ($p>0.05$).

Grup 3'deki bireylerin ilk ölçüm-3 hafta arası ölçümleri ve ilk- 6. hafta arasındaki ölçümlerinde egzentrik yön koordinasyon değerlerinde azalma anlamlı iken ($p<0.05$), 3. hafta-6. hafta ölçüm değerleri arasındaki azalma (iyileşme) miktarı anlamlı değildir ($p>0.05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Bireylerin Egzentrik Yön Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Egzentrik Ölçümler (cm)		Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi	
		z	p
Grup 1	İlk ölçüm-3. hafta ölçüm	-1.177	0.239
	İlk ölçüm-6.hafta ölçüm	-3.063	0.002*
	3.hafta ölçüm-6.hafta ölçüm	-2.746	0.006*
Grup 2	İlk ölçüm-3. hafta ölçüm	-3.646	<0.001
	İlk ölçüm-6.hafta ölçüm	-3.214	0.001*
	3.hafta ölçüm-6.hafta ölçüm	-1.534	0.125
Grup 3	İlk ölçüm-3. hafta ölçüm	-2.385	0.017*
	İlk ölçüm-6.hafta ölçüm	-3.304	0.001*
	3.Hafta ölçüm-6.hafta ölçüm	-1.756	0.079

* $p<0.05$

4.3.2. Koordinasyon Konsentrik Yön Ölçümleri

Bireylerin koordinasyon konsentrik yöndeki ölçüm değerleri gruplar açısından istatistiksel olarak farklı değildir. Üç gruptaki bireyler konsentrik koordinasyon değerleri açısından birbirine benzer düzeyde hata yapmışlardır ($p>0.05$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Bireylerin Koordinasyon Konsentrik Yön Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Koordinasyon Konsentrik Yön Ölçümleri (cm)	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kruskal- Wallis Test	
	n=20	n=20	n=21	χ^2	p
	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD		
İlk ölçüm	0.48 $\pm$ 0.11	0.54 $\pm$ 0.16	0.56 $\pm$ 0.13	3.181	0.204
Min-Max	0.26-0.68	0.33-1.07	0.37-0.8		
3.hafta ölçüm	0.46 $\pm$ 0.10	0.47 $\pm$ 0.13	0.51 $\pm$ 0.11	2.533	0.282
Min-Max	0.32-0.68	0.27-0.81	0.36-0.77		
6.hafta ölçüm	0.40 $\pm$ 0.09	0.45 $\pm$ 0.09	0.43 $\pm$ 0.09	3.114	0.211
Min-Max	0.29-0.57	0.29-0.64	0.27-0.62		

Grupların konsentrik yön koordinasyon ölçümleri ölçüm haftalarına göre değerlendirildiğinde tüm gruplar için ölçümler arasında anlamlı iyileşme gözlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Bireylerin koordinasyon konsentrik yön ölçümlerinin karşılaştırılması

	Koordinasyon Konsentrik Yön Ölçümleri (cm)			Friedman Test	
	İlk ölçüm	3.hafta ölçüm	6. hafta ölçüm	χ^2	p
	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD		
Grup 1	0.48 $\pm$ 0.11	0.46 $\pm$ 0.10	0.40 $\pm$ 0.09	8.615	0.013*
Grup 2	0.54 $\pm$ 0.16	0.47 $\pm$ 0.13	0.45 $\pm$ 0.09	10.962	0.004*
Grup 3	0.56 $\pm$ 0.13	0.51 $\pm$ 0.11	0.43 $\pm$ 0.09	24.747	<0.001

* $p<0.05$

Grup 1 bireylerinin ölçüm değerlerinde ilk ölçüm -3.hafta ölçüm değerleri arasında anlamlı değişim görülmemiş iken ($p>0.05$), 3.hafta-6.hafta ve ilk hafta-6.hafta ölçüm değerleri arasında azalma (iyileşme) görülmüştür ($p<0.05$).

Grup 2 bireylerinin ölçüm değerlerinde ilk ölçüm-3 hafta arası ölçüm değerleri istatistiksel olarak değişmemişken ($p>0.05$), 3.hafta -6.hafta ve ilk ölçüm-6 hafta ölçümler arası değişim (azalma) istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Grup 3 bireylerinin ölçüm değerlerinde ilk ölçüm- 3 hafta ölçüm, 3.hafta-6.hafta, ilk ölçüm-6.hafta ölçüm değerleri arasındaki iyileşme (azalma) anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Bireylerin konsentrik yön ölçümlerinin karşılaştırılması

Konsentrik Ölçümler (cm)		Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi	
		z	p
Grup 1	İlk ölçüm-3. hafta ölçüm	0.850	0.395
	İlk ölçüm-6.hafta ölçüm	-2.578	0.010*
	3.hafta ölçüm-6.hafta ölçüm	-2.483	0.013*
Grup 2	İlk ölçüm-3. hafta ölçüm	-3.063	0.002*
	İlk ölçüm-6.hafta ölçüm	-2.502	0.012*
	3.hafta ölçüm-6.hafta ölçüm	-6.444	0.519
Grup 3	İlk ölçüm-3. hafta ölçüm	-2.156	0.031*
	İlk ölçüm-6.hafta ölçüm	-3.922	<0.001
	3.hafta ölçüm-6.hafta ölçüm	-3.530	<0.001

* $p<0.05$

4.4. Aktif Eklem Pozisyon Hissi Ölçümleri

4.4.1. Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümleri

Bireylerin propriyosepsiyon ilk hareket ölçüm değerlerinde sapma açıları gruplar açısından istatistiksel olarak farklı değildir. Üç gruptaki bireylerin aktif Eklem Pozisyon ilk hareket sapma değeri arasında fark yoktur ($p < 0.05$) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümleri (cm)	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kruskal-Wallis Test	
	n=20	n=20	n=21		
	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	χ^2	p
İlk ölçüm	21.29 $\pm$ 7.34	18.12 $\pm$ 6.99	19.50 $\pm$ 8.96	2.093	0.351
Min-Max	8.8-35.8	5.3-33.4	4.6-46.3		
3.hafta ölçüm	19.28 $\pm$ 8.46	17.70 $\pm$ 6.64	20.17 $\pm$ 6.8	0.752	0.687
Min-Max	3.8-39.8	4.6-31.5	11.4-36.4		
6.hafta ölçüm	16.57 $\pm$ 6.87	17.25 $\pm$ 6.45	16.02 $\pm$ 6.41	0.486	0.784
Min-Max	5.8-32.3	5.8-27.6	3.2-31		

Grupların aktif eklem pozisyon ilk hareket ölçümleri, ölçüm haftalarına göre değerlendirildiğinde ölçümler arasındaki fark tüm gruplarda değişim göstermemiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.12.).

Tablo 4.12. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Aktif Eklem Pozisyon İlk Hareket Ölçümleri				Friedman Test	
(cm)					
	İlk Ölçüm	3.Hafta Ölçüm	6. Hafta Ölçüm	χ^2	p
	X±SD	X±SD	X±SD		
Grup 1	21.29±7.34	19.28±8.46	16.57±6.87	3.900	0.142
Grup 2	18.12±6.99	17.70±6.64	17.25±6.45	0.700	0.705
Grup 3	19.50±8.96	20.17±6.8	16.02±6.41	4.707	0.095

4.4.2. Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümleri

Her üç gruptaki bireylerin aktif eklem pozisyon ikinci hareket sapma değerleri arasında fark yoktur ($p>0.05$) (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümleri (cm)	Grup 1 (n=20)	Grup 2 (n=20)	Grup 3 (n=21)	Kruskal- Wallis Test	
	X±SD	X±SD	X±SD	χ^2	p
İlk ölçüm	20.92±6.86	18.22±7.71	19.69±8.28	1.484	0.476
Min-Max	12.6-36.6	0.9-32.8	7.5-40.9		
3.hafta ölçüm	18.79±9.43	19.67±9.88	20.09±7.46	1.134	0.935
Min-Max	2.8-37.2	2.5-38.4	10.3-34.4		
6.hafta ölçüm	17.88±6.79	17.95±8.21	16.30±6.96	1.297	0.523
Min-Max	5.4-32.4	1.9-32	2.7-34.6		

Grupların aktif eklem pozisyon ikinci hareket ölçümleri, ölçüm haftalarına göre değerlendirildiğinde tüm gruplar için ölçüm değerleri arasındaki fark değişim göstermemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.14.).

Tablo 4.14. Bireylerin Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Aktif Eklem Pozisyon İkinci Hareket Ölçümleri (cm)				Friedman Test	
	İlk ölçüm	3.hafta ölçüm	6. hafta ölçüm	χ^2	p
	X±SD	X±SD	X±SD		
Grup 1	20.92±6.86	18.79±9.43	17.88±6.79	2.500	0.282
Grup 2	18.22±7.71	19.67±9.88	17.95±8.21	0.700	0.705
Grup 3	19.69±8.28	20.09±7.46	16.30±6.96	2.571	0.276

5. TARTIŞMA

Çalışmamız sonunda değerlendirmelerden elde ettiğimiz bulguların ışığında Hamstring kaslarındaki kısalığın, diz eklemi propriyosepsiyon duyusunu etkilemediği, kısa olan hamstring kaslarına yapılan pasif statik germe egzersizlerinin de propriyosepsiyon duyusunun gelişimine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Cerrahi uygulamalar, yaralanmalar, artritik değişiklikler, nörolojik ve vestibüler problemler propriyoseptif afferent girdiyi etkilediğinden çalışmamız 61 sağlıklı birey üzerinde yapılmıştır (30, 92).

Literatürde, Hamstring kaslarının kısalığını ölçen altın standart yöntem bulunmamaktadır. Düz bacak kaldırma, otur- uzan (Sit and Reach) ve Ayak ucuna değme (Toe-Touch) gibi sık kullanılan ölçüm yöntemlerinin kalça ve bel bölgesi iyi stabilize edilmediği takdirde yanlış yapılabileceği bildirilmiştir (93). Bu nedenle çalışmamızda, güvenilirlik ve geçerlik çalışması yapılmış olan, bel ve dizin sabitlenerek uygulandığı aktif diz ekstansiyonu yöntemi kullanılmıştır (94).

Germe yöntemlerinin, diz eklemi eklem pozisyon hissine olan etkisini inceleyen çalışmalarda, farklı ölçüm yöntem ve düzenekleri farklı pozisyonlarda kullanılmıştır. Literatürde bu amaçla, elektrogonyometreler, video analiz sistemleri, pasif hareket sistemleri (biodex), izokinetik cihazlar kullanılmıştır (16, 18, 85, 90, 95, 96, 97, 98). Bu değerlendirme yöntemlerinin birbirine olan üstünlükleri bilinmemektedir. Çalışmamızda bu yöntemlerden farklı olarak aktif eklem pozisyon hissini ölçen Monitörize Squat Sistem kullanılmıştır. Aktif eklem pozisyon hissi yöntemine göre düzenlenmiş ve geçerlilik çalışması yapılmış olan bu sistem, kapalı kinetik pozisyonda kişinin bilgisayar ekranında gördüğü izi takip edebilme yeteneğini ölçme esasına dayanır (78, 79, 99). Monitörize squat sistem, hastalara görsel girdi vermesi ve direkt olarak bilinçli propriyosepsiyonu hedeflemesi yönünden literatürdeki diğer ölçüm yöntemlerinden farklıdır. Bu sistemin, kapalı kinetik zincir pozisyonda yapılması nedeni ile eklem kompresyon gücünü arttırdığı, kalça ekleminin harekete katıldığı ve ayak tabanından ek duyuşal girdi sağladığı ve düşünüldüğünde propriyosepsiyon ölçümleri için dezavantajlı bir yöntem olarak

görülebilmektedir. Ancak ölçüm sırasında yapılan (leg-press) hareketin alt ekstremitelerde günlük yaşam aktivitelerinde en çok kullanılan hareket olması, hamstringlerin, diz ve kalça eklemi kateden kaslar olması nedeni ile kalça ve diz hareket ettirilerek değerlendirilen bu ölçüm yöntemi olması değerlendirmelerimize fonksiyonel bir yaklaşım getirmiştir.

Koordinasyon, propriyosepsiyon ölçümlerinin göz ardı edilen bir bileşendir. Koordinasyon, hareketin kalitesini belirleyen bir sistem olarak bilinse de genellikle denge ile birlikte yorumlanır ve ölçümleri de birlikte yapılır (100). Alt ekstremitelerde spinoserebellar yol ile taşınan koordinasyon duyusu bir problem sırasında diğer sistemlerle (nörolojik ve kas iskelet) kompanse edildiği için klinikte ana problem olarak gözlenmeyebilir (29). Bu nedenle koordinasyonun ne düzeyde etkilendiğinin belirlenmesi güçtür. Çalışmamızda ise alt ekstremitelerde koordinasyonu, daha önce güvenilirlik ve geçerliliği yapılmış olan ve üst ekstremiteler veya gövde ile yapılabilecek kompensasyonları önleyen Monitörize Squat Sistem kullanılarak ölçülmüştür.

Hamstring kaslarına pasif germe egzersizleri değişik pozisyonlarda uygulanmaktadır. Sırtüstü yatış pozisyonunda uygulanan germe yöntemlerinden düz bacak kaldırma şeklinde uygulanan pasif germe yönteminin eklem hareket açıklığını geliştiren en iyi yöntem olduğu bildirilmiştir (101). Ancak bu pozisyon uygulayıcı açısından ve uygulanan birey açısından zordur. Aynı zamanda Hamstringler'in antagonisti olan quadriceps kasında refleks aktivasyon açığa çıkabilmesi bu yöntemin dezavantajlarıdır (102).

Literatürde kanıta dayalı düzeyleri belirli olmamakla birlikte Hamstringlerin esnekliğini arttırmak için derin friksiyon masajı, vibrasyon, bantlama, traksiyonla birlikte kas mobilizasyon yöntemleri ve farklı postüral pozisyonlarda germe uygulamaları üzerine çalışmalar yapılmıştır (43,102-109). Germe egzersiz yöntemlerinden eklem hareket açıklığını arttırmada akut etki olarak pasif statik germeye oranla aktif statik germenin ve bu yöntemlere oranla PNF inhibisyon tekniklerinin daha etkili olduğu bulunmuştur (110, 111, 76). Çalışmamızda pasif statik germe tekniği tercih edilmiştir. Bu konuda Davis ve ark.'nın yaptıkları çalışmada 4 hafta germe egzersizleri sonucunda çalışmamızda kullandığımız

uygulama şekli ile pasif statik germe tekniğinin, eklem hareket açıklığını artırmada aktif statik ve PNF tekniklerine oranla daha etkili olduğunu bildirmiştir (109).

Germe egzersizlerinin şekli, süresi ve dozajı konusunda farklı uygulamalar belirtilmekte ancak bu konu ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır (52, 81-83, 98, 108-110, 112-114) . Bandy ve ark.'nın yaptıkları çalışmada 30 ve 60 sn süre ile uygulanan germe egzersizlerinin 15 sn. süreye oranla normal eklem hareketini artırma açısından daha etkili olduğu (84), 30 ve 60 sn. süreli germelerin ise eklem hareketini artırma yönünden benzer etki yarattığı sonucuna varılmıştır (84, 85, 114). Pasif statik germe ile ilgili yapılan çalışmalarda germe sürelerinin 10 sn'den 120 sn'ye kadar geniş bir aralıkta uygulanmış olduğunu görmekteyiz (52, 115). Bu süre içerisinde 60 sn ve üstü sürelerle yapılan pasif statik germenin Hamstring kaslarında akut etki olarak kuvvette azalma oluşturduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda etki olarak kuvvet azalmasını istemediğimiz için tavsiye edilen süre olan 30 sn kullanılmıştır (116). Bu seçimi destekleyen diğer bir durum ise, 30 sn süre ile yapılan pasif statik germenin eklem hareket artışında daha etkili olmasıdır (84).

Çalışmalara uygulama dönemi olarak bakıldığında Cipriani ve ark. 6 haftalık kronik pasif statik germe döneminin esnekliği kazanmada bir plato değer olduğunu göstermiş (83), bu kronik döneme uygun pek çok çalışma yapılmıştır (84, 85, 110, 113, 114). Çalışmamız hem kronik dönem etkileri hem de Amerikan Collage of Sports Medicine Derneği'nin 2011 yılında germe egzersizleri için bildirdiği günlük dozaj, durasyon ve set sayısı önerileri dikkate alınarak uygulanmıştır (82).

Çalışmamızda hamstringleri kısa olan bireyler ile hamstringleri kısa olmayan bireylerin çalışma öncesi ilk değerlendirmelerinde eklem pozisyon hissi ve koordinasyon değerleri arasında fark bulunmamıştır. Bu durum hamstringlerin kısalığının diz propriyosepsiyonunu etkilemediği anlamına gelir.

Yaşla birlikte azalan kas kütlesi ile kas kuvvetinde azalmanın propriyosepsiyon duyusunu olumsuz yönde etkilediği iyi bilindiğinden (46), çalışmamızda gruptaki yaş ortalamaları birbirine benzer tutulmuş ve propriyoseptif ölçümlerin yaşa bağlı olarak gelişen olumsuz etkileri engellenmiştir.

Germe uygulanmayan gruplarda aktif diz ekstansiyon değeri doğal olarak herhangi bir farka rastlanmazken, germe uyguladığımız 1. grubun eklem hareket açıklığı (aktif diz ekstansiyonu) 3. hafta sonunda, 6. hafta değerlendirmesine oranla daha fazla artış göstermiş ve 6. haftanın sonunda Cipriani ve ark.'nın çalışma sonuçlarına benzer şekilde aktif diz ekstansiyon değeri artış gözlenmiştir (113). 3 hafta sonunda bireylerin 11 inde kısıklık devam ederken, 6 hafta sonunda 6 bireyin kısıklığı devam etmiştir.

Çalışmamızda Hamstringleri kısa olan 1. gruba pasif statik germe uygulaması 3. ve 6. haftalarda aktif pozisyon hissini değiştirmemiştir. Dolayısıyla pasif statik germe egzersizinin kronik dönem aktif eklem pozisyon hissine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Ghaffarinejad ve ark.'ı Hamstring kasına uyguladıkları 3 tekrar ile 30 sn.lik pasif statik germenin egzersizinin 45 derece hedef açıda ölçülen aktif eklem pozisyon hissini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Çalışmacılar bu değişimin, 45 derecelik diz fleksiyon pozisyonunda kas mekanoreseptörlerinin daha fazla etkilenmesi nedeniyle olduğunu belirtmişlerdir (69). Bu çalışma Hamstring kaslarına yapılmış ancak akut dönem etkisini değerlendirmiştir. Çalışmamız kronik dönem etkileri incelediği için, benzer etkilerin görülmemiş olması tabii olabilir.

Alp ve ark. yaptığı çalışmada alt ekstremitte tüm çift eklem kateden kaslara (Quadriceps, Gastrosoleus, Hamstringler, Kalça Fleksör kasları) 4 hafta pasif statik germe egzersizi uygulanmış, sonuçta aktif eklem pozisyon hissini değişmediği gösterilmiş, sonuçlarımıza benzer bir yoruma ulaşılmıştır (18).

Çalışmamızda, literatürdeki birçok çalışmaya benzer şekilde propriosepsiyon duyusu, aktif eklem pozisyon yöntemi ile ölçülmüştür (74). Aktif eklem pozisyonu, 1. 3. ve 6. haftaların sonunda, tek bir ölçümde ilk ve ikinci hareket olarak adlandırılan her ölçümde 2 tekrarlı hareket yapan sistem ile değerlendirilmiştir. Toplamda 3 tekrarlı yapılan değerlendirmelerin sonunda, germe uygulanan grup dahil, tüm gruplarda ilk değerlendirme, 3. hafta değerlendirme ve 6. hafta değerlendirme, ilk ve ikinci hareket ölçüm değerleri arasında herhangi bir değişikliğe rastlanmamıştır. Her ne kadar, germe yapılan 1. grubun aktif pozisyon hissindeki

hata değerleri, 6. haftada yapılan son değerlendirmede yaklaşık 5 cm.lik bir azalma göstermiş ve bu azalma 6. haftaya doğru progresif bir seyir izleyecek şekilde olsa da, bu grubun grup içi karşılaştırmasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aktif eklem pozisyon hissindeki bu değer, diğer gruplar için düzgün bir eğri oluşturacak şekilde progresif bir seyir izlememiş; bazen azalma, bazen artma şeklinde ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak da 6. haftanın sonunda yaklaşık 1-3cm. lik bir fark (2. grup için 1 cm, 3. grup için 3 cm) ortaya çıkmıştır. Bu farklar da her iki grubun grup içi karşılaştırmalarında anlamlı çıkmamıştır ki, bu da bizim için beklenen bir sonuçtur. Gruplar arası farklar birbirleri ile karşılaştırıldığında, sonuçlar yine istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır. Ancak, germe uygulanan 1. Grubun ilk değerlendirmede eklem pozisyon hissindeki ölçüm hata (cihaz hata oranını kaydeder) değerinin, başlangıçta diğer gruplardan daha büyük olması, zaman içinde progresif bir şekilde düzgün bir azalma göstermesi ve bu azalmanın diğer gruplardan daha fazla olması, grup içi veya gruplar arası değerlendirmede istatistiksel olarak anlamlı bir fark açığa ıkartmasa bile, bizim için bu grup adına olumlu veya germe egzersizleri lehine bir düşünce oluşturmuştur. Sonuçlarımızın bu görüş doğrultusunda daha iyi yorumlanabilmesi için, istatistiksel olarak anlamlı farkların ortaya çıkarıldığında karşılaştırmalı ve daha büyük örneklemini olan detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Germe egzersizleri kas reseptörlerindeki duyarlılığı azaltarak, Ia afferentlerinden gelen sinir iletimini azaltabilir (69) ve bu durum propriyoseptif yetenekleri olumsuz yönde etkiler (31). Literatürde Hayes ve ark. Çalışmamıza benzer süre ve dozajda, gastrosoleus kasına uyguladıkları pasif statik germe sonucu sinir iletiminde azalma gözlemiştir. Çalışmamızda propriyosepsiyonun ktleşmediği hatta istatistiksel olarak açığa çıkmamış olsa bile, özellikle germe uygulanan grupta progresif bir iyileşme gözlenmesi nedeni ile bu olumsuz etkilerin kronik dönemde görülmediği, aksine pasif statik germe uygulamasının kısılalığı olmayan 3. Gruba oranla eklem pozisyon hissinin daha iyi geliştirdiği gözlendiğinden germe egzersizlerinin güvenle kullanılabilir olduğunu destekleyebilir. Çalışmamızda EMG ile sinir iletim hızı ve objektif yöntemlerle kas sertliği ve kas kuvveti llmediği için bu konuda kesin bir yargıya varmak güçtür.

Çalışmamız sonunda koordinasyonun egzentrik ve konsentrik yöndeki ilk ölçüm değerleri gruplar arası benzer bulunmuş, Hamstringlerin kısalığı koordinasyonu etkilememiştir. Grup içi değerlendirmelerde 6. haftada koordinasyon gelişmiş ancak bu gelişme gruplararası fark göstermemiştir. Bu nedenle koordinasyonun bireyler tarafından tekrarlı ölçümlerle öğrenilebilir olduğu, limbik sistemle, öğrenme ile ilgili olduğu ve açığa çıkan durumun hamstring kısalığı ve germe egzersizlerinden etkilenmediği düşünülebilir.

Koordinasyonun konsentrik yön değerlerinin grup içi değerlendirilmesinde 6. hafta sonunda en az iyileşmenin pasif statik germe uygulanan 1. grupta olduğu, 1. ve 2. grubun 3. gruba oranla daha az iyileşme gösterdiği bulunmuştur. İyileşmede 2. grubun artıp azalan seyir gösterdiği 3. grubun daha kararlı olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, kasın optimum uzunlukta olmasının konsentrik yönde kasların kontrolünü daha iyi geliştirebileceği ve kısa olan kasın bu iyileşmeye etki düzeyinin güvenilir olmadığı ve germe egzersizlerinin 3. haftadan itibaren bu gelişimi sağlayabileceği düşünülebilir. Bu konuda 6 haftayı aşan süreli değerlendirmelerin olması konuya daha fazla açıklık getirecektir.

Koordinasyonun egzentrik yön değerleri tüm gruplarda grup içi değerlendirmede 6. haftanın sonunda benzer şekilde iyileşme (ölçüm hatasında azalma) göstermiştir. Koordinasyon egzentrik yön ölçümlerinde germe yapılan 1.grupta progresif olarak iyileşme gözlenmiştir. 2. ve 3. grupta ise progresif olarak azalan ve 3. hafta ölçümden itibaren istatistiksel olarak anlamlı olmayan iyileşmeler bulunmuştur.

Fizyolojik olarak egzentrik olarak kasılan kasın antogonisti kasılır ve agonist kasta gevşeme sağlanır (25). Çalışmamızda egzentrik yönde açığa çıkan sonuçlar doğrultusunda kısa ve kısa olmayan hamstring kaslarının egzentrik yöndeki koordinasyonu aynı düzeyde değiştirdiği halde; germe egzersizlerinin egzentrik kasılma sırasında antagonist kasılma ve agonist gevşeme uyumunu geliştirebileceği, egzentrik yön koordinasyonu geliştirmeye katkıda bulunacağı ve germe egzersizlerinin bu amaçla kullanılabileceği düşünülebilir. Bu konuda ileride yapılacak EMG yöntemleri ile değerlendirmeler görüşlerimize ışık tutacaktır.

Koordinasyonda açığa çıkan bu gelişmelerden yola çıkarak daha önce propriyosepsiyon çalışmalarında değinilmemiş koordinasyonun tüm gruplarda iyileşme göstermesinin, koordinasyonun kolay öğrenilebilir propriyoseptif bir yetenek olduğu ve propriyoseptif çalışmaları için öncelikle tercih edilmesinin yararlı olabileceği düşünülebilir.

Klinikte oldukça sık problem olarak karşımıza çıkan Hamstring kas kısalığı mekanik bel ağrısı, postür problemleri, patello femoral sendrom, patellar tendinit gibi problemlere neden olmakta ve olumsuz etkiler yaratmaktadır. Akut ya da kronik pasif statik germe uygulamaları, fizyoterapistler tarafından en sık tercih edilen yöntemlerden biridir. Çalışmamızın sonucunda uzun süreli yapılan pasif statik germenin eklem hareket açıklığında olumlu etkiler yarattığı ve koordinasyonu olumlu etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu sonuca dayanarak her ne kadar eklem pozisyon hissinde 6 haftalık yapılan uygulamada belirgin bir fark oluşmasa da ortaya çıkardığı diğer olumlu etkileri nedeni ile özellikle pasif germenin uzun süreli kullanılmasının faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

Sonuç; Literatürde germe egzersizlerinin genellikle sporcularda ya da sedanter bireylerde kas kısalığı göz önünde bulundurulmaksızın performansa olan etkisi incelenmiştir. Proprioepsiyon üzerine olan etkisi ise nadir olarak ele alınmış ve akut etki sonuçları paylaşılmıştır. Germe egzersizlerinin kas kısalığı göz önünde bulundurularak proprioepsiyon üzerine kronik etkisinin incelenmesi açısından çalışmamız ayrıcalıklıdır. Sonuç olarak; germe egzersizlerinin, proprioepsiyona direkt etkisi olmaksızın, kolay öğrenilebilir koordinasyon duyusuna katkı sağlaması nedeniyle proprioepsiyonda gelişme sağlaması, rehabilitasyon sürecinde kas kısalığı olan bireylerde rahatlıkla uygulanabilir olduğu vurgulanmıştır. Fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının pek çok aşamasında göz önünde bulundurulması gereken proprioepsiyonun, kendisini etkileyebilecek her türlü faktör açısından detaylı olarak incelenmesi ve gelişimine katkı sağlayacak tüm fizyoterapi uygulamaları ve egzersizlerin etkilerinin belirlenmesi için, bu konuda yapılacak kanıta dayalı çalışmalara ihtiyaç olduğu açıktır.

Çalışmanın limitasyonları

Propriyosepsiyonu etkileyen en önemli nedenlerden biri yorgunluk düzeyidir, çalışmamızda bireylerin ölçüm öncesinde yorgunluk düzeyi değerlendirilmemiştir. Bireylerin fiziksel aktivite durumlarını ve bu durumun zamanla değişimini takip edecek fiziksel aktivite anketleri kullanılmamıştır. Çalışmamız laboratuvar ortamında yapılamadığından propriyosepsiyonu etkileyebilen faktörlerden ortam ısısı, testlerin yapımı sırasındaki çevre şartları her birey için eşit koşulda düzenlenememiştir ve ölçüm cihazımızın ayak tabanından basınç hissi elimine edilememiştir.

Literatürde sıklıkla belirli hedef açı dikkate alınarak ölçülen eklem pozisyon hissi kullanılmamış, ayak teması bulunan sistem kullanılmış ve tüm alt ekstremitenin eklem pozisyon hissi ve koordinasyonu ölçülmüştür. Bu nedenle literatürle kıyas yapılamamıştır. Sonuçların yorumu açısından faydalı olacak propriyosepsiyon ölçüm yöntemlerinden koordinasyon ve eklem pozisyon hissi yanında daha fazla sayıda propriyosepsiyon test parametre değerlendirmeleri, kas kuvveti ve sinir iletim hızı ölçümleri, daha uzun süreli takipler yapılmamış ve fonksiyonlarındaki değişime bakılmamıştır. Bu limitasyonlar göz önünde bulundurularak çalışmanın bir sonraki hedefi, daha fazla sayıda birey ile propriyosepsiyonu etkileyebilecek tüm faktörler elimine edilip, ileri teknolojik ve objektif değerlendirme yöntemleri ile propriyosepsiyonun ve fonksiyonelliğin gelişimine etkisi olabilecek yaklaşımların belirlenmesidir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızın sonucunda ulaşılan sonuç ve öneriler şunlardır;

1. Çalışmaya dahil edilen bireylerde, aktif diz ekstansiyon yöntemi ile belirlenen hamstring kas kısalığı derecesi ve eklem pozisyon hissi arasında herhangi bir istatistiksel farkın olmayışı, hamstring kas kısalığının diz ekleminin propriyosepsiyon duyusunu etkilemediğini düşündürmektedir.
2. Kısa olan hamstring kaslarına yapılan pasif statik germe egzersiz uygulamasının propriyosepsiyon duyusunun gelişimine yönelik herhangi bir direkt katkısı olmadığı belirlenmiştir.
3. Tüm gruptaki bireylerde eklem pozisyon hissi ilk değerlendirmeye oranla 6. haftada değişme göstermemişken, koordinasyon değerlerinde ilk değerlendirmeye oranla 6. haftada anlamlı iyileşme gözlenmiştir. Bu sonucun, uygulama sırasında tekrar sayısına bağlı olarak, koordinasyon duyusunun kolay öğrenilebilir bir özellik taşıması nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.
4. Germe egzersizlerinin progresif olarak koordinasyonda iyileşme göstermesi nedeniyle, uzun takipli çalışmalar ile kas kısalığı olan bireylerde incelenmesi gerektiği çalışmamızın bir diğer sonucudur.
5. Germe egzersizlerinin proprioseptif duyu üzerine olumlu ya da olumsuz herhangi bir etkisi belirlenmemişse de, kronik dönem gelişime katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
6. Fizyoterapistler, çalışmamız sonuçlarına göre germe egzersizlerini, eklem hareket açıklığının artması, koordinasyonun gelişmesine katkı sağlanması ve proprioseptif duyuya herhangi bir olumsuz etkinin gözlenmemesi nedenleri ile rehabilitasyon çalışmaları sırasında güvenle kullanabilirler.

Sonuç olarak; hamstring kas kısalığının, sağlıklı ya da hasta bireylerde neden olduğu yaralanmalarla ilişkisine yönelik fonksiyonel olarak bireylerin fonksiyonlarındaki değişimlerine ve propriosepsiyona olan etkisinin daha farklı değerlendirme yöntemleri (kuvvet, sinir iletim hızı, performans ölçümleri, kinestezi ve denge gibi diğer proprioseptif ölçümler (farklı hedef açı kullanılarak ölçülen eklem pozisyon hissi) kullanılarak ölçüldüğü uzun takip süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Sharma, L. (1999) Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*, 25 (2), 299-314.
2. Safran, M.R, Allen, A.A., Lephart, S.M., Borsa, P.A., Fu, F.H. Harner, C.D. (1999) Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 7 (5), 310-317.
3. Waryasz, G.R, McDermott, A.Y. (2008) Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med*, 7-9.
4. Duri, Z.A.A. Aichroth, P.M. (1995) Patellar tendonitis: clinical and literature review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 3, 95-100.
5. Zhu, Q. Gu, R., Yang, X., Lin, Y., Gao, Z., Tanaka, Y. (2006) Adolescent lumbar disc herniation and hamstring tightness: review of 16 cases. *Spine (Phila Pa 1976)*, 31 (16), 1810-1814.
6. Kisner, C., Colby, L.A. (2007). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*.(s 54-68). FA Davis Co. Philadelphia.
7. Holt, L.E., Pelham, T.W., Holt, J. (2008). *Flexibility: concise guide*. New Jersey: Humana Press Inc.
8. McHugh, M.P., Cosgrave, C.H. (2010) To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*, 20, 169–181.
9. De Deyne, P.G. (2001) Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys ther*, 81, 819-827.
10. Guissard, N. Duchateau, J. (2006) Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev*, 34 (4), 154-158.
11. Hayes, B.T. Harter, R.A., Widrick, J.J., Williams, D.P., Hoffman, M.A., Hicks-Little, C.A. (2012) Lack of neuromuscular origins of adaptation after a long-term stretching program. *J Sport Rehabil*, 21 (2), 99-106.
12. Gajdosik, R.L. (2001) Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech*, 16, 87-101.
13. Miller, A. Wotjts, J.A., Huston, L.J. Fry-Welch, D. (2001) Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9, 128-136.

14. Riemann, B.L, Lephart, S.M. (2002) The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train*, 37 (1), 71-79.
15. Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S., Mohammadi, F. (2007) Effect of statis stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br J Sports Med*, 41, 684-687.
16. Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Rogind, H., Samsae, B.D.,Bliddal, H. (2005) Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *Br J Sports Med*, 39, 43-46.
17. Streepey, J.W., Mock, M.J., Riskowski, J.L., Vanwyte, W.R., Vitvitskiy, B.M.,Mikesky, A.E. (2010) Effects of quadriceps and hamstrings proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on knee movement sensation. *J Strength Cond Res*, 24 (4), 1037-1042.
18. Alp, E. Pepe, K. (2008). ***Kısa ve uzun dönemde farklı germe egzersizlerinin propriyoseptif duyuya etkisi.*** Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
19. Stillman, B. (2002) Making Sense of Proprioception: the meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy*, 88 (11), 667-646.
20. Houglum, P.A. (2005). *Therapeutic exercise for musculoskeletal injuries*. Houglum, P.A. (Ed.). The ABCs of the proprioception (s. 259-275). Pittsburg: Champaign, IL: Human Kinetics.
21. Donatelli, R.,Wooden, M. (2010). *Orthopaedic physical therapy*. W. J. Hurd & L. S. Mackler (Ed.). Neuromuscular training (fourth bs., s. 377-387). Churchill Livingstone Elseiver: Linda Duncan.
22. Ergen, E., Ulkar, B. (2008) Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clin Sports Med*, 27 (1), 195–217.
23. Lephart, S.M. Pincivero, D.M., Giraldo, J.L.,Fu, F.H. (1997) The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med*, 25 (1).
24. Guyton, A.C. Hall, J.E. (2001). *Tıbbi Fizyoloji*. H. Çavuşoğlu (Ed.). Duyu reseptörleri (10.Edisyon bs., s. 528-538): Yüce yayımları&Nobel Tıp Kitabevleri.

25. Guyton, A.C., Hall, J.E. (2001). *Tıbbi Fizyoloji*. Çavuşoğlu H (Ed.). Omuriliğin Motor Fonksiyonları (10. Edisyon bs., s. 622-628): Yüce yayımları&Nobel Tıp Kitabevleri.
26. Dimitriou, M., Edin, B.B. (2010) Human muscle spindles act as forward sensory models. *Curr Biol*, 20 (19), 1763-1767.
27. Riemann, B.L., Lephart, S.M. (2002) The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *J Athl Train*, 37 (1), 80-84.
28. Friden, T., Roberts, D., Ageberg, E., Walden, M., Zatterstrom, R. (2001) Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture. *J Orthop Sports Phys Ther*, 31 (10), 567-576.
29. Taner, D. (2009). Medulla Spinalisin İnen ve Çıkan Yolları. D. Taner (Ed.). *Fonksiyonel nöroanatomi* (Yedinci bs., s. 98-129). Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
30. Can, F.(2012) Late term rehabilitation after surgery. Doral,M.N., Tandogan, R.M., Mann, G.,Verdonk, R. (Ed.). *Sport injuries, prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation* (s. 1131-1144). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
31. J. Reer & J. Jerosch (2002). Proprioception of the ankle joint. Nyska, M., Mann, G. *The Unstable Ankle* (s. 32-51). USA, Canada: Human Kinetics.
32. Riemann, B.L., Myers, J.B.,Lephart, S.M. (2002) Sensorimotor system measurement techniques. *J Athl Train*, 37 (1), 85-98.
33. Shidahara, H., Deie, M., Niimoto, T., Shimada, N., Toriyama, M., Adachi, N. ve diğerleri. (2011) Prospective study of kinesthesia after ACL reconstruction. *Int J Sports Med*, 32 (5), 386-392.
34. Fortier, S.,Basset, F.A. (2012) The effects of exercise on limb proprioceptive signals. *J Electromyogr Kinesiol*, 22 (6), 795-802.
35. Salahzadeh, Z., Maroufi, N., Salavati, M.,Mortaza, N. (2013) The investigation of the proprioception in patients with patello femoral pain: using the sense of force accuracy. *Health MED*, 7 (2), 657-665.
36. Adachi, N., Ochi, M., Uchio, Y., Iwasa, J., Ryoke, K.,Kuriwaka, M. (2002) Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand*, 73 (3), 330-334.

37. Can, F. (2002) Ön çapraz bağ yaralanmalarında rehabilitasyon Tandoğan, N.R. (Ed.). *Ön çapraz bağ cerrahisi* (s. 165-189). Ankara: Spor Yaralanmaları, Artroskop ve Diz Cerrahisi Derneği, Sim Matbaacılık.
38. Dhillon, M.S., Bali, K.,Prabhakar, S. (2012) Differences among mechanoreceptors in healthy and injured anterior cruciate ligaments and their clinical importance. *Muscles Ligaments Tendons J*, 2 (1), 38-43.
39. Halit, P.(2003). Dizde plikaların propriyoseptif özellikleri. Ergen, E., Zengeroğlu, A.M. (Ed.). *9.ulusal spor hekimliği kongresi 24-26 ekim 2003 Nevşehir kongre kitabı*. (s 234-235). Ankara. Türkiye Spor Hekimleri Derneği, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı. Nobel yayın dağıtım.
40. Pinar, H. (1997) Meniscus: anatomy and proprioception. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 31 (5), 392-396.
41. Blackburn, J.T., Norcross, M.F., Padua, D.A. (2011) Influences of hamstring stiffness and strenght on anterior knee joint stability. *Clin Biomech*, 26 (278-283).
42. Torres, R., Vasques, J., Duarte, J.A.,Cabri, J.M. (2010) Knee proprioception after exercise-induced muscle damage. *Int J Sports Med*, 31 (6), 410-415.
43. Özer, M. (2007). ***Sıcak ve soğuk ısı uygulamasının diz eklemi propriyosepsiyonuna etkisi***. Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversit esi, Manisa.
44. Perlau, R., Frank, C.,Fick, G. (1995) The effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population. *Am J Sports Med*, 23 (2), 251-255.
45. Baltacı, 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 Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19, 1722–1728.
46. Hurley, M.V., Rees, J., Newham, D., J. (1998) Quadriceps function, proprioceptive acuityand functionalperformance in healty young, middle-aged and elderly subjects. *Age Ageing*, 27, 55-62.

47. Pai, Y.C., Rymer, W.Z., Chang, R.W., Sharma, L. (1997) Effect of age and osteoarthritis on knee proprioception. *Arthritis Rheum*, 40 (12), 2260-2265.
48. İpek, D., Özkaya, Ö., Sözen, H., Tekat, A. (2009) Pasif germe hareketlerinin sedanterlerde oluşturulan gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, VII (1), 37-40.
49. Holt, L.E., Pelham, T.W., Holt, J. (2008). *Flexibility: concise guide*. (s 8-22) New Jersey: Humana Press Inc.
50. Meroni, C., Cerri, C.G., Lanzarini, C., Barindelli, G., Morte, G.D., Gessaga, V. ve diğ. (2010) Comparison of active stretching technique and static stretching technique on hamstring flexibility. *Clin J Sport Med*, 20, 8-14.
51. Baltacı, G. (2003). *Spor yaralanmalarında egzersiz tedavisi*. (s 13-19). Ankara: Alp Yayınevi.
52. Youdas, J.W., Haefflinger, 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. *Physiother Theory Pract*, 26 (4), 240-250.
53. Livanelioğlu, A., Erden, Z., Günel, M.K. (2011). *Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon teknikleri* (3. baskı bs.), (s 38-45). Ankara: Ankamat matbaacılık.
54. Sharman, M.J., Cresswell, A.G., Riek, S. (2006) Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med*, 36 (11), 929-939.
55. Lakie, M., Robson, L.G. (1988) Thixotropic changes in human muscle stiffness and the effects of fatigue. *Q J Exp Physiol*, 73 (4), 487-500.
56. Taylor, D.C., Dalton, J.D., Seaber, A.V., Garrett, W.E., (1990) Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med*, 18 (3), 300-309.
57. Nordez, A., Cornu, C., McNair, P. (2006) Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21 (7), 755-760.
58. Micheo, W., Baerga, L., Miranda, G. (2012) Basic principles regarding strength, flexibility, and stability exercises. *PM R*, 4 (11), 805-811.

59. Zollner, A.M., Abilez, O.J., Bol, M., Kuhl, E. (2012) Stretching skeletal muscle: chronic muscle lengthening through sarcomerogenesis. *Plos One*, 7 (10), e45661.
60. Passey, S., Martin, N., Player, D., Lewis, M.P. (2011) Stretching skeletal muscle in vitro: does it replicate in vivo physiology? *Biotechnol Lett*, 33 (8), 1513-1521.
61. De Deyne, P.G. (2001) Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys ther* 81, 819-827.
62. Goldspink, D.F., Cox, V.M., Smith, S.K., Eaves, L.A., Osbaldeston, N.J., Lee, D.M. ve diğerleri. (1995) Muscle growth in response to mechanical stimuli. *Am J Physiol*, 268 (2 Pt 1), E288-297.
63. Kamikawa, Y., Ikeda, S., Harada, K., Ohwatashi, A., Yoshida, A. (2013) Passive repetitive stretching for a short duration within a week increases myogenic regulatory factors and myosin heavy chain mRNA in rats' skeletal muscles. *Sci World J*, 493656.
64. Lima, M.A., Silva, V.F. (2006) Correlation between force resistance and flexibility of amateur soccer players' posterior thigh muscles. *Fit Perf J*, 6, 5.
65. Halbertsma, J.P., Goeken, L.N. (1994) Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*, 75 (9), 976-981.
66. Knudson, D. (2006) The biomechanics of stretching. *J Exerc Sci Physiother*, 2, 3-12.
67. Hayes, B.T., Harter, R.A., Widrick, J.J., Williams, D.P., Hoffman, M.A., Hicks-Little, C.A. (2012) Lack of neuromuscular origins of adaptation after a long-term stretching program. *J Sport Rehabil*, 21 (2), 99-106.
68. Aguilar, A.J., Distefano, L.J., Brown, C.N., Herman, D.C., Guskiewicz, K.M., Padua, D.A. (2012) A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *J Strength Cond Res*, 26 (4), 1130-1141.
69. Alemdaroğlu, U., Koz, M., Köklü, Y. (2012) Germe egzersizlerinin performans üzerine akut etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi, Hacettepe J. of Sport Sciences*, 23 (2), 68-76.
70. Mc Nair, P. (2007) Acute responses to stretches with isokinetic dynamometers. *Sportex Medicine*, 34, 6-9.

71. Herda, T.J., Cramer, J.T., Ryan, E.D., McHugh, M.P., Stout. (2008) Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *J Strength Cond Res*, 22 (3), 809-817.
72. Kokkonen, J., Nelson, A.G., Eldredge, C., Winchester, J.B. (2007) Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*, 39 (10), 1825-1831.
73. Kokkonen, J., Nelson, A.G., Tarawhiti, T., Buckingham, P., Winchester, J.B. (2010) Early-phase resistance training strength gains in novice lifters are enhanced by doing static stretching. *J Strength Cond Res*, 24 (2), 502-506.
74. Gajdosik, R., Lusin, G. (1983) Hamstring muscle tightness. Reliability of an active-knee-extension test. *Phys Ther*, 63 (7), 1085-1090.
75. Shimon, J.M., Darden, G.F., Martinez, R., Clouse-Snell, J. (2010) Initial reliability and validity of the lift-and-raise hamstring test. *J Strength Cond Res*, 24 (2), 517-521.
76. Nagarwal, A.K., Zutshi, K., Zafar, R. (2010) Improvement of hamstring flexibility: a comparison between two pnf stretching techniques. *Inter J Sports Scien and Eng* 04 (1), 25-33.
77. Palmer, M.L., Epler, M.E. (1990). Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy. M. L. Palmer & M. E. Epler (Ed.). (s. 288-316). Philadelphia, PA: J.B. Lippincott.
78. Gattie, E.R., Decoster, L.C., Heon, M.M., LaRoche, D.P. Reliability and validity of the monitored rehabilitation functional squat proprioception test component **http://www.nhmi.net/validity_and_reliability_of_the_monitored_rehab.php** (08.07.2013).
79. Monitored Rehab Systems Software-MRS-E0701 Guideline. (2006), 74-86).
80. Decoster, L., Labore, L.L., Boquiren, M.L., Russell, P.J. Monitored rehab functional squat coordination test: reliability, learning curve and eccentric-concentric performance comparisons (08.07.2013). **<http://www.nhmi.net/monitoredrehabfunctionalsquatcoordinationtesthp>**.

81. Maffiuletti, N.A., Bizzini, M., Schatt, S., Munzinger, U. (2005) A multi-joint lower-limb tracking-trajectory test for the assessment of motor coordination. *Neurosci Lett*, 384 (1-2), 106-111.
82. Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M.,Santonja, F. (2013) Comparison of active stretching technique in males with normal and limited hamstring flexibility. *Phys Ther Sport*, 14 (2), 98-104.
83. Cipriani, D., Abel, B., Pirwitz, D. (2003) A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. *J Strength Cond Res*, 17 (2), 274-278.
84. Bandy, W.D., Irion, J.M. (1994) The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, 74 (9), 845-850; discussion 850-842.
85. Ün, N., Yüstaşır, B.,Ergun, N. (2002) Statik germe süresinin hamstring kas esnekliği üzerine etkisi. *Fizyoterapi ve Rehabilitasyon*, 13 (2), 72-76.
86. Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S.,Mohammadi, F. (2007) Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br J Sports Med*, 41 (10), 684-687.
87. Pollard, H.,Ouodling, N. (1999) Management of hamstring injury:a review and case report. *J Sport Rehabil*, 13, 98-109.
88. Juskiewicz, T., Starosta, W. (2001) Asymmetry the maximal strenght of the lower limbs in athletes-sprinters of various levels of sport advancement. *Med Sport*, 14, 161-164.
89. Rahmana, N., Lees, A., Bambaecichi, E. (2005) Comparison of muscle strenght and flexibility between the preferred and non-preferred leg in english soccer players. *Economics*, 48, 1568-1575.
90. Coşkun, G. (2008). ***Kronik bel ağrısının rehabilitasyonunda propriyoseptif egzersizlerin kas kuvveti ve fonksiyonel düzey üzerine olan etkisi***. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
91. El-Tamawy, M.S., Darwish, M.H.,Khallaf, M.E. (2012) Effects of augmented proprioceptive cues on the parameters of gait of individuals with Parkinson's disease. *Ann Indian Acad Neurol.*, 15 (4), 267-272.

92. Sanchez-Ramirez, D.C., Leeden, M., Knol, D.L., Esch, M., Roorda, L.D., Verschueren, S. ve diğeri. (2013) Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis. *J Rehabil Med.*, 45 (2), 192-197.
93. Opar, D.A., Williams, M.D., Shield, A.J. (2012) Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med*, 42 (3), 209-226.
94. Gajdosik, R., Lusin, G. (1983) Hamstring muscle tightness. Reliability of an active-knee-extension test. *Phys Ther*, 63 (7), 1085-1090.
95. Brumagneemail, S.S.B., Lysens, R., Spaepen, A. (1999) Lumbosacral repositioning accuracy in standing posture: a combined electrogoniometric and videographic evaluation. *Clin Biomech*, 14 (5), 361-363.
96. Erden, Z. (2002). ***Total diz protezi uygulanan hastalarda rehabilitasyonun fonksiyonel aktivite ve propriyoseptif duyu üzerine etkileri.*** Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
97. Chan, D. (2009). ***The effects of plyometric versus strength training exercise program on shoulder proprioception.*** Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
98. Erdem, E.U. (2007). ***Servikal spondilozda eklem pozisyon hissi, kas kuvveti ve fonksiyonel düzey arasındaki ilişki.*** Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
99. Yosmaoglu, H.B., Kaya, D., Guney, H., Nyland, J., Baltaci, G., Yuksel, İ. ve diğeri. (2013) Is there a relationship between tracking ability, joint position sense, and functional level in patellofemoral pain syndrome? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2406-2 .Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
100. Ergen, E., Pigozzi, F., Bachl, N., Debruyne, A., Dickhuth, H., Rolf, C. ve diğeri. (2008) Sport medicine specialty training core curriculum for European countries. *J Sports Med Phys Fitness*, 48 (4), 419-433.
101. Fasn, J.M., O'Connor, A.M., Schwartz, S.L., Watson, J.O., Plastaras, C.T., Garvan, C.W. ve diğeri. (2009) A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques. *J Strength Cond Res*, 23 (2), 660-667.

- 102.Hopper, C., Deacon, S., Dass, K., Jain, A., Riddel, D., Hall, T. ve diğ erleri. (2005) Dynamic soft tissue mobilisation increases hamstring flexibility in healthy male subjects. *Br J Sports Med*, 39, 594-598.
- 103.Rushton, A., Spencer, S. (2011) The effect of soft tissue mobilisation techniques on flexibility and passive resistance in the hamstring muscle-tendon unit:a pilot investigation. *Man Ther*, 16, 161-165.
- 104.Krohn, K., Castro, D., Kling, J. (2011) The effects of kinesio tape on hamstring flexibility. *Logan.edu*, 1-12.
- 105.Cronin, J., Nash, M., Whatman, C. (2008) The acute effects of hamstring stretching and vibration on dynamic knee joint range of motion and jump performance. *Phys Ther Sport*, 9 (2), 89-96.
- 106.Ungan, O.A. (2012). ***Sa ğlıklı bireylerde mulligan traksiyon dü z bacak kaldırma tekniğ inin quadriceps ve hamstring kas kuvveti, pasif eklem pozisyon hissi ve eklem hareket açıklığı üzerine olan akut etkilerinin değ erlendirilmesi.*** Yüksek lisans tezi. Başkent Üniversitesi, Ankara.
- 107.Smith, M., Fryer, G. (2008) A comparison of two muscle energy techniques for increasing flexibility of the hamstring muscle group. *J Bodyw Mov Ther*, 12, 312-317.
- 108.Webright, W.G., Randolph, B.J.,Perrin, D.H. (1997) Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J Orthop Sports Phys Ther*, 26 (1), 7-13.
- 109.Davis, D.S., Ashby, P.E., McCale, K.L., McQuain, J.A.,Wine, J.M. (2005) The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res*, 19 (1), 27-32.
- 110.Meroni, C., Cerri, C.G., Lanzarini, C., Barindelli, G., Morte, G.D., Gessaga, V. ve diğ erleri. (2010) Comparison of active stretching technique and static stretching technique on hamstring flexibility. *Clin J Sport Med*, 20, 8-14.
- 111.Barroso, R., Tricoli, V., Santos Gil, S.D., Ugrinowitsch, C.,Roschel, H. (2012) Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res*, 26 (9), 2432-2437.

- 112.Nagarwal, A.K., Zutshi, K., Ram, C.S., Zafar, R. (2010) Improvement of Hamstring Flexibility: A Comparison between Two PNF Stretching Techniques. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 01, 025-033.
- 113.Cipriani, D.J., Terry, M.E., Haines, M.A., Tabibnia, A.P., Lyssanova, O. (2012) Effect of stretch frequency and sex on the rate of gain and rate of loss in muscle flexibility during a hamstring-stretching program: a randomized single-blind longitudinal study. *J Strength Cond Res*, 26 (8), 2119-2129.
- 114.Bandy, W.D., Irion, J.M.,Briggler, M. (1997) The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, 77 (10), 1090-1096.
- 115.Odunaiya, N.A., Hamzat, T.K., Ajayi, O.F. (2005) The effects of static stretch duration on the flexibility of hamstring muscles. *Afr J Med Med Sci*, 8, 79-82.
- 116.Ogura, Y., Miyahara, Y., Naito, H., Katamoto, S., Aoki, J. (2007) Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res*, 21 (3), 788-792.

EKLER

EK. 1. Etik Kurul Onay Sayfası



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

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

14.06.2013

Sayı: 16969557 -673

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 12.06.2013 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2013/11
Proje No : GO 13/273 (Değerlendirme Tarihi (24.04.2013))
Karar No : GO 13/273 – 21

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Prof.Dr.Yavuz YAKUT'un sorumlu araştırmacı olduğu Arş.Gör.Seval TAMER'in tezi olan GO 13/273 kayıt numaralı ve **"Hamstring Kas Kısılgının Diz Eklemi Propriyoseptif Duyusuna Etkisi"** başlıklı proje önerisi Kurulumuzda değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

1.Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan)

İZİNLİ
 9 Prof. Dr. Melahat Görduysus (Üye)

2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye)

10. Prof. Dr. Cansın Saçkesen (Üye)

3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye)

11. Doç. Dr. R. Köksal Özgül (Üye)

4. Prof. Dr. Sevdâ F. Müftüoğlu (Üye)

12. Doç. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye)

5. Prof. Dr. Cenk Sökmenster (Üye)

13 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye)

6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye)

14. Prof. Dr Leyla Dinç (Üye)

7. Prof. Dr. Songül Varızoğlu (Üye)

14. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye)

İZİNLİ

8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal (Üye)

15. Av. Meltem Onurlu (Üye)

EK. 2. Değerlendirme Formu

İsim :

Tarih:

Yaş :

Boy :

Kilo :

Dominant taraf:

Tel:

Özgeçmiş- yaralanma durumu:

Soygeçmiş:

Spor yapma durumu:

KISALIK	Sağ	Sol
Aktif diz ext		
Modifiye Thomas		
Rectus femoris		
Gastrosoleus		
TFL		

	Koordinasyon Testi Sapma Değerleri					
	Dominant Taraf Sapma Değerleri			Dominant Olmayan Taraf Sapma Değerleri		
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3.Ölçüm
İlk ölçüm egzentrik yön						
İlk ölçüm konsentrik yön						
3. Hafta Ölçüm egzentrik yön						
3. Hafta konsentrik yön						
6. Hafta Ölçüm egzentrik yön						
6. Hafta Ölçüm konsentrik yön						

	Aktif Eklem Pozisyon Hissi Sapma Değerleri					
	Dominant Taraf Sapma Değerleri			Dominant Olmayan Taraf Sapma Değerleri		
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3.Ölçüm
İlk ölçüm ilk hareket						
İlk ölçüm ikinci hareket						
3. Hafta Ölçüm ilk hareket						
3. Hafta ikinci hareket						
6. Hafta Ölçüm ilk hareket						
6. Hafta Ölçüm ikinci hareket						