

Farklı Statik Germe Şiddetlerinin Diz Proprioepsiyonu Üzerine Akut Etkileri

Yusuf HASIRCI¹  Semra OĞUZ² 

¹ Rebalance Terapi Sağlıklı Yaşam Merkezi, İstanbul, Türkiye, yusufhsr@hotmail.com

² Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye
ptsemraoguz@gmail.com (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

Makale Bilgileri	ÖZ
Makale Geçmişi Geliş: 03.06.2022 Kabul: 14.07.2022 Yayın: 25.08.2022	Amaç: Germe egzersizi rehabilitasyonda sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte germe egzersizleri kas reseptörlerini ve ilgili eklem proprioepsiyonunu etkileyebilir. Amacımız hamstring kaslarına üç farklı şiddette uygulanan statik germe egzersizlerinin (SGE) diz proprioepsiyonu (DP) üzerine olan akut etkilerini karşılaştırmaktır. Yöntem: Araştırmaya 18-45 yaş aralığında 108 sağlıklı yetişkin (103 Erkek, 5 Kadın) dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen katılımcılar randomize olarak 3 gruba ayrıldı. Gruplara farklı germe şiddetleri ile (maksimum germe şiddetinin %50'si, %75'i ve %100'ü), 30 saniye süreli SGE uygulandı. SGE dominant taraftaki hamstring kasına 3 tekrarlı olarak gerçekleştirildi. Grupların germeden önce ve hemen sonra 20 ve 45 derecelik fleksiyon pozisyonunda DP değerlendirildi. Bulgular: : Farklı şiddetteki SGE öncesi ve sonrası 20 ve 45 derecelik diz fleksiyonundaki proprioepsiyon ölçümlerinin hem grup içi değerleri hem de gruplar arası karşılaştırma sonuçları arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Sonuç ve Öneriler: Farklı şiddetlerde uygulanan SGE'nin DP üzerine etkisi olmadığı saptandı. Bu çalışmada üç farklı tip germe şiddeti sonrası akut etki değerlendirilmiş olup farklı süre ve tekrar sayısındaki germe uygulamalarının akut ve kronik etkinliğinin irdelenmesine ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler: Diz, Statik Germe, Germe Şiddeti, Proprioepsiyon.	

Acute Effects of Different Static Stretching Intensities on Knee Proprioception

Article Info	ABSTRACT
Article History Received: 03.06.2022 Accepted: 14.07.2022 Published: 25.08.2022	Purpose: Stretching exercise is frequently used in rehabilitation. However, stretching exercises may affect muscle receptors and related joint proprioception. So, this study aims to investigate the acute effects of static stretching exercises (SSE) of different intensities performed on the hamstring muscle group on knee joint proprioception (KP). Method: The study included 108 healthy adults (103 Male, 5 Female) aged 18-45 years. Participants were randomly divided into 3 groups. SSE was applied to the groups for 30 seconds with different stretching intensities (50%, 75%, 100%). SSE was performed on the hamstring muscle of the dominant side with 3 repetitions. KP was evaluated at 20 and 45 degrees before and immediately after stretching of the groups. Results: There was no significant difference in the intra-group and intergroup comparison results of the proprioception measurements at 20 and 45 degrees before and after SSE, with different severity ($p > 0.05$). Conclusion and Suggestions: It was determined that SSE, applied at different intensities had no effect on KP. In this study, the acute effect was evaluated after three types of stretching intensity. So, it is suggested to examine the acute and chronic effects of stretching applications of different durations and repetitions.
Keywords: Knee, Static Stretching, Stretching Intensity, Proprioception.	

* Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından SAG-C-YLP- 241018-0582 hibe numarası ile desteklenmiştir.

Atıf/Citation: Hasırcı, Y. & Oğuz, S. (2022). Farklı statik germe şiddetlerinin diz proprioepsiyonu üzerine akut etkileri. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(2), 152-163.



"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

GİRİŞ

Günümüzde dejeneratif eklem hastalıkları ile kas-iskelet sistemi yaralanmaları etiyojisinin anlaşılması ve hasarlardan korunmada proprioepsiyonun kritik rolü saptanmıştır (Baker vd., 2002). Bu durum tedavi ve koruyucu sağlık ile ilgilenen pek çok alanda proprioepsiyona ilgiyi arttırmıştır. Proprioepsiyon genellikle görme yardımı olmaksızın ekstremitenin pozisyonunu değerlendirme yeteneği olarak tanımlanır. Kas içiği, tendon, eklem ve derideki mevcut reseptörlerden duysal girdiler alan ve bu girdileri dikkate alarak eklem hareketlerinin pozisyonunu, yönünü, şiddetini ve hızını belirleyen proprioepsiyon, uzamsal konum duysunu ve hareketini ifade eden genel bir terimdir (Hewett vd., 2002).

Yürüme, koşma ve günlük işleri yaparken alt ekstremitelerin daha iyi kontrolü ve stabilitenin sağlanması için diz eklemine proprioepsiyonu önemlidir. Diz eklem pozisyonundaki farkındalık, dizi çevreleyen kasların eklem olan desteğinin artmasına neden olur. Diz çevresindeki kaslar diz eklemine stabilitesinde önemli bir role sahiptir ve egzersizler sırasında binen yükleri absorbe ederler (Larsen vd., 2005). Proprioepsiyondaki bozukluk periferden afferent mesajların iletilmesini engellediği için eklem üzerine uygunsuz yük binmesine neden olarak ilerleyici eklem dejenerasyonuna, nöromüsküler inbalansın yanı sıra dengede de bozulmalara yol açabilir (Moradi vd., 2014). Dizin anatomik yapısı ve stabilitesinde meydana gelen problemler de dizin proprioseptif duysunun bozulmasına neden olur (Kaya vd., 2018).

Diz eklemine proprioepsiyon, başlıca kas reseptörleri, tendinöz, artikülat, kutanöz ve ön çapraz bağ reseptörleri olmak üzere santral ve periferik mekanizmalar tarafından yönetilir (Ghaffarinejad vd., 2007). En büyük katkının ise kas reseptörlerinden olduğu kabul edilmektedir (Larsen vd., 2005). Dolayısıyla bu duyunun işlevini ve hassasiyetini etkileyebilecek faktörlerden biri de eklem ile bağlantılı olan kaslardır. Eklem çevresindeki kaslara uygulanan germe yaklaşımları ile kas içikleri uyarılır ve merkezi sinir sistemine duysal girdiler gönderilir. Sonuç olarak motor sinir reseptörleri de uyarılır. Bu nedenle, germe egzersizleri kas reseptörlerini ve ilgili eklem proprioepsiyonunu etkileyebilir (Proske vd., 1993).

Germe, bir kişinin eklem hareket açıklığını yani esnekliğini arttırmak için bir dış ve/veya iç kuvvet tarafından uygulanan bir hareketi ifade eder. Germe, egzersiz ve aktiviteye katılımı ilgili risklerin azaltılmasında ısınma, soğuma periyoduna ek olarak yapılan koruyucu yaklaşımlardan biridir. Kas ve konnektif dokuların germeye uyum sağlayabilme kabiliyetleri işlevsellik, onarım ve performansları için önemlidir (Apostolopoulos vd., 2015). Rehabilitatif yaklaşımların önemli bir bölümünü oluşturan germe egzersizleri, yaralanmaları önleme, egzersiz sonrası gecikmiş kas ağrılarını azaltma (Dilek vd., 2009) amacıyla özellikle ısınma periyodunda uygulanmaktadır (Young vd., 2006).

Germe şekilleri aktif, pasif, dinamik, statik, balistik ve proprioseptif nöromüsküler fasilitasyonu içerir. Bir kas grubunu belirli bir süre uzun bir pozisyonda tutmayı içeren bir germe türü olan statik germe, vücudun düzgün postürü ile kontrollü ve yavaş bir harekettir (Page, 2012). Yaralanma riski düşük olduğu için genellikle sedanter bireyler ve başlangıç tedavisi için klinik pratikte programa öncelikle statik germe uygulamaları ile başlanması önerilmektedir (Matsuo vd., 2015). Bu tür germe, bir germe refleksi ortaya çıkarmaktan kaçınmak için nispeten sabit bir kuvvetle yavaş ve kademeli olarak uygulanır (Ghaffarinejad vd., 2007).

Germe egzersizlerinin kas esnekliğini, eklem hareket açıklığını arttırdığı, kasta oluşacak sertliği önlediği ve kas boyunda meydana getirdiği uzamayla kastaki mekanoreseptörlerin uyarılabilirliğini artırarak proprioepsiyona olumlu katkı sağladığı ileri sürülmüştür (Pope vd., 2000). Ghaffarinejad ve diğerleri (2007) diz çevresindeki kaslara uygulanan statik germe egzersizlerinin proprioseptif girdi sağladığını; kas içiği ve golgi tendon organını aktive ederek proprioepsiyonu iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Larsen ve diğerleri (2005) de benzer bir hipotezi ortaya atmış olmalarına rağmen statik germenin diz eklem proprioepsiyonu üzerinde bir etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır. Diğer yandan germe egzersizlerinin proprioepsiyonu negatif etkileyebileceği de ileri sürülmüştür (Baker vd., 2002). Nitekim bir çalışmada triceps surae kasında tekrarlı pasif germe sonrası refleks duyarlılıkta ani azalma gösterilmiş ve bu durum kas içiklerinin duyarlılığındaki azalmaya bağlanmıştır (Avela vd., 1999). Bu çalışmadan yola çıkılarak yapılan bir diğer

çalışmada; akut germe uygulaması ile kas içiği aktivitesinde bir azalma olacağı ve proprioepsiyonun değişeceği varsayılmış fakat germe sonrası agonist ve antagonist kaslarda proprioepsiyonda bir değişiklik olmadığı saptanmıştır (Björklund vd., 2006). Bu çalışmalara göre statik germenin proprioepsiyon üzerindeki etkileri net değildir.

Germe egzersizleri klinik uygulamada yaygın olarak kullanılmasına karşın şiddet, süre, frekans ve germe pozisyonu gibi germe programlarının reçete edilmesine rehberlik eden metodolojik değişkenlerle ilgili kanıt halen eksiktir (Micheo vd., 2012). Bu parametrelerden germe şiddeti, germe sırasında oluşan kuvvet büyüklüğünün dokunun yanıtını etkilemesi nedeniyle önemlidir. Örneğin, çok fazla kuvvet uygulanması, dokuya zarar vererek inflamatuvar bir cevaba yol açabilirken; çok düşük kuvvet uygulanması, eklem hareket açıklığında çok az kazanç sağlayan veya hiç kazanç sağlamayan elastik bir cevap oluşturabilir. Literatür germe şiddetinin uygun şekilde uygulanması ve bu durumun kas iskelet sağlığının iyileştirilmesinde oynayabileceği kritik rol ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu bildirmektedir (Apostolopoulos vd., 2015). Eklem pozisyonunu belirlemede kas reseptörlerinin önemini göz önüne aldığımızda optimum yarar sağlayan germe şiddetinin seviyesi halen irdelenen önemli noktalardan biridir.

Kas yaralanmaları travmaya bağlı problemlerin yanı sıra spor yaralanmalarının da önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Özellikle spor ile ilişkili alt ekstremitte yaralanmalarının yaklaşık %37'sinin hamstring kasları ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Ekstrand vd., 2011). Hamstring kasları diz eklemının fleksiyonundan sorumlu başlıca kaslardır. Esneklik kaybı bu kas grubunda sıklıkla görülen bir problem olup pelvis nötral pozisyonu ve lomber bölgeyi etkilemektedir (Meroni vd., 2010). Kas gerginliği hamstring yaralanmaları için önemli bir risk faktörü olarak bilinmektedir. Kalça mobilitesini kısıtlayarak alt ekstremitte yaralanmalarına yol açabilmektedir (Ayala vd., 2013). Hamstring yaralanması ise en yaygın diz yaralanmalarından biridir. Bir ay içinde tekrar yaralanma oranının yüksek oluşu, iş gücü kaybı ve sağlık maliyeti açısından da bu yaralanmayı ciddi bir sorun haline getirmektedir. Bu nedenle, tedavi programlarının başarısının artırılması ve yaralanmaları önlemeye yardımcı olabileceği için germe egzersizleri tedavi protokollerinde sıklıkla önerilmektedir (O'Hora vd., 2011).

Diz çevresindeki kaslara yönelik statik germe egzersizinin diz proprioepsiyonu üzerine etkisinin araştırıldığı az sayıda çalışma bulunmakta ve bu çalışmalarda da çelişkili sonuçlar bildirilmektedir. Bu nedenle bu konuya ilişkin araştırma eksikliği halen devam etmektedir.

Bu çalışmada, hamstring kas grubuna uygulanan farklı şiddetlerde statik germe egzersizlerinin diz eklem proprioepsiyonu üzerine olan akut etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırmamız üç grup randomize ön test-son test çalışma olarak planlandı.

Katılımcılar

Araştırma dahil edilme kriterlerini taşıyan ve çalışmaya katılım için gönüllü olan sağlıklı yetişkinler ile gerçekleştirildi. Katılımcı sayısının hesaplanmasında, diz eklemine uygulanan statik germenin diz eklem proprioepsiyonuna etkisini araştıran bir çalışmadan yararlanıldı (Wodowski vd., 2016). Bu araştırmaya göre grupların etki büyüklüğü 0.55'tir (Cohen's d). G*power v3.1.9.6 programında effect size = 0.55, alfa = 0.05, güç = 0.95 uygulandığında, toplam örneklem büyüklüğü her bir grup için 36 katılımcı olarak bulundu. Çalışmamıza her grup için 36 olmak üzere toplam 108 katılımcı dahil edildi.

Araştırmamıza 18-45 yaş arası gönüllü bireyler dahil edilirken alt ekstremitte cerrahi operasyon öyküsü olan, uygulama bölgesinde açık yarası bulunan, alt ekstremitteyi etkileyen ortopedik, nörolojik veya romatolojik hastalık varlığı ve son 6 hafta içinde uygulama bölgesi ile ilişkili yumuşak doku yaralanma öyküsü bulunanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Veri Toplama Araçları ve Süreçleri

Araştırma kapsamında değerlendirilen olguların demografik verileri değerlendirme formuna kaydedildi. Germe esnasında algılanan mekanik uyarının şiddeti Görsel Analog Skala (GAS) ile diz eklemi proprioepsiyon değerlendirmesi MarVAJED ölçüm cihazı ile gerçekleştirildi. Katılımcıların adı, soyadı, yaşı, cinsiyeti, boyu, vücut ağırlığı, dominant tarafı, hangi grupta olduğu ve iletişim bilgileri kaydedildi

Görsel Analog Skala: Görsel Analog Skala (GAS), algılanan mekanik uyarının şiddetini görsel olarak ölçmek için kullanıldı. Germe uygulaması esnasında GAS ölçeğinde 0 değeri “hiç gerilme yok” ve 100 değeri ise “ağrısız mümkün olan maksimum gerilme” olarak tanımlandı. Katılımcılardan bu tanımlara uygun olarak maksimum germe şiddetinin %50, %75 ve %100’ü şiddette germe uygulaması yapması istendi.

Diz Proprioepsiyon Değerlendirmesi: Eklem proprioepsiyonu değerlendirmesinde kullanılan MarVAJED TÜBİTAK destekli geliştirilen bir ölçüm cihazı olup eklem hareket açıklıklarını değerlendiren, eklem pozisyon hissini analiz eden, eklem kontrolünü arttırmak için biofeedback desteği sunan ve aynı zamanda kontrollü egzersizlere yönlendiren bir sistemdir. Non-invaziv, taşınabilir ve kolay uygulanabilir olan bu sistem eklem hareketini küçük sensörler yardımıyla analiz eder. Elde edilen verilerin cep telefonu, tablet veya kişisel bilgisayara aktarımına izin verir (Aydoğdu, 2019).

Çalışmaya katılan bireyler, bilgisayar destekli sayılar tablosu kullanılarak, 30 sn-%50 şiddette germe grubu (Grup 1, n=36), 30 sn-%75 şiddette germe grubu (Grup 2, n=36), 30 sn-%100 şiddette germe grubu (Grup 3, n=36) olarak 3 gruba ayrıldı (Graph Pad Software. Quick Calcs. <https://www.graphpad.com/quickcalcs/randomize1.cfm>).

Hamstring kas grubu aktif statik germe egzersiz uygulaması ayakta duruş pozisyonunda gerçekleştirildi. Germe uygulaması dominant tarafa yapıldı. Dominant tarafın belirlenmesi için katılımcılardan topa vurmaları istendi. Uygulama için dominant ekstremitenin topuğu sandalye üzerine yerleştirildi. Pelvis ve kalça rotasyonunu engellemek için katılımcı kalça duvara dayalı, uygulama yapılacak taraf diz tam ekstansiyonda ve ayak bileği dorsi fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı. Katılımcılara bu pozisyon korunarak ve omurga dik olarak öne doğru eğilme talimatı verildi. Bu sırada her iki el ile germe yapılacak taraf diz kapağının üst kısmından yere dik olarak basınç uygulaması istendi (Şekil 1).



Şekil 1. Dominant Ekstremitte Hamstring Kas Grubu Statik Germe Egzersizi

Üç farklı şiddette uygulanan germe egzersizlerinin şiddeti GAS skalasına göre maksimal germe şiddetinin %50’si, %75’i ve %100’ü olarak belirlendi. Her tekrarın başlangıcında katılımcının algıladığı germe şiddeti 100 mm’lik bir GAS ile değerlendirildi. Her bir germe siklusu literatüre uygun olarak 30 saniye süre ile germe – 30 saniye dinlenme ile 3 tekrarlı olarak tamamlandı (Larsen vd., 2005).

Germe öncesinde ve hemen sonrasında proprioepsiyon değerlendirme yapıldı. Katılımcılar ayakta dik duruş pozisyonunda iken MarVAJED açı sensörleri velkro bantlar aracılığıyla uyluk ve baldır ortasına stabilize edildi. Bu pozisyonda cihaz 0° ekstansiyona kalibre edildi. Daha sonra katılımcılardan ayakları yere temas etmeyecek şekilde gevşek pozisyonda yatağa oturmaları istendi. Popliteal fossa, kutanöz reseptörlerin ipuçlarını en aza indirmek için yatağın kenarından yaklaşık 5 cm uzağa, eller ise destek için vücudun arkasına yerleştirildi.

Pasif-aktif yöntem kullanılarak proprioepsiyon ölçümü yapıldı. Test başlangıcında gözler, göz bandı ile kapatıldı. İlk aşamada değerlendirici tarafından dominant taraf diz eklemi pasif olarak 90 derece fleksiyon pozisyonundan hedef açığa (sırası ile 20 derece ve 45 derece fleksiyon açıları) getirildi. Eklem hedef açığa gelince 5 sn beklendi ve sonrasında başlangıç pozisyonuna (90 derece diz fleksiyonu) dönüldü. İkinci aşamada katılımcıdan dizini, aktif olarak başlangıç pozisyonundan hedef açığa getirmesi ve ilgili noktaya ulaştığını düşündüğünde bu durumu sözel olarak bildirmesi istendi. Katılımcı tahmin ettiği hedef açığa her gelişinde sözlü olarak bilgi verdi. Bu esnada MarVAJED ekranında görülen açı değerlendirici tarafından kaydedildi. Uygulama, her iki hedef açı için 3 kez tekrarlandı. 3 tekrarın ortalaması alındı. Analiz için ortalama sonucunda bulunan açının hedef açıyla olan farkının mutlak değeri kullanıldı (Şekil 2).



Şekil 2. MarVAJED ile Diz Proprioepsiyon Değerlendirmesi

Verilerin Analizi

Çalışmanın veri analizinde “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) 25.0 (SPSS inc. Chicago, IL, ABD) istatistik programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunlukları “One-Sample Kolmogorow-Smirnow Test” yoluyla incelendi. Normal dağılıma uyan veriler ortalama ve standart sapma; normal dağılıma uymayan veriler sayı ve yüzde ile ifade edildi. Germe uygulaması önce ve sonrasına ilişkin grup içi veri analizinde, parametrik koşullar sağlanamadığı için “Wilcoxon Test”, gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis testinden yararlanıldı. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Etik

Çalışma, T.C. Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’nca 09.2018.479 protokol numarasıyla onaylandı. Araştırmanın yürütüldüğü kurumdan gerekli yazılı izinler alındı. Katılımcılara araştırma hakkında sözlü bilgi verilerek elde edilen verilerin sadece araştırma amacıyla kullanılacağı ve gizliliklerinin korunacağı bildirildi. Araştırmaya katılmaya gönüllü olan bireylerin yazılı onamları alındı. Çalışma Helsinki Bildirgesine uygun olarak yürütüldü.

BULGULAR

Çalışmaya her gruptan 36 kişi olmak üzere toplam 108 sağlıklı yetişkin (103 erkek 5 kadın) dahil edildi. Grupların yaş, boy, kilo, vücut kütle indeksi (VKİ) ve cinsiyet dağılımını içeren demografik verileri benzerdi ($p > 0.05$). Ortalama yaşları 22.65 ± 7.55 yıl olan katılımcıların ortalama boyları $1.75.92 \pm 7.33$ m; vücut ağırlıkları ise 74.05 ± 12.95 kg idi. Grupların demografik özelliklerine Tablo 1’de yer verildi.

Tablo 1. Grupların Demografik Özellikleri

	GRUP 1 (n=36)	GRUP 2 (n=36)	GRUP 3 (n=36)	p
	ort ± ss	ort ± ss	ort ± ss	
Yaş (yıl)	21.52 ± 6.14	23.69 ± 9.30	22.72 ± 6.88	0.656
Boy (m)	1.75 ± 0.07	1.76 ± 0.06	1.76 ± 0.08	0.958
Kilo (kg)	73.12 ± 12.25	75.41 ± 14.42	73.47 ± 12.30	0.636
VKİ (kg/m ²)	23.80 ± 3.75	24.31 ± 4.79	23.60 ± 2.94	0.872
Cinsiyet				
Kadın	n=1	n=2	n=2	
Erkek	n=35	n=34	n=34	0.958

VKİ: Vücut kütle indeksi

Katılımcıların germe egzersizi öncesi ve sonrası 20 ve 45 derecedeki proprioepsiyon ölçümlerinin hem grup içi değerleri hem de gruplar arası karşılaştırma sonuçları arasında anlamlı fark bulunmadı (p>0.05) (Tablo 2).

Tablo 2. Grupların Germe Egzersizi Önce ve Sonrası Proprioepsiyon Değerlerinin Karşılaştırma Sonuçları

	GRUP 1 (n=36)	GRUP 2 (n=36)	GRUP 3 (n=36)	p*
	ort ± ss	ort ± ss	ort ± ss	
20°				
Germe Öncesi (°)	4.69 ± 3.82	4.67 ± 2.54	4.57 ± 4.11	0.432
Germe Sonrası (°)	3.68 ± 1.88	4.11 ± 1.88	4.18 ± 2.76	0.362
p [#]	0.310	0.287	0.780	
45°				
Germe Öncesi (°)	6.28 ± 3.80	6.36 ± 4.88	5.43 ± 2.75	0.770
Germe Sonrası (°)	6.86 ± 4.46	6.23 ± 4.44	5.96 ± 3.50	0.635
p [#]	0.648	0.579	0.416	

p[#]: Wilcoxon Test; p*: Kruskal-Wallis Test

Tüm katılımcılar hamstring kasına üç farklı şiddete germe egzersizini doğru bir şekilde gerçekleştirdi. Her bir germe şiddeti uygulaması için süre 2.5 dk idi.

TARTIŞMA

Bu çalışmada hamstring kas grubuna uygulanan üç farklı şiddette (maksimum germe şiddetinin %50'si, %75'i ve %100'ü), 3 tekrarlı 30 sn süreli, aktif statik germe egzersizlerinin diz proprioepsiyonu üzerine akut etkileri karşılaştırıldı. Üç farklı şiddette uygulanan aktif statik germe egzersiz protokolü sonrasında grup içi ve gruplar arası analizlerde 20 derece ve 45 derecedeki diz proprioepsiyon ölçümleri arasında fark olmadığı gözlemlendi.

Hamstring kasları için yaralanma oranı %22 ile %34 arasında değişmektedir. 1 ay içinde hamstring yaralanmasının tekrarlama oranı ise %50'dir (Hatano vd., 2019). Hamstring kas kuvvetindeki imbalansa ilaveten, değişmiş diz kinematiki, diz eklemi proprioepsiyonunun azalmış olması ve hamstring esnekliğinin yetersiz olması, hamstring yaralanmaları için birincil risk faktörlerini oluşturmaktadır (Chen vd., 2011). Hamstring kas grubunun klinikte en sık kısıklık görülen ve en fazla yaralanmaya maruz kalan kaslar olması nedeniyle çalışmamızda bu kaslara uygulanacak aktif statik germe uygulamalarının diz proprioepsiyonu üzerine akut etkisi araştırıldı. Klinik pratikte sıklıkla uygulanan statik germe genellikle bir uzvun hareket aralığının sonuna kadar hareket ettirilmesini içerir. Uygulamada hareket açıklığında artış elde etmek için gerilmiş pozisyonun 30 sn sürmesi gerektiği bildirilmiştir (Feland vd., 2001).

Statik germe egzersizlerinin proprioepsiyona etkisini araştıran az sayıdaki çalışmada ise çelişkili sonuçlar mevcut olup germe uygulamasında hangi yöntem, şiddet ve uygulama süresinin daha etkin olduğu henüz netlik kazanmamıştır. Larsen ve diğerleri (2005) germe egzersizlerinin proprioepsiyon üzerine olumlu etkisi olacağı hipotezi ile kurguladıkları çalışmalarında 6 kadın ve 14 erkek toplam 20 sağlıklı katılımcının hamstring ve kuadriseps kasına aktif statik germe egzersizi uygulamışlardır. Çalışmamıza benzer olarak, 3 tekrar - 30 sn süreli germe egzersizi ve 30 sn dinlenme süresi sonrası diz proprioepsiyonunda herhangi bir değişiklik saptamamışlardır. Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak üç farklı şiddette germe egzersizi uygulamış olmamıza rağmen benzer sonucu bulduk. 30 sn'lik germe süresi önceki çalışmalarda (Bandy ve Irion, 1994; Feland vd., 2001) eklem hareket açıklığını arttırmak için yeterli bulunmuş olsa da bu süre proprioepsiyon duyarlılığının değişmesi için yeterli gelmemiş olabilir.

Diğer yandan germe uygulaması kas fibrilleri, fasya, kas tendon bileşkesi, sarkomer, kas içiği ve nöral inputları etkileyebilmektedir (Abdel-aziem vd., 2013). Bu yapılardan kas içiği tiksotropik bir özelliğe sahip olduğundan, germenin proprioseptif girdiyi değiştirebileceği öne sürülmüştür. Tiksotropik kasılma veya esneme davranışı, özellikle kas uzadığında çok kısa bir süre için mevcut olmaktadır (Proske vd., 1993). Larsen ve diğerleri (2005) de sonuçlarını katılımcıların mekanoreseptör fonksiyonlarının germe öncesi olabildiğince iyi olması ve kullandıkları germe prosedürünün propriosepsiyonu değiştirmek için yeterli olmamış olabileceğine bağlamışlardır. Ayrıca germe sonrası propriosepsiyon ölçümlerini 6-7 dakikalık gecikme ile tamamlamış olmalarının sonuçlarını etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kas içiğinin tiksotropik etkisini koruyabilmek için propriosepsiyon ölçümleri her ne kadar aktif statik germe uygulamasının hemen sonrasında yapılmaya çalışılsa da ekipmanın hazırlık aşamasında birkaç dakikalık duraklamalar olmuştur. Bu duraklamanın sonuçlarımızı etkilemiş olabileceğini düşünüyoruz.

Moradi ve diğerleri (2014) ise ortalama yaşları 23.20 ± 1.45 yıl olan 30 futbolcu ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, 30 sn süre ile 30 germe egzersizini 15 sn dinlenme araları vererek kuadriseps, hamstring ve gastrokinemius kaslarına aktif statik germe egzersizi olarak uygulamışlardır. Çalışmalarının sonunda çalışmamıza benzer olarak aktif statik germe egzersizi öncesi ve sonrası arasında 45 derece diz fleksiyonunda diz propriosepsiyonunda anlamlı bir farklılık saptamadıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, sonuçlarına göre sporcular, antrenörler ve koçlar tarafından propriosepsiyon üzerine olumsuz etkilerinden korkmadan statik germe egzersizini kullanabileceklerini önermişlerdir.

Otuz genç, sağlıklı erkek (yaş: 22.1 ± 2.7 yıl) ile yapılan bir başka çalışmada ise, katılımcılar rastgele iki gruba ayrıldı. Germe Grubuna ($n=15$), dominant taraf kuadriseps kasına her biri 30 saniye süren on pasif germe egzersizi uygulandı, Kontrol Grubunun ($n=15$) ise aynı süre boyunca oturmaları istendi. Tüm pasif germe, katılımcı makul bir direnç hissedene veya rahatsızlık bildirene kadar devam ettirildi. Çalışmanın sonunda araştırmacılar kuadriseps kasına uygulanan akut pasif statik germe sonrası diz propriosepsiyonunda herhangi bir değişiklik bulamadıklarını bildirdiler (Torres vd., 2012). Bizim çalışmamızda her ne kadar hamstring kasına aktif statik germeyi üç farklı şiddette uygulamış olsak da literatürle benzer şekilde diz propriosepsiyonu üzerinde anlamlı bir fark bulamadık.

Ghaffarinejad ve diğerleri (2007) de germe egzersizi sonrası propriosepsiyonda bir değişiklik olup olmadığını araştırdıkları çalışmalarında 39 sağlıklı öğrenciye (21 kadın, 18 erkek) kuadriseps, hamstring, kalça addüktörleri, gastroknemius ve popliteus kaslarına pasif statik germe egzersiz uygulaması sonrasında 20 derece fleksiyonda diz propriosepsiyonunda mutlak hata değerlerinde anlamlı olmayan farklılıklar bildirmişlerdir. Bununla birlikte, 45 derece diz fleksiyonunda ise kuadriseps, hamstring ve kalça addüktörlerinin pasif olarak statik gerilmesinden sonra diz propriosepsiyonunda mutlak hatasında önemli bir azalma olduğunu göstererek propriosepsiyonda iyileşme olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, germenin, dolaylı olarak duyuşal görüntüde bir artışa neden olabilecek proprioseptif geribildirimini artırarak diz propriosepsiyonunu iyileştirebileceğini öne sürmüşlerdir. Araştırma sonuçlarının bizim çalışmamızdaki sonuçlardan farklı çıkmasının aktif ve pasif germe prosedürü tercihi ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. İlgili çalışmada pasif germe uygulaması kullanılırken bizim çalışmamızda aktif germe uygulaması tercih edilmiştir.

Statik germe yaklaşımları klinik pratikte sıklıkla uygulanır. Bununla birlikte germe uygulamasında hangi şiddet ve uygulama süresinin daha etkin olduğu literatürde net değildir. Germe şiddeti, eklem hareket açıklığındaki bir değişimin neden olduğu kas tendon uzama derecesi olarak tanımlanmıştır. Önceki klinik çalışmalar uzun süreli-düşük şiddetli (%50, %75) germelerin pasif torku azalttığını; yüksek şiddetli germelerin (%100) ise akut eklem hareket açıklığını artırdığını göstermiştir (Freitas vd., 2015a; Maïsetti vd., 2012). Ancak farklı şiddette uygulanan germenin propriosepsiyon üzerine etkileri araştırılmamıştır. Yalnız Torres ve diğerleri (2012) kuadriseps kasına toplam 6.5 dakikalık 10 tekrarlı ve uygulayıcıya göre maksimum şiddette yapılan pasif statik germe uygulamasının eklem pozisyon hissi üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Sonuçlarını Björklund ve diğerlerinininkine (2006) benzer olarak germenin kas içiği ateşleme özellikleri üzerinde yeterli etki oluşturamamış olması ile ilişkilendirmişlerdir. Çalışmamızda maksimum germe şiddetinin %50'si, %75'i ve %100'ü şiddetinde aktif statik

germe uygulaması sonrası proprioepsiyon ölçümlerinde fark bulunmamıştır. Germe şiddetlerinin katılımcının algısına göre şekillenmiş olmasının sonuçlarımızı etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Diğer yandan germe tekrarları arasındaki dinlenme süresinin, maksimum eklem hareket açıklığı ve pasif torku tolere edebilme kapasitesini arttırdığı da saptanmıştır. Tekrarlar arasında 30 sn dinlenme periyodu verilmesinin pasif torktaki azalmayı güçlendirdiği bildirilmiştir (Freitas vd., 2015b). Bu yüzden üç farklı şiddette (maksimum germe şiddetinin %50, %75, %100) uyguladığımız aktif statik germe egzersizi sonrası germe tekrarları arasında 30 sn dinlenme aralığı verildi. Larsen ve diğerlerinin (2005) çalışmasında da benzer dinlenme süresi verilmiş ve diz proprioepsiyonunda çalışmamıza benzer anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte kullanılan dinlenme süresinin proprioepsiyon üzerine etkisinin ileri çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Statik germe egzersizlerinin diz proprioepsiyonu üzerindeki etkisini inceleyen az sayıda çalışma olduğu görülmekle birlikte, farklı şiddetlerde aktif statik germe egzersizinin diz proprioepsiyonu üzerindeki akut etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Araştırmamız bilginiz dahilinde bu konuda literatürde yapılmış ilk çalışmadır.

Çalışmamız sonunda sağlıklı bireylerde üç farklı şiddette (maksimum germe şiddetinin %50, %75, %100) uygulanan aktif statik germe egzersizinin diz proprioepsiyonu üzerine akut etkisi olmadığı sonucuna vardık. Ancak çalışmamız yalnızca aktif statik germe uygulaması kapsamında gerçekleştirdiğimiz protokolün etkilerini göstermektedir ve bu kesinlikle proprioseptif yapıların etkilenmediği olarak yorumlanamaz. Farklı şiddet, süre, frekans ve uygulama tipinde yapılacak germe egzersiz protokollerinin etkisinin araştırılmasına ihtiyaç vardır.

SINIRLILIKLAR

Bu çalışmada aktif statik germe egzersizlerinin diz proprioepsiyonuna olan akut etkileri değerlendirilmiştir. Pasif germe egzersizinin kullanıldığı bir kontrol grubumuzun bulunmayışı bu çalışmanın bir sınırlılığı olarak düşünülebilir.

Teşekkür

Araştırmamıza destek veren gönüllü katılımcılarımıza teşekkür ederiz.

Finansal Destek

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından SAG-C-YLP- 241018- 0582 hibe numarası ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Çıkar çatışması yoktur.

Yazar Katkıları

Tasarım: Y.H., S.O., Veri toplama veya veri girişi yapma: Y.H., Analiz ve yorum: Y.H., S.O., Literatür tarama: Y.H., S.O., Yazma: Y.H., S.O.

KAYNAKLAR

- Abdel-aziem, A. A., Draz, A. H., Mosaad, D. M., & Abdelraouf, O. R. (2013). Effect of body position and type of stretching on hamstring flexibility. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 2(3), 399-406. <https://doi.org/10.5958/j.2319-5886.2.3.0>
- Apostolopoulos, N., Metsios, G. S., Flouris, A. D., Koutedakis, Y., & Wyon, M. A. (2015). The relevance of stretch intensity and position—a systematic review. *Frontiers in Psychology*, 6, 1128. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01128>
- Avela, J., Kyröläinen, H., & Komi, P. V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*, 86(4):1283-91. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.4.1283>

- Ayala, F., de Baranda, P. S., Croix, M. D. S., & Santonja, F. (2013). Comparison of active stretching technique in males with normal and limited hamstring flexibility. *Physical Therapy in Sport*, 14(2), 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.03.013>
- Aydoğdu, O. (2019). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçiren bireylerde görsel ve işitsel uyarılarla yapılan rehabilitasyon yaklaşımlarının etkinliğinin değerlendirilmesi [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi]. Yöktez Arşivi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Baker, V., Bennell, K., Stillman, B., Cowan, S., & Crossley, K. (2002). Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic Research*, 20(2), 208-214. [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(01\)00106-1](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(01)00106-1)
- Bandy, W. D., & Irion, J. M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 74(9), 845-850. <https://doi.org/10.1093/ptj/74.9.845>
- Björklund, M., Djupsjöbacka, M., & Crenshaw, A. G. (2006). Acute muscle stretching and shoulder position sense. *Journal of Athletic Training*, 41(3), 270. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1569556/>
- Chen, C.-H., Nosaka, K., Chen, H.-L., Lin, M.-J., Tseng, K.-W., & Chen, T. C. (2011). Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(3), 491-500. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181f315ad>
- Dilek, İ., Özkaya, Ö., Sözen, H., & Tekat, A. (2009). Pasif germe hareketlerinin sedanterlerde oluşturulan gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7(1), 37-40. https://doi.org/10.1501/Sporm_0000000148
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sport Med*, 39(6), 1226-32. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Feland, J. B., Myrer, J. W., Schulthies, S. S., Fellingham, G. W., & Measom, G. W. (2001). The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Physical Therapy*, 81(5), 1110-1117. <https://doi.org/10.1093/ptj/81.5.1110>
- Freitas, S. R., Vaz, J. R., Bruno, P. M., Valamatos, M. J., Andrade, R. J., & Mil-Homens, P. (2015). Are rest intervals between stretching repetitions effective to acutely increase range of motion? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 191-197. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2014-0192>
- Freitas, S. R., Vilarinho, D., Vaz, J. R., Bruno, P. M., Costa, P. B., & Mil-homens, P. (2015). Responses to static stretching are dependent on stretch intensity and duration. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(6), 478-484. <https://doi.org/10.1111/cpf.12186>
- Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S., & Mohammadi, F. (2007). Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *British Journal of Sports Medicine*, 41(10), 684-687. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.032425>
- Hatano, G., Suzuki, S., Matsuo, S., Kataura, S., Yokoi, K., Fukaya, T., Fujiwara, M., Asai, Y., & Iwata, M. (2019). Hamstring stiffness returns more rapidly after static stretching than range of motion, stretch tolerance, and isometric peak torque. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(4), 325-331. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0203>
- Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 402, 76-94. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000026962.51742.99>
- Kaya, D., Calik, M., Callaghan, M. J., Yosmaoglu, B., & Doral, M. N. (2018). Proprioception after knee injury, surgery and rehabilitation. In *Proprioception in Orthopaedics, Sports Medicine and Rehabilitation* (pp. 123-142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66640-2_10
- Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Røgind, H., Danneskiold-Samsøe, B., & Bliddal, H. (2005). Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 43-46. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2003.011056>
- Maïsetti, O., Hug, F., Bouillard, K., & Nordez, A. (2012). Characterization of passive elastic properties of the human medial gastrocnemius muscle belly using supersonic shear imaging. *Journal of Biomechanics*, 45(6), 978-984. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.01.009>
- Matsuo, S., Suzuki, S., Iwata, M., Hatano, G., & Nosaka, K. (2015). Changes in force and stiffness after static stretching of eccentrically-damaged hamstrings. *European Journal of Applied Physiology*, 115(5), 981-991. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3079-3>
- Meroni, R., Cerri, C. G., Lanzarini, C., Barindelli, G., Della Morte, G., Gessaga, V., Cesana, G. C., & De Vito, G. (2010). Comparison of active stretching technique and static stretching technique on hamstring flexibility. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(1), 8-14. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181c96722>
- Micheo, W., Baerga, L., & Miranda, G. (2012). Basic principles regarding strength, flexibility, and stability exercises. *Pm&R*, 4(11), 805-811. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.09.583>
- Moradi, A., Rajabi, R., Minoonejad, H., & Aghaei, M. (2014). The acute effect of static stretching of quadriceps, hamstrings and gastrocnemius muscles on knee joint position sense in football players. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy*, 4(2), 83-89. <https://iranjournals.nlai.ir/handle/123456789/509197>
- O'Houra, J., Cartwright, A., Wade, C. D., Hough, A. D., & Shum, G. L. (2011). Efficacy of static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretch on hamstrings length after a single session. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1586-1591. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181df7f98>

- Page, P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 7(1), 109. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3273886/>
- Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D., & Graham, B. J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 271-277. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00004>
- Proske, U., Morgan, D. L., & Gregory, J. E. (1993). Thixotropy in skeletal muscle and in muscle spindles: a review. *Progress in Neurobiology*, 41(6), 705-721. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(93\)90032-N](https://doi.org/10.1016/0301-0082(93)90032-N)
- Torres, R., Duarte, J. A., & Cabri, J. M. (2012). An acute bout of quadriceps muscle stretching has no influence on knee joint proprioception. *Journal of Human Kinetics*, 34(1), 33-39. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0061-1>
- Wodowski, A. J., Swigler, C. W., Liu, H., Nord, K. M., Toy, P. C., & Mihalko, W. M. (2016). Proprioception and knee arthroplasty: a literature review. *Orthopedic Clinics*, 47(2), 301-309. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2015.09.005>
- Young, W., Elias, G., & Power, J. (2006). Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(3), 403. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16998444/>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: The critical role of proprioception in understanding the etiology of degenerative joint diseases and musculoskeletal injuries and protecting them from damage has been determined (Baker et al., 2002). Since the deterioration in proprioception impairs the transmission of afferent messages from the periphery, it may cause an inappropriate load on the joints, leading to progressive joint degeneration, neuromuscular imbalance, and deterioration in balance (Moradi et al., 2014).

Proprioception of the knee joint is important for better control and stability of the lower extremities while walking, running, and performing daily tasks. Proprioception in the knee joint is controlled by central and peripheral mechanisms, primarily muscle receptors and tendinous, articulate, cutaneous, and anterior cruciate ligament receptors (Ghaffarinejad et al., 2007). It is accepted that the biggest contribution is from muscle spindles (Larsen et al., 2005). While stretching muscles around the joint, the muscle spindles are stimulated and sensory inputs are sent to the central nervous system. As a result, motor nerve receptors are stimulated. So, stretching exercises may affect muscle receptors and related joint proprioception (Proske et al., 1993).

It has been suggested that stretching exercises increase muscle flexibility, joint range of motion, prevent muscle stiffness, and contribute positively to proprioception by increasing the excitability of mechanoreceptors in the muscle with the elongation they cause (Ghaffarinejad et al., 2007; Larsen et al., 2005; Pope et al., 2000). On the other hand, it has been suggested that stretching exercises may negatively affect proprioception (Avela et al., 1999; Björklund et al., 2006; Torres et al., 2012). According to these studies, the effects of static stretching on proprioception are not clear.

Evidence regarding methodological variables guiding the prescription of stretching exercise programs has been lacking (Micheo et al., 2012). Of these parameters, stretch intensity is important because the magnitude of the force generated during stretching affects the response of the tissue. The literature reports that more research is needed on the appropriate application of stretching intensity and the critical role this may play in improving musculoskeletal health (Apostolopoulos et al., 2015; Freitas et al., 2015; Young et al., 2006). On the other hand, hamstring injuries are one of the most common knee injuries, and stretching exercises are also often recommended as they may help prevent these injuries (O'Hora et al., 2011). So, this study aims to investigate the acute effects of static stretching exercises of different intensities performed on the hamstring muscle group on knee joint proprioception.

Method: It was a pre-test-post-test study. The study included 108 healthy adults aged 18-45 years. The intensity of the mechanical stimulus perceived during stretching was evaluated with the Visual Analog Scale and the evaluation of knee joint proprioception was done by using the MarVAJED measuring device. The individuals participating in the study were divided into 3 groups of 30 sec-50% stretching group (Grup 1, n=36), 30 sec-75% intensity stretching group (Grup 2, n=36), and 30 sec-100% intensity stretching group (Grup 3, n=36).

The hamstring muscle group static stretching exercise was performed in a standing position. Each stretching cycle consisted of three 30 second active static stretching and 30 second rest periods following the literature (Larsen et al., 2005). Proprioception assessment was performed before and immediately after stretching. Proprioception was measured using the passive-active method. The "Wilcoxon Test" was used for intragroup analysis and the Kruskal-Wallis test was used for intergroup comparisons.

Results: The demographic data of the groups, including age, height, weight, body mass index, and gender distribution, were similar ($p>0.05$). There was no significant difference between the intragroup and inter-group comparison results of the 20 and 45 degree knee proprioception measurements of the participants before and after the stretching exercise ($p>0.05$).

Discussion: In this study, the acute effects of short-term, active static stretching exercises of different intensities performed on the hamstring muscle group on knee proprioception were compared. When the active static stretching exercise protocol was performed at three different intensities, there was no difference between the knee proprioception measurements at 20° and 45° in the intragroup and between-group analyses.

The muscle spindle has a thixotropic property and is present for a very short time, especially when the muscle is lengthened. (Proske et al., 1993). In our study, proprioception measurements were attempted to be made immediately after the active static stretching exercise in order to preserve the thixotropic effect of the muscle spindle. However, there were pauses of a few minutes during the preparation of the equipment. We think that this pause may have affected our results. In a study using similar stretching times and repetitions, it was reported that there was an improvement in knee proprioception at a 45-degree angle (Ghaffarinejad et al., 2007). This difference may be related to the preference of active versus passive stretching procedures.

Previous clinical studies have shown that long-term low-intensity stretching (50%, 75%) reduces passive torque. Also, it was confirmed that high-intensity stretching (100%) increased acute joint range of motion (Freitas et al., 2015). In our study, no difference was found in proprioception measurements after active static stretching at 50%, 75%, and 100% of the maximum stretching intensity. We think that the fact that the stretching intensities are shaped according to the perception of the participant may affect our results.

To the best of our knowledge, our research is the first study in the literature on this subject to investigate the acute effect of static stretching exercises at different intensities on knee proprioception. However, the absence of a control group for testing passive stretching can be considered a limitation. We suggest that this point should also be taken into account in future studies.

Conclusion and Suggestions: We concluded that static stretching exercise at different intensities in healthy individuals did not acute effect on knee proprioception. However, our study showed the effects of active static stretching, and this cannot be interpreted as unaffected proprioceptive structures. In this study, the acute effect was evaluated after three types of stretching intensity. So, it is suggested to examine the acute and chronic effects of stretching applications of different durations and repetitions.