T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KUADRİSEPS KASINA YÖNELİK YAPILAN İZOTONİK ve GERİ BİLDİRİM EGZERSİZLERİNİN KAS KUVVETİ ve PROPRİYOSEPSİYONA ETKİSİ

Dr. Ahsen OĞUL

SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Ögr. Üyesi Sabriye ERCAN

TEZ EŞDANIŞMANI
Prof. Dr. Cem ÇETİN

ISPARTA-2020

ÖNSÖZ

Tezimin planlanması ve oluşum aşamalarında bana destek olan, her türlü soruma sabırla ve özveriyle cevap veren, beraber çalıştığımız kısa zaman içerisinde bilgi ve tecrübelerini aktarmak için çok yoğun emek gösteren, ilgisini her daim üzerimde hissettiğim ve benim için en değerlisi de bir insanın hayatına dokunmanın ne kadar önemli olduğunu bana yeniden hatırlatan, tez danışmanım Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sabriye ERCAN'a,

Spor Hekimliği uzmanlık eğitimime başladığım ilk günden beri bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, yoğun çalışma şartlarına rağmen tez hazırlık sürecimde bana zaman ayıran ve desteklerini esirgemeyen tez eşdanışmanım Sayın Prof. Dr. Cem ÇETİN'e,

Gerek poliklinikteki vaka tartışmalarımız ile gerekse ameliyathanedeki tempo içerisinde artroskopik yaklaşımlar konusundaki bilgi ve tecrübelerini bana aktaran, Sayın Doç. Dr. Meriç ÜNAL'a,

Beraber çalışmaktan çok mutlu olduğum, sevindiğimde de üzüldüğümde de yanımda olmaya çalışan, tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Dr. Ayhan CANBULUT'a, Dr. Tolga ACAR'a ve Dr. Esma ARSLAN'a,

Hayatımın her alanında destekleri ile yanımda olan, bugünlere gelmem için büyük emek veren en kıymetli varlıklarım; canım annem, babam ve kardeşime

Sevgilerimle ve saygılarımla teşekkür ederim.

Dr. Ahsen OĞUL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ii
İÇİNDEKİLER iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
RESİMLER DİZİNİ ix
GRAFİKLER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 2
2.1. Diz Eklemi Anatomisi 2
2.1.1. Diz Eklemine Ekstansiyon Hareketi Yaptıran Kaslar 2
2.1.2. Diz Eklemine Fleksiyon Hareketi Yaptıran Kaslar 3
2.1.3. Diz Eklemine Rotasyon Hareketi Yaptıran Kaslar 4
2.2. Diz Eklemi Biyomekaniği 5
2.2.1. Diz Ekleminin Hareket Aksları 5
2.2.2. Diz Eklem Hareketinin Anatomik Temeli 6
2.2.3. Dize Etki Eden Kasların Döndürme Momenti 6
2.3. İskelet Kası Yapı ve Fonksiyonu 7
2.3.1. İskelet Kası Yapısı 7
2.3.2. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması 9
2.3.3. Kas Kasılmasının Moleküler Düzeyi 9
2.4. Kas Kontraksiyon Tipleri ve Egzersiz 11
2.4.1. İzometrik Kontraksiyon 12
2.4.2. İzotonik Kontraksiyon 13
2.4.3. İzokinetik Kontraksiyon 13
2.4.4. Kuvvet Egzersizlerinin Fizyolojik Etkileri 14
2.5. Kuvvetin Değerlendirilmesi 14
2.5.1. Kas Kuvvetinin İzokinetik Sistemde Değerlendirilmesi 14
2.5.1.1. İzokinetik Sistemin Parçaları 15
2.5.1.2. İzokinetik Kuvvet Testi Endikasyonları ve Kontrendikasyonları 15

2.5.1.3. İzokinetik Dinamometreler ile Yapılan Ölçümler …… 16
2.5.1.4. İzokinetik Sistemin Kullanımında Dikkat Edilmesi Greken Hususlar …. 19
2.5.2. Kas Kuvvetinin İzometrik Test ile Değerlendirilmesi …….. 21
2.6. Propriyosepsiyon ve Nöromuskuler Kontrol ……. 21
2.6.1. Propriyoseptif Organlar (Mekanoreseptörler) …….. 22
2.6.2. Propriyosepsiyonun Klinik Önemi …….. 23
2.6.3. Denge ……... 25
2.6.4. Propriyosepsiyonun Değerlendirilmesi …… 25
2.6.5. Geri Bildirim Egzersizleri …… 25
3. MATERYAL ve METOD …… 29
3.1. Araştırma Grubu …….. 29
3.2. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi …….. 32
3.3. Boy, Vücut Ağırlığı ve Alt Ekstremite Uzunluk Ölçümleri …… 35
3.4. Y Denge Testi …….. 37
3.5. İzometrik Kas Kuvvet Testi ……. 38
3.6. Geri Bildirim Egzersizleri ……... 39
3.7. İzokinetik Kas Kuvvet Testi …… 40
3.8. Propriyosepsiyon Ölçümleri …… 41
3.9. İstatistiksel Değerlendirme …….. 43
4. BULGULAR …… 44
4.1. Demografik Veriler ve Antropometrik Ölçümler …… 44
4.2. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Değerlerinin İstatistiksel Analizi …….. 44
4.3. Y Denge Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi …….. 45
4.4. Propriyosepsiyon Ölçümlerinin İstatistiksel Analizi ……... 47
4.5. Geri Bildirim Test Sonuçlarının İstatistiksel Analizi …….. 50
4.6. İzometrik Kas Kuvvet Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi …… 52
4.7. İzokinetik Kas Kuvvet Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi ……... 54
4.8. Fark Ortalamalarının İstatistiksel Analizi …… 57
5. TARTIŞMA ve SONUÇ …….. 61
ÖZET …… 76
SUMMARY …….. 77

KAYNAKLAR 78
EKLER 84
EK 1: Etik Kurul Karar Formu 84
EK 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu 87

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

kg	Kilogram
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
Ca^{++}	Kalsiyum
Ach	Asetilkolin
ATP	Adenozin trifosfat
ADP	Adenozin difosfat
Pi	Fosfat
sn	Saniye
Nm	Newton-metre
ft-Ib	Food-pound
PT	Pik Tork
THE	Total Hızlanma Eğrisi
PF	Plantar fleksiyon
DF	Dorsifleksiyon
EMG	Elektromiyografi
dk	Dakika
IT+IT	İzotonik Egzersiz Grubu
IT+BF	İzotonik ve Geri Bildirim Egzersizi Grubu
BF+BF	Geri Bildirim Egzersizi Grubu
UFAA	Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi
MET	Metabolik Eşdeğer
VA	Vücut Ağırlığı
VKİ	Vücut Kütle İndeksi
MVC	Maksimal İstemli Kasılma
EPH	Eklem Pozisyon Hissi
º	Derece

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. İzokinetik testler için önerilen açısal hızlar …… 20
Tablo 2. Egzersiz protokolü …….. 32
Tablo 3. Katılımcıların demografik verileri ve antropometrik ölçümleri ……. 44
Tablo 4. Katılımcıların UFAA değerleri ……... 45
Tablo 5. Y denge testi sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi…… 46
Tablo 6. Y denge testi gruplar arası karşılaştırma sonuçları ……. 46
Tablo 7. Propriyosepsiyon ölçümlerinin değerlendirilmesi …….. 47
Tablo 8. Aktif propriyosepsiyon ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılması …….. 49
Tablo 9. Pasif propriyosepsiyon ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılması …….. 50
Tablo 10. Geri bildirim testinin ilk ve son ölçümlerinin değerlendirilmesi …….. 51
Tablo 11. İzometrik kas kuvveti ilk ve son ölçüm sonuçları ……. 53
Tablo 12. İzometrik test, maksimum ortalama tork, zirve tork, zirve tork/VA ölçüm sonuçlarının Tukey çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılması ……... 53
Tablo 13. İzokinetik test 60º/sn. ekstansiyon ölçüm parametreleri…… 56
Tablo 14. İzokinetik test 240º/sn. ekstansiyon ölçüm parametreleri ……. 57
Tablo 15. Y denge testi ve 15º aktif propriyosepsiyon ölçümlerinin fark ortalamalarının Dunn's çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi ……. 58
Tablo 16. Geri bildirim testinin fark ortalamalarının (ekstansiyon hedef, total hedef ve yüzde değerlerinin) Dunn's çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi …….. 59
Tablo 17. İzometrik test maksimum ortalama tork ve ortalama güç ekstansiyon parametrelerinin fark ortalamalarının Dunn's çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi ……... 60
Tablo 18. EMG Geri Bildirim Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar ……... 72

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Uyluk ön bölge kasları …….. 3
Şekil 2. Uyluk arka bölge kasları ……... 4
Şekil 3. İskelet kası yapısı …….. 8
Şekil 4. Kas kasılma aşamaları ……... 11
Şekil 5. Tork zaman eğrisi ……. 17
Şekil 6. Katılımcı şeması ……... 31

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. EMG geri bildirim cihazı …… 28
Resim 2. Mekanik boy ölçerli yetişkin terazisi …… 36
Resim 3. Alt ekstremite uzunluk ölçümü …….. 36
Resim 4. Y denge testi (anterior) …….. 37
Resim 5. Y denge testi (posteromedial) ……..... 38
Resim 6. Geri bildirim değerlendirme ……... 39
Resim 7. Geri bildirim protokolü ve analizi …….. 40
Resim 8. İzokinetik test uygulaması …… 41
Resim 9. Eklem pozisyon hissinin pasif olarak değerlendirilmesi ……... 42

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Y denge testi ilk ve son ölçümleri …… 46

Grafik 2. Aktif propriyosepsiyon ölçümlerinin ilk ve son değerleri ……..... 48

Grafik 3. Pasif propriyosepsiyon ölçümlerinin ilk ve son değerleri ……. 48

Grafik 4. İzometrik test 60º ekstansiyon maksimum ortalama tork ve pik tork ölçümlerinin karşılaştırılması ……..... 54

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Egzersiz; planlı ve programlı olarak gerçekleştirilen, fiziksel uygunluğun bir veya daha fazla öğesini geliştirmeye ya da korumaya yönelik olarak yapılan tekrarlayıcı vücut hareketleridir (1). Bireyler, kilo kontrolü sağlamak, kronik hastalıklardan korunmak, var olan kronik hastalıklarının yıkıcı etkilerini azaltmak, sosyalleşmek ve olumlu benlik geliştirmek gibi çok çeşitli nedenlerle egzersiz yapmaktadır (2,3). Bunların dışında büyük izleyici kitleleriyle birlikte bir meslek halini almasıyla spora katılım her geçen gün artmaktadır. Egzersiz hem fiziksel hem de psikolojik açıdan tam iyilik halinin korunmasına aracılık etmektedir.

Spor yaralanmaları sonrası rehabilitasyon sürecinde ve rekabetçi sporlarda performansı arttırmak, sezon içi yaralanmaların sayısını en aza indirebilmek için kas kuvvetini arttırmaya ve propriyosepsiyonu geliştirmeye yönelik egzersiz programları kullanılmaktadır (4).

Kuvvet, güç uygulayabilme yetisidir. Propriyosepsiyon ise; eklem kapsülü, bağlar, kaslar, tendonlar ve ciltte yer alan mekanoreseptörler aracılığı ile santral sinir sistemine olan kümülatif nöral bilgi girişi ile sağlanan eklemin ve ekstremitenin pozisyon algısı olarak tanımlanmaktadır (4). Kuvvet ve propriyosepsiyon sporun vazgeçilmez ögeleridir.

Biyolojik durum hakkında geri bildirim veren egzersizler, kas kuvvetini ve propriyosepsiyonunu geliştirmede giderek artan düzeyde kullanılmaktadır. Literatürde izokinetik dinamometrenin geri bildirim modu ile yapılan egzersiz çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, izokinetik dinamometrenin modu ile yapılan geri bildirim egzersizlerinin kas kuvveti, denge ve propriosepsiyon üzerine etkilerini, izotonik egzersizle kıyaslayarak göstermektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklemi Anatomisi

Diz eklemi, insan vücudundaki en büyük eklemdir. Femur, tibia ve patella kemikleri arasında oluşan patellofemoral, tibiofemoral, proksimal tibiofibular eklem yüzlerine sahip oldukça kompleks bir yapıdır (5).

Diz ekleminde kemik yapıların uyumu stabiliteyi sağlamak için yeterli değildir. Bu nedenle diz ekleminde statik stabilite, kemik yapılar, kapsül, menisküsler ve bağlar tarafından dinamik stabilite ise kas ve tendonlar tarafından sağlanmaktadır (5).

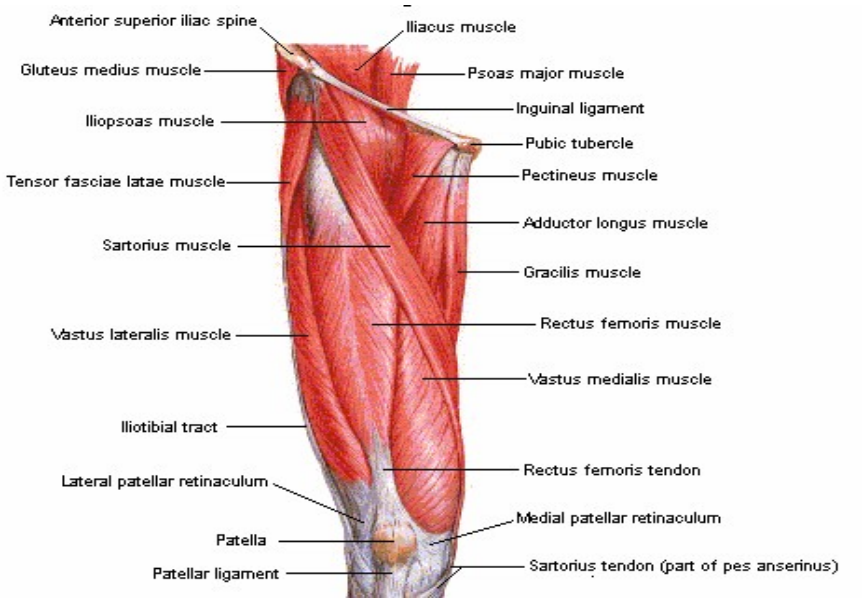
Dizin fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon yönünde hareketleri vardır (6).

2.1.1. Diz Eklemine Ekstansiyon Hareketi Yaptıran Kaslar

Diz ekleminin ana ekstansörü, kuadriseps femoris kasıdır. Uyluk ön bölgesinde bulunan kas, rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve intermedius olmak üzere 4 parçadan oluşmaktadır (Şekil 1), (6).

Rektus femoris kasının, kaput rektumu spina iliyaka anterior inferiordan, kaput refleksumu asetabulumdan başlar. Rektus femoris kası seyri sırasında kalça eklemini geçtiği için diğer 3 parçadan farklı olarak kalça ekleminin fleksiyon hareketine de katkı sağlar. Vastus lateralis kası, kuadriseps femoris kasının en kalın parçası olup linea intertorakanterikanın üst kısmı ve torakanter majorün ön kısmından başlar. Vastus medialis kası, linea intertorakenterikanın alt yarısından başlar ve kısmen rektus femoris tarafından örtülmüştür. Vastus intermedius kası, linea intertorakanterikanın alt kısmından başlar, vastus lateralis ve vastus medialis ile yakın ilişkilidir ve rektus femoris kasının derininde yer alır. Bu dört kasın tendonları birleşerek kuadriceps femoris tendonunu oluşturur ve patella üst kısmında sonlanır (7). Ortak tendonun lifleri ligamentum patellaya karışarak tibiyal tuberositaya yapışır.

Kuadriseps femoris kası, diz eklemi ekstansiyonunun yapıldığı sportif faaliyetlerde performansın üst sınırını belirler. Kuadriseps femoris kası, kalça eklemi ekstansiyonu ile gerildiğinde diz eklemine daha kuvvetli ekstansiyon yaptırır. Kalçanın fleksiyonu ise rektus femoris kasının önceden gerilmesine neden olur ve böylece kasın kaldıraç kuvvetini azaltır. Bu nedenle mekik hareketi, dizler fleksiyonda iken daha zor yapılır. Kalça fleksiyonda iken rektus femoris kası, az da olsa, bu harekete yardımcı olabilir (8).



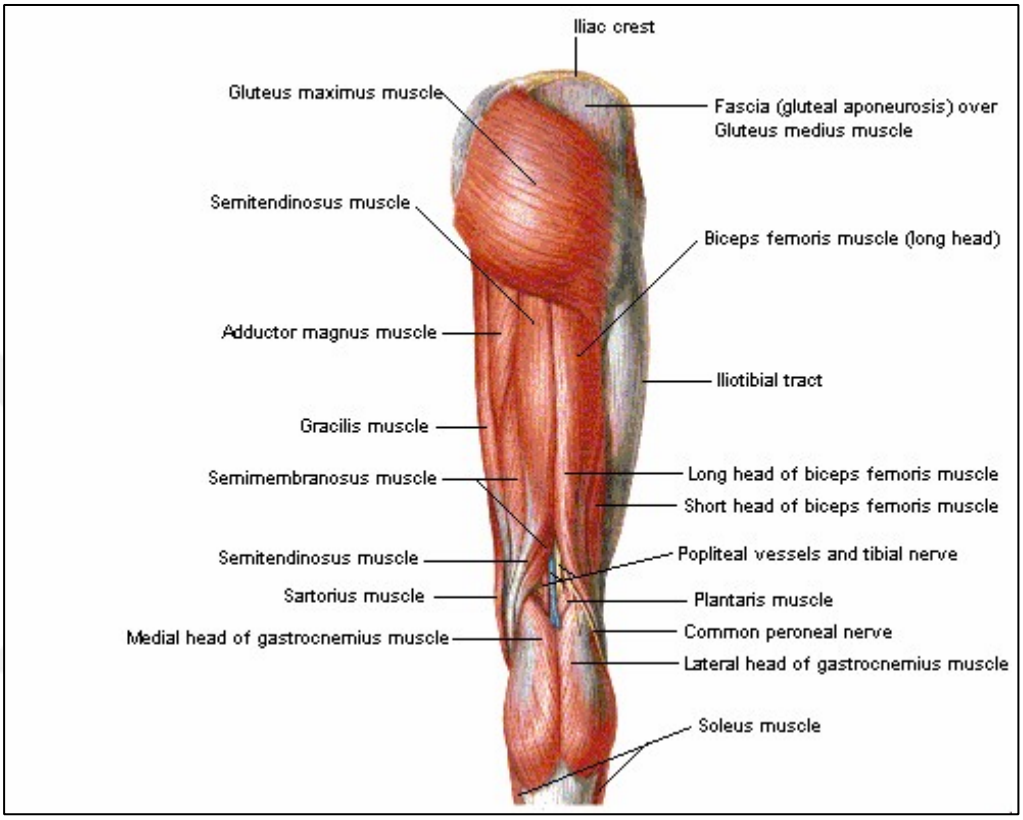
Şekil 1. Uyluk ön bölge kasları (6)

2.1.2. Diz Eklemine Fleksiyon Hareketi Yaptıran Kaslar

Diz ekleminin fleksiyonu, biseps femoris, semitendinosus, semimembranosus kasları tarafından oluşturulan hamstring kas grubu tarafından sağlanır.

Biseps femoris kası, hamstring kas grubunun en büyük kası olup iki başlıdır. Uzun başının origosu tuberositas ischii, kısa başının origosu ise femur 1/3 orta bölümünde linea asperanın lateralidir. Birbiri ile birleşen iki başın insersiyosu ise fibula başı ve tibia lateral kondilinedir. Uzun baş, uyluk ekstansiyonuna da yardımcı olur. Kısa baş ise sadece diz eklemine fleksiyon hareketi yaptırır. Semitendinosus ve semimembranosus kaslarının origo noktası da tuberositas ischii olup insersiyo noktası ise tibia medial kondilidir. Semimembranosus ve semitendinosus kasları, diz eklemi

fleksiyonuna ek olarak kalça ekleminde uyluğa ekstansiyon ve diz eklemi semifleksiyonda iken bacağa iç rotasyon yaptırırlar. Grasilis, tensör fasya lata, sartoryus ve gastrokinemius kasları da diz ekleminin fleksiyon hareketine yardım ederler (Şekil 2), (9).



Şekil 2. Uyluk arka bölge kasları (6)

2.1.3. Diz Eklemine Rotasyon Hareketi Yaptıran Kaslar

Diz eklemine dış rotasyon yaptırmakla görevli esas kas, biseps femoris kasının kısa başıdır. Tensor fasya lata dış rotasyona yardım eder. Diz ekleminin iç rotasyonunda görevli kaslar ise; semitendinosus, semimembranosus, popliteus, sartoryus ve grasilis'tir (9).

Diz ekleminin posteromedial stabilitesinin sağlanmasında semimembranosus ve semitendinosus kasları, posterolateral stabilitesinin sağlanmasında ise popliteus kası önemli rol oynar (5).

2.2. Diz Eklemi Biyomekaniği

Diz eklemini oluşturan yapılar, bir yandan hareketin devamını sağlarken bir yandan da stabiliteyi sağlar. Çapraz bağlar sagittal planda stabiliteyi sağlar, yan bağlar ise varus ve valgus streslerine karşı direnç oluştururlar. Menisküsler, eklem uyumluluğunu sağlayarak eklem kıkırdağına gelen yüklenme stresini azaltırlar. Menisküsler sekonder olarak ise stabilitenin sağlanmasında ve yuvarlanma-kayma mekanizmasının yürütülmesinde rol oynarlar (10).

Tibiofemoral eklem fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyonel kinematiği oluşturur iken patellafemoral eklem ekstansör mekanizmada görev alır (11).

2.2.1. Diz Ekleminin Hareket Aksları

Fleksiyon ve Ekstansiyon: Fleksiyon ve ekstansiyon aksı, femoral kondillerden transvers olarak geçen eklem çizgisinin birkaç santim üzerindedir ve hareket sırasında hızın sıfır olduğu noktaları tanımlar. Aks, sagital düzlemde çapraz bağların merkezine denk gelir ve diz ekstansiyondan fleksiyona gelirken yaklaşık 2 santimetre yer değiştirir (12).

Aksiyal rotasyon: Aksiyel rotasyon arkı, diz fleksiyonda ilen transvers düzlemdedir. Bu pozisyonda lateral kollateral ligament, medial kollateral ligamentten daha gevşek olduğu için dış rotasyon, iç rotasyonun yaklaşık 2 katı kadar gerçekleşir ve kabaca lateral kondilin, medial kondilin çevresinde döndüğü söylenebilir. 90º diz fleksiyonunda ortalama rotasyon 40º kadardır. Diz fleksiyon açısı küçüldükçe aksiyal rotasyon azalır ve ekstansiyonda diz rotasyonu gerçekleşmez. Tibianın femur üzerindeki rotasyonunun esas fonksiyonel önemi; diz üzerinde çömelirken, gövdenin dönmesi gibi kapalı-kinetik zincir hareketinde tibia üzerinde femurun rotasyonuna izin vermesidir (12,13).

Dizin terminal rotasyonu: Diz ekstansiyonun son 20º'sinde femur üzerinde, tibiada 20º'lik bir dış rotasyon oluşmaktadır. Dizin terminal rotasyonu denen bu hareket, tamamen mekanik bir olaydır ve istemli olarak engellenemez. Sandalyeden kalkma gibi kapalı zincir hareketinde ise tibia üzerinde femurun internal rotasyonu

meydana gelir. Böylece sagital düzlemde oluşan kuvvetlere karşı koyulur ve kişinin kuadriseps kontraksiyonu olmadan ayakta durabilmesi sağlanır (12,13).

2.2.2. Diz Eklem Hareketinin Anatomik Temeli

Bikondiler tipte olan diz ekleminin fleksiyon-ekstansiyon ve rotasyon hareketi esnasında, femur kondilleri tibia platosu üzerinde yuvarlanma, kayma ve rotasyon hareketlerini yapar. Ekstansiyondan fleksiyona gelirken ilk 20º'de femoral kondiller sadece yuvarlanma hareketi yapar. Fleksiyon derecesi arttıkça yuvarlanma hareketine kayma hareketi de eklenir ve fleksiyonun sonlarına doğru ise yuvarlanma biter, sadece kayma hareketi gözlenir. Femurun arkaya doğru bu kayma yuvarlanma hareketine 'femoral roll-back' denir (14).

Diz eklemini oluşturan medial ve lateral yüzeyler asimetriktir. Lateral femoral kondilin yarıçapı, medial kondilden daha büyüktür. Bunun sonucunda dizin artan fleksiyon derecelerinde tibiada iç rotasyon olurken, ekstansiyona gelirken dış rotasyon meydana gelir. Bu burgu hareketine 'screw-home mekanizması' denir (15).

2.2.3. Dize Etki Eden Kasların Döndürme Momenti

Kuadriseps femoris kası, 220 kg'lık iç kuvvet oluşturabilen büyük ve kuvvetli bir kastır. Diz ekstansörlerinin kuvveti, diz fleksiyonu 60º'ye ulaştığında en yüksek seviyeye çıkar. Fonksiyonel olarak bakıldığında sandalyeden kalkma, tırmanma gibi aktivitelerde vücudun ağırlık merkezinden inen dik çizgi diz aksının arkasına düşer ve bu durum kuadriseps kasında fazla kuvvete ihtiyaç duyulmasına neden olur. Ancak ayakta durma sırasında gereken kuadriseps döndürme momenti çok düşüktür (12,13).

Hamstring kaslarının maksimum izometrik döndürme momenti ölçümü, kasların hem kalça hem de dizde uzamış olduğu durumda (kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonu) gerçekleştirilir (12,13).

Normalde kuadriseps kaslarının döndürme momenti tepe değeri hamstring kaslarından daha fazladır ve oluşabilecek dengesizlikler hamstring yaralanmalarına

yol açabilir. Spor aktivitelerinde yaralanmaları engellemek için antagonistik kas çiftlerinin kuvvetleri dengede tutulmalıdır (12).

2.3. İskelet Kası Yapı ve Fonksiyonu

Yer çekimi kuvvetine karşı vücudun hareketi ve postürün korunması, yemek yeme ve kalp atımı gibi eylemlerde iskelet kası, düz kas ve kalp kası olmak üzere üç tip kas işlev görmektedir. İskelet kasları istemli olarak kasılan kaslardır ancak refleks hareketlerde istemsiz kasılma gösterirler (16).

2.3.1. İskelet Kası Yapısı

İşlevi kuvvet oluşturmak ya da bir hareketi meydana getirmek olan iskelet kası, bunu sağlayacak olan proteinlerin ince ve kalın filamentler halinde bir araya gelmesiyle oluşmuştur (16).

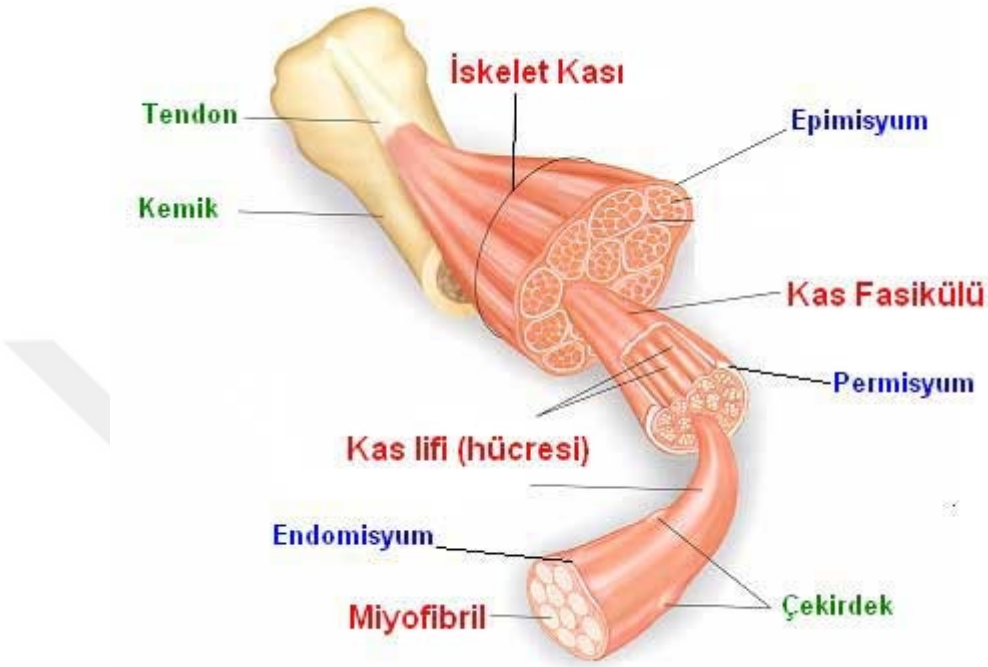
Bağ dokusu kılıfları: İskelet kası, lif adı verilen ve boyu 1 mm-30 cm, eni ise 10-100 mikron arasında olan binlerce kas hücresinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur (16). Çizgili kas olarak adlandırılmasının nedeni bağ dokusu liflerinin ışık mikroskobu altında açıklı koyulu çizgiler halinde görülmesidir.

Her bir kas lifini endomisyum adı verilen bağ dokusu sarar. Kas lifleri bir araya gelerek fasikül olarak adlandırılan kas demetlerini oluşturur. Fasiküllerin etrafı perimisyum adı verilen bağ dokusu kılıf ile örtülüdür. Fasiküller bir araya gelerek çizgili kas dokusunu oluştururlar ve kasın üzeri epimisyum adı verilen konnektif doku ile kaplıdır (Şekil 3), (17).

Miyofibril ve Miyoflamentler: Endomisyumun hemen altında sarkolemma adı verilen hücre zarı vardır. Kasların hücre plazması sarkoplazma olarak adlandırılır. Her kas lifi sarkoplazma içerisinde bulunan miyofibril yapılarından oluşur.

Miyofibriller, protein yapısındaki kalın ve ince miyoflamentlerden oluşurlar. İnce olan miyoflamentler aktin, troponin ve tropomiyozinden, kalın olan

miyoflamentler ise miyozinden oluşur. İçeriklerinden dolayı ince bantlar aktin, kalın bantlar ise miyozin miyoflamentleri olarak isimlendirilir.



Şekil 3. İskelet kası yapısı (17)

İskelet kasına çizgili görünümü veren flamentlerin dizilimidir. Işık mikroskobunda açık renk olarak görülen bant, sadece aktin flamentlerden oluşur ve 'I bandı' olarak isimlendirilir. Aktin ve myozin flamentlerin birlikte bulunduğu daha koyu renkteki bant 'A bandı' olarak, A bandının ortasında sadece myozinden oluşan bant 'H bandı' olarak isimlendirilir. I bandının ortasında Z çizgisi bulunur. İki Z çizgisi arasında kalan alana sarkomer denir. Sarkomer, kasılmayı sağlayan en küçük yapı birimidir (18).

Sarkoplazma: Miyofibrillerin arasında bulunan intrasellüler sıvıdır. Çok miktarda potasyum, magnezyum, fosfat, protein enzimler ile myofibrillere paralel olarak yerleşen çok sayıda mitokondri içerir (18).

Transvers Tübül-Sarkoplazmik Retükulum Sistemi: Sarkoplazmik retikulum, T (transvers) tübüller ve tübüllerin devamı olan sarnıç bölgelerinden oluşur. Myofibriller, T tübül-sarkoplazmik retikulum sistemi tarafından sarılmıştır. T tübüller

hücre zarının içsel uzantılarıdır. Bu sayede kas lifi zarında aksiyon potansiyeli yayıldığında, T tübüller sayesinde kas lifinin derinine kadar iletilir (19). Bu ileti sayesinde sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum (Ca^{++}) iyonu salınır ve kas kasılması oluşur. T tübül-sarkoplazmik retikulum sisteminin kas lifinde oluşturduğu hacim, antrenmanlı bireylerde normalin 3 katına kadar çıkabilir (16).

2.3.2. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması

İskelet kaslarının, organizmayı hareket ettirme, iç organları koruma, ısı üretimi, postürü sağlamak ve iş yapabilme yeteneği olmak üzere beş temel fonksiyonu vardır (20).

Kas kasılması sırasında sarkoplazmada bir dizi olay gerçekleşir. İlk olarak aksiyon potansiyeli, motor sinir boyunca kas lifindeki sonlanmasına kadar yayılır. Aksiyon potansiyelinin ulaşması ile sinir ucundan asetilkolin (Ach) salınımı gerçekleşir. Ach, sarkolemmadaki Ach kapılı kanalların açılmasını sağlar. Bu kanalın açılması sodyum iyonlarının hücre içine geçişini sağlar. Sodyum iyonlarının hücre içini geçişi kas lifinde aksiyon potansiyelini başlatır. Aksiyon potansiyeli, membran boyunca yayılarak membranı depolarize eder ve sarkoplazmik retikulumdan Ca^{++} iyonları serbestlenir. Aktin ve miyozin arasında çapraz köprüler oluşur ve filamanlar birbiri üzerinde kayar. Kasılmanın sonunda Ca^{++} iyonları sarkoplazmik retikuluma geri gönderilir ve sarkoplazmik retikulum içerisinde depolanır (18).

2.3.3. Kas Kasılmasının Moleküler Düzeyi

Kas liflerinin kasılabilen en küçük yapı birimi sarkomerdir. Sarkomer, iki Z çizgisi arasında bulunur. Kas kasılması ile iki Z çizgisi birbirine yaklaşır ve sarkomerin boyu kısalır. A bandının boyu değişmez iken I bandı ve H bandı bölgesinde küçülme olur. Bu değişim miyozin filamentlerın aktin filamentler ile çapraz köprü oluşturması sırasında oluşur ve ‘kayan filamentler teorisi’ olarak adlandırılır (16).

Kasın kasılma ve gevşemesi 4 aşamada gerçekleşir (Şekil 4).

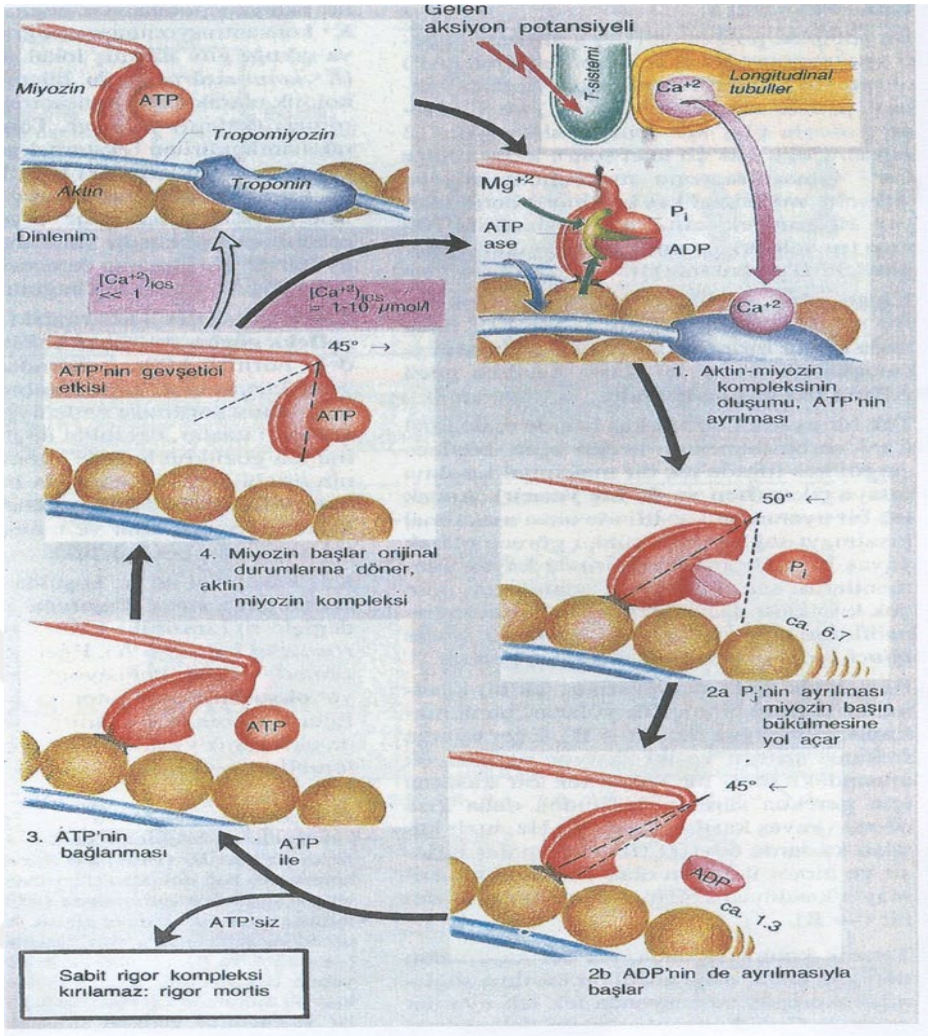
1. Dinlenim: Miyozin flamentler ile aktin filamentlerin temasının olmadığı evredir. Aktin üzerindeki miyozin bağlanma bölgeleri troponin-tropomiyozin kompleksi ile kaplıdır.

2. Aktomiyozin kompleksi: Aksiyon potansiyelinin yayılması sonucu oluşan bir dizi olay sonrası salınan Ca^{++} iyonları troponin ile birleşir. Aktin üzerindeki myozin bağlanma bölgeleri açığa çıkar ve aktomiyozin kompleksi oluşur.

3. Kasılma: Miyozin başında bulunan adenozin trifosfat molekülü (ATP), miyozin ATP-az enzim aktivitesi ile adenozin difosfat (ADP) ve fosfata (Pi) ayrılır. Kasılmanın gerçekleşmesi için gerekli enerji bu yolla sağlanır. Bu enerji, aktine bağlı çapraz köprü başının bükülmesini ve bu burgu hareketi de aktinin ortaya doğru çekilmesini sağlar.

Miyozinin aktin üzerinde bağlandığı bölgeden ayrılıp başka bölgeye bağlanması için ortamda ATP bulunması gerekir. ATP, miyozin çapraz köprüsü üzerindeki bölgeye bağlandığında, miyozin aktinden ayrılır ve kasılma süreci bu şekilde devam eder.

4. Kontraksiyonun sona ermesi: Sinirsel uyarımın sona ermesi ile beraber Ca^{++} iyonları troponinden ayrılır. Serbest kalan Ca^{++} iyonları, sarkoplazmik retikulama geri pompalanır. Aktin üzerindeki aktif bölgeler troponin-tropomyozin ile kaplanır. Kas kontraksiyonu sona erer (16).



Şekil 4. Kas kasılma aşamaları (21)

2.4. Kas Kontraksiyon Tipleri ve Egzersiz

Kas kuvveti, statik ve dinamik olarak sınıflandırılabilir. Statik kuvvet, izometrik kontraksiyonlar esnasında, dinamik kuvvet ise konsantrik ve ekzantrik kontraksiyonlar esnasında görülür. Fonksiyonel aktiviteler esnasında tüm kontraksiyon tipleri gözlenir (22).

Kas gücü terimi kas kuvvetlendirme programlarında kullanılmaktadır. Güç, birim zamanda yapılan iş olarak tanımlanır. İş ise kuvvet ile alınan mesafe olarak bilinir. Kas, konsantrik kontraksiyon sırasında pozitif yönde iş yaparken ekzantrik

kontraksiyon sırasında negatif yönde iş yapar. Yani konsantrik kontraksiyon esnasında güç açığa çıkarken, ekzantrik egzersiz esnasında güç absorbe edilir (22).

Kas kontraksiyonu, izometrik, izotonik ve izokinetik olarak sınıflandırılır.

2.4.1. İzometrik Kontraksiyon

İzometrik kontraksiyon, hareket oluşturmayacak şiddette direnç uygulanması ile elde edilir. Statik kontraksiyonlardır.

İzometrik egzersizin avantajları:

1. Cihaz gereksinimi yoktur ya da çok azdır.
2. Yapılması kolay ve maliyeti azdır.
3. Evde rahatça yapılabilir.
4. Post-operatif dönemde, ağrı varlığında kullanılabilen egzersizlerdir.
5. İmmobilizasyon esnasında kas atrofisini engellemeye ya da azaltmaya yardımcıdır.
6. Eklem hareket sınırları içerisinde istenen noktalarda uygulanabilir.

İzometrik egzersizin dezavantajları:

1. Objektif değerlendirmesi zordur.
2. Enduransa katkısı minimaldir.
3. Kalp hızı ve kan basıncını arttırabilir.
4. Yapılan açıda kuvvet artışı sağlanır.
5. Kas kuvvetinin artışı izotonik egzersizlere göre daha yavaş olduğu için hasta motivasyonu azdır.
6. Egzersizi yapmak sıkıcı olabilir (22).

2.4.2. İzotonik Kontraksiyon

Eklem hareket açıklığı boyunca sabit bir dirence karşı yapılan dinamik kas kontraksiyonları olarak tanımlanır. Egzersizin amacı, kasa zayıf noktalarda kaldırabileceği en fazla yükü uygulamaktır.

İzotonik egzersizlerin avantajları:

1. Program oluşturmak kolaydır.
2. Ev egzersizi olarak uygulanabilir.
3. Maliyeti düşüktür.
4. İlerleme objektif olarak ölçülebilir.
5. Kişi kuvvet artışını gözlemlediği için kişinin motivasyonu artar.
6. Konsantrik ve eksantrik kontraksiyonları içerir.
7. Enduransın arttırılmasına katkı sağlar.
8. Fonksiyonel aktivitelere yakındır.

İzotonik egzersizlerin dezavantajları:

1. Maksimum yükleme eklem hareket açıklığının en zayıf yerinde olur.
2. Ağrı ve yorgunluk durumunda uygulanması zordur.
3. Hızı, yapılan işi ve gücü ölçmek zordur.
4. Yüksek hızlarda egzersizi kontrol etmek zordur (22).

2.4.3. İzokinetik Kontraksiyon

Sabit açısal hızlarda yapılan dinamik kontraksiyonlardır. Kas kuvvetini en iyi arttıran kontraksiyonlardır. Sabit bir hızda kasılma gerçekleştiği için kasılma hareketin her açısında maksimal güçtedir. Ne kadar kuvvet uygulanırsa uygulansın hareket eden bölgenin hızı önceden belirlenen açısal hızı geçemez (23).

İzokinetik egzersizin avantajları:

1. Kaslarda mekanik ve fizyolojik değişikliklere yol açar.
2. Kas kontraksiyonunun en güçlü ve en zayıf olduğu noktalarda çalışılır.
3. Kas kuvveti objektif olarak değerlendirilebilir.
4. Kişi hiçbir zaman kendi kas kuvvetinden fazla bir dirençle karşılaşmaz. İzokinetik dinamometrelerin bu özellikleri, kas ve ligament yaralanması olan hastaların rehabilitasyonunda güvenlik sağlamaktadır.

İzokinetik egzersizin dezavantajları:

1. Çok pahalı yöntemlerdir.
2. Kişi sürekli takip edilmelidir.

3. Cihazlar hassasdır ve büyük kas grupları çalışırken mekanik problemler açısından dikkatli olmak gerekir (22).

2.4.4. Kuvvet Egzersizlerinin Fizyolojik Etkileri

Hipertrofi: Kuvvet egzersizlerinin en belirgin etkisi kas lifi hipertrofisidir. Hipertrofi, bütün kas lifi tiplerinde görülmekle beraber hızlı kasılan liflerde, yavaş kasılan liflerden daha belirgindir. Kas hipertrofisi için 6-8 haftalık süre gerekmektedir. Mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber protein sentezinde ve myofibril sayısında artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir (22).

Kapiller dansite ve mitokondrial hacim: Kuvvet eğitimi kapiller dansite ve mitokondrial hacimde azalmaya sebep olabilir. Bu durum, sporcu enduransı için istenmeyen bir sonuçtur. Endurans egzersizleri, mitokondiyal hacim ve kapiller dansiteyi arttırır. Bununla birlikte bazı kuvvet egzersizleri enduransı bir miktar arttırır ve maksimal oksijen tüketiminde artışa yok açar (22).

2.5. Kuvvetin Değerlendirilmesi

Güç ve kuvvet, birçok atletik performans için kritik önem taşır. Kas iskelet sistemi yaralanmalarından sonra kasların yaralanma öncesi fonksiyonel kapasitelerine ve güçlerine ulaşması rehabilitasyon süreci içinde son derece önemlidir. Bu süreçte kas-iskelet becerilerinin objektif yöntemlerle değerlendirilmesi önemlidir. İzokinetik dinamometreler, kas kuvvetinin objektif olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan sistemlerdir (23).

2.5.1. Kas Kuvvetinin İzokinetik Sistemde Değerlendirilmesi

Kas-iskelet sisteminin dinamik yapısını oluşturan kaslar ile ilgili kuvvet, güç ve dayanıklılık gibi parametrelerin ölçümü hem klinik çalışmaların hem de çeşitli

araştırmaların yapılmasında yarar sağlar. Kas performansı ilk olarak kaldırılabilen ağırlık miktarı ile değerlendirilmiş, 1960'lı yılların sonunda James Perrine tarafından geliştirilen kas kasılmasını "izokinetik" olarak ölçen yöntem, kas performansının objektif olarak değerlendirilmesinde devrim olarak nitelenen yeni bir dönemi başlatmıştır (24). Günümüzde izokinetik cihazlar agonist/antagonist kas dengesi ve izometrik, izotonik ve izokinetik kas kuvvetini belirlemenin yanında kas antrenmanları ve spor yaralanmalarının rehabilitasyonu amacıyla da kullanılmaktadır (23). İzokinetik dinamometrelere entegre edilen geri bildirim egzersizleri ise son derece yenidir.

2.5.1.1. İzokinetik Sistemin Parçaları

1. Dinamometre: Cihazın kasılma tipi, hız seçenekleri ve döndürme momenti ölçümünü sağlayan temel parçadır. Cihazlar arasındaki farklılık açısal hızlar ve ekzantrik kas kasılmasını sağlayabilmeleri ile ilgilidir. İzokinetik dinamometreler ile 5º-500º/saniye (sn.) arasındaki hızlarda değerlendirmeler yapılabilmektedir. Halen piyasada bulunan tüm izokinetik cihazların dinamometreleri izometrik, izokinetik (ekzantrik ve konsantrik), izotonik ve sürekli pasif hareket biçimlerinde çalışmaktadır.

2. Ekstremite ve gövde segmentlerinin değerlendirilebilmesi için hastanın oturacağı koltuk ve test edilecek eklemlerin yerleştirilmesini sağlayan ek parçalar bulunmaktadır.

3. Bilgisayar: İzokinetik cihazla yapılacak tüm işlemlerin başlatılması ve sonlandırılması, hız seçimi, hareket açıları, çeşitli parametrelerin hesaplanması, karşılaştırılması ve oranlanması bu sistemle yapılmaktadır. Sonuçlar sayısal raporlar ve grafikler şeklinde elde edilerek yorumlanmaktadır (25).

2.5.1.2. İzokinetik Kuvvet Testi Endikasyonları ve Kontrendikasyonları

İzokinetik kas kuvvet testi endikasyonları;

-Belirli bir eklemin etrafındaki kasların güç, iş ve dayanıklılık gibi dinamik performanslarını belirlemek,

-Bir yaralanmanın derecesini belirlemek, iyileşme dönemi sonrasında karşılaştırma yapmak,

-Atletik taramalar yapmak,

-Sportif yaralanmalara eğilimi belirlemek ve önlemek,

-Yaralanmaların rehabilitasyonunu planlamak,

-Tork eğrisinin incelenmesi ile yaralanmaların tanısı koymak,

-Spora özgü yeteneği belirlemek,

-Sporculara antrenman yaptırmak,

-Objektif kayıt elde edilmek ve bu verilerle izlem yapmak olarak sayılabilir.

İzokinetik kas kuvvet testlerinin kontrendikasyonları;

-Test edilen eklemde tekrarlayan subluksasyon veya dislokasyon,

-Akut kas spazmı,

-Eklem hareket açıklığında kısıtlılık,

-Eklemde efüzyon ve ciddi ağrı,

-Eklem çevresinde ciddi osteoporoz,

-Kemik yapıda ya da eklemde malignite,

-Gebelik,

-Antikoagulan kullanımı,

-Epilepsi,

-Kalp yetmezliği,

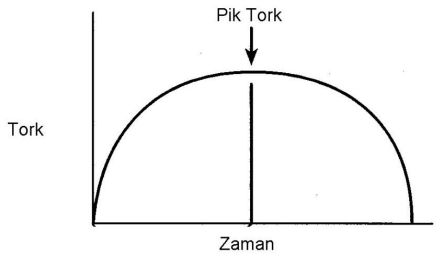
-Post-operatif erken dönem şeklinde sayılabilir (23).

2.5.1.3. İzokinetik Dinamometreler ile Yapılan Ölçümler

Tork: İzokinetik sistemlerde kuvvet tork olarak ölçülür. Tork bir obje üzerine kuvvetin döndürücü momentidir. Birimi Newton-metre (Nm) veya food-pound (ft-Ib)'dur. Minimum ve maksimum tork değerleri güvenlik açısından 250-500 Nm arasında sınırlandırılmıştır (23).

Pik Tork (PT): İzokinetik sistemlerde en yaygın ölçülen kuvvet değişkenidir. Eklem hareket açıklığı boyunca ilgili kaslar tarafından üretilen en yüksek tork değeridir. Klinikte kullanımı önemlidir. İki taraflı tork eğrileri ve tek taraflı agonist

/antagonist tork eğrileri, verilen rehabilitasyon programının etkinliğini ve kas simetrisini değerlendirmek için kullanılır (Şekil 5), (25).



Şekil 5. Tork zaman eğrisi (25)

Ortalama Pik Tork: Bir seri tekrar sonucunda elde edilen tork değerlerinin ortalamasıdır. Genel fonksiyon açısından bakıldığında fonksiyonun, hareketlerin tekrarına dayalı olması nedeni ile PT' den daha değerli bir ölçümdür. Bununla beraber yorgunluk, test sonuçlarını etkileyebilir. PT ölçülürken geçerliliğinden emin olmak için sıklıkla 5 tekrar alınır. PT ölçümleri 30º-90º/sn. gibi düşük hızlarda yapılır (23).

Pik Tork/Vücut ağırlığı oranı: Test sonuçlarının kişiler arasında karşılaştırmasında ve ağırlığı taşıyan kas yapılarının fonksiyonel kuvvetinin değerlendirilmesinde önemlidir. Kas kuvveti kas kesit alanına bağlıdır. Erkekler daha büyük kas oranlarına sahip oldukları için daha büyük Pik Tork/Vücut ağırlığı oranına da sahiptirler. Patlayıcı güç gerektiren sporla uğraşan sporcular yüksek PT değerleri üretebilir ve Pik Tork/Vücut ağırlığı oranı değerleri yüksek ve hızlanmaları da çabuk olur. Dayanıklılık gerektiren sporla uğraşan sporcular ise nispeten daha düşük bir PT ve böylece daha az bir Pik Tork/Vücut ağırlığı oranlarına sahiptirler (23).

Açı Spesifik Tork: Açı spesifik tork, PT'den farklı olarak belirli açılarda üretilen torku tanımlar. Maksimum kuvvet üretimi için uygun eklem açısını bulmak amaçlı kullanılır. Belirli bir eklem açısında agonist ve antagonist kasların kuvvetlerinin karşılaştırılmasında önemlidir (23).

Pik Torka Ulaşma Zamanı: Kasılma hızı olup birimi saniyedir. PT'ye ulaşmak için geçen süredir. Patlayıcı güç gerektiren sporcuların değerlendirilmesinde kullanılır (23).

Tork Hız İlişkisi: Konsantrik izokinetik egzersizlerde açısal hızın artması ile tork düşer. PT 0º/sn. ile 60º/sn. açısal hızlarda değişmeden kalma eğiliminde ve hızın artması ile düşme eğilimindedir. Bu azalma çalışan kas lifi tiplerinin değişimine bağlı olabilir. Ekzantrik egzersizlerde ise bir noktaya kadar hızın artması ile tork artar ve sonrasında aynı kalır (23).

Pik Tork Oluşma Açısı: PT'nin oluştuğu eklem hareket açıklığını temsil eder. Test hızının artması ile PT eklem hareketinin sonuna doğru meydana gelir (23).

Total İş (Tİ): İzokinetik sistemlerde iş, kuvvete karşı açısal yer değiştirme alanı olarak tanımlanır. Birimi ft-Ib veya Nm'dir. İş, torkxaçısal mesafedir. Total iş ise test sırasında tüm tekrarlardan elde edilen işin toplamıdır. Hıza bağımlı bir parametredir; en yüksek değer düşük hızlarda elde edilir (23).

Pik İş (Pİ): En iyi tekrarlar boyunca yapılan iştir (23).

Tork Hızlanma Enerjisi (THE): Tork üretiminin ilk 125 ms'de harcanan enerji miktarıdır. Yaralanmalar sonrası en çok bozulan ve iyileşme esnasında en çabuk düzelen parametredir (23).

Ortalama Güç: Hesaplanan işin, işi gerçekleştirmek için gereken zamana bölünmesi ile elde edilir. Birimi watt' dır (24).

Agonist /Antagonist Oranı: Kas veya kas gruplarının yapmış oldukları en yüksek değerlerin oranıdır. En yaygın ölçülen agonist/antagonist oranları diz fleksör ve ekstansör, omuz internal rotator ve eksternal rotator, omuz abdüktor ve addüktor, omuz fleksör ve ekstansör, ayak bileği plantar fleksiyon (PF) ve dorsifleksiyon (DF), ayak bileği evertör ve invertör oranlarıdır. Test hızı arttıkça dizde ölçülen agonist/antagonist tork oranı artar. Diz için bu oran, test hızına bağlı olarak %50-%80 arasında değişir. Genelde 60º/s hızda %60 olarak ölçülen bu değer normal olarak kabul edilir (26). Ayak bileği DF/PF kasları için agonist/ antagonist oranı ise %33' tür (27).

2.5.1.4. İzokinetik Sistemin Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

İzokinetik sistem düzenli olarak en az ayda bir kez kalibre edilmeli ve kalibrasyon eğrisi saklanmalıdır. Test veya egzersiz sırasında hastanın güvenliği sağlanmalıdır. Araştırma amaçlı yapılan testlerde hastanın onayı mutlaka alınmalıdır. Değerlendirilen ekleme göre cihazın dinamometresinin aksı, eklemin anatomik aksına göre ayarlanmalıdır. Eğer aks uygun ayarlanmazsa eklem hareketlerinde gereksiz kısıtlanmalar ve anormal hareketler ortaya çıkar ve testin güvenilirliğini etkiler. Ekstremite segmentinin diğer vücut kısımlarından bağımsız olarak değerlendirilebilmesi ve izole kas ölçümü yapılabilmesi için hasta kemerlerle uygun şekilde bağlanmalıdır. Standart bir izokinetik test protokolünü uygulamadan önce hasta eğitilmelidir. Testin amacı ve yapılacaklar anlayacağı şekilde açıklanır. Her bir test hızında hastaya önce 1-10 kez submaksimal ve en az 1 kez maksimal kasılma yaptırılarak hastanın cihazı tanıması ve değerlendirmeye hazır hale gelmesi sağlanır. Yerçekimi etkisi hesaplanır. Aksi halde kasılma sırasında yerçekimi etkisinden yararlanan kaslardan daha yüksek değerler elde edilir. Her bir eklem için önerilen standart hızlar mevcuttur (Tablo 1). Yavaş, orta ve yüksek fonksiyonel kasılma hızlarını içerecek şekilde "hız spektrum testi'' yapılması ise çeşitli hızlardaki kas performansını değerlendirmek açısından yararlı olmaktadır (28).

Tablo 1. İzokinetik Testler için Önerilen Açısal Hızlar

Test Planları	Düşük Hız	Yüksek Hız	Yüksek Hız/Yüksek Aktiviteli Birey
OMUZ Ekstansiyon/fleksiyon Abdüksiyon/addüksiyon İnternal/eksternal rotasyon	60°/sn.*	180°/sn.	240-300°/sn.
DİRSEK Ekstansiyon/fleksiyon	60°/sn.	180°/sn.	240°/sn.
ÖN KOL Pronasyon/supinasyon	30- 60°/sn.	120°/sn.	180°/sn.
EL BİLEĞİ Radial/ulnar deviasyon Ekstansiyon/fleksiyon	30- 60°/sn.	120°/sn.	180°/sn.
KALÇA Abdüksiyon/addüksiyon Ekstansiyon/fleksiyon İnternal/eksternal rotasyon	30- 60°/sn.	120°/sn.	150°/sn.
DİZ Ekstansiyon/fleksiyon Tibial internal/eksternal rotasyon	60°/sn. 30- 60°/sn.	180°/sn. 120°/sn.	240-300°/sn. 180°/sn.
AYAK BİLEĞİ Plantar/dorsal fleksiyon İnversiyon/eversiyon	30- 60°/sn.	120°/sn.	180°/sn.

*sn.: saniye.

2.5.2. Kas Kuvvetinin İzometrik Test ile Değerlendirilmesi

İzometrik kas testi kas kuvvetini tek bir eklem hareket açıklığı noktasında değerlendirir. İzometrik egzersiz programını ve izometrik kas testini izokinetik dinamometrede yapmak mümkündür. Manuel kas testi kullanılarak da bu ölçüm yapılabilir. İzokinetik dinamometrede yapılan ölçüm sonuçları manuel kas testi ölçüm sonuçlarına göre daha objektiftir (29).

2.6. Propriyosepsiyon ve Nöromuskuler Kontrol

Koordinasyon; motor sistem ve bağlantılarının santral sinir sistemi aracılığı ile kontrol edildiği içsel düzenlemelerdir. Propriyosepsiyon; görsel ve vestibuler girdilerle denge ve postural kontrol, eklem kinestezisi, pozisyon hissi ve kas reaksiyon zamanını içine alan geniş bir kavramdır (30).

Denge ve postural kontrolün korunması vizüel, vestibüler ve somatosensoryel sistemlerden gelen duyusal bilgiler ile sağlanmaktadır. Bu periferal afferent bilgiler, postüral kontrolün devamı için sinir sistemi tarafında birleştirilmektedir (31).

Propriyosepsiyon ilk olarak Sherrington tarafından tanımlanmıştır. Sherrington'a göre propriyosepsiyon; proprioseptif alandan çıkan afferent bilgidir ve bu afferent bilgi mekanoreseptörler ve propriyoseptörler tarafından meydana getirilir (31). Goetz'e göre ise; kas, tendon, eklem veya derideki duysal reseptörler tarafından santral sinir sistemine gönderilen postural, pozisyonel ya da kinetik bilgidir (31).

Ellenbecker ve Bleacher ise propriyosepsiyonu değerlendirirken;

- Eklem pozisyon hissi: Eklem pozisyonun uzayda tanımlanabilme yeteneği,

-Kinestezi: Eklem hareketini tanımlayabilme veya değerlendirebilme yeteneği,

- Direnç hissi: Eklemde meydana gelen kuvveti tanımlayabilme ve değerlendirebilme yeteneği,

- Nöromusküler kontrol: Afferent propriyoseptif bilginin efferent cevap olarak değerlendirilebilmesi seklinde tanımlamalar yapmışlardır (31).

Günümüzde halen bu tanımlamalar kullanılmakla beraber, propriyoseptif fonksiyonu net olarak açıklayabilmek için daha ileri tanımlamalara ihtiyaç vardır.

Yürüme, koşma, sıçrama gibi fonksiyonel aktiviteler sırasında postürün sağlanmasında alt ekstremite ve üst ekstremite kassal kinematiği büyük rol oynar. Motor kontrol için gerekli afferent bilgi, propriyoseptif, görsel, vestibuler ve somatosensöryel reseptörler ile sağlanır. Somatosensoryel reseptörler kaslar, tendonlar eklemler ve diğer dokularda lokalizedir. Ağrı, ısı ve dokunma olmak üzere 3 tip somatik duyu tanımlanmıştır (30). Propriyosepsiyon, dokunma ve pozisyon duyuları ögelerinden özellikle pozisyon duyuları ile ilişkilidir.

Propriyosepsiyon; afferent girdi ve efferent sinyalleri içeren statik ve dinamik aktiviteler sırasında vücut stabilite ve oryantasyonunu sağlayan karmaşık bir nöromuskuler süreç olarak düşünülebilir (32).

2.6.1. Propriyoseptif organlar (mekanoreseptörler)

Mekanoreseptörler; eklem kapsülünde, ligamentlerde, tendonlarda, kaslar ve deride bulunan duyusal reseptörlerdir (33). Pozisyon değişikliği ve hareket sonucu oluşan eklem rotasyon bilgisini ileten özelleşmiş nöronlardır. Bu reseptörlerin uyarılması sonucu ilgili eklemde hızlanma, yavaşlama, rotasyon ile oluşan hareketleri kontrol eden refleks kas kasılmaları gelişir (33).

Başlıca 5 tip afferent mekanoreseptör tanımlanmıştır;

- Kas İğciği: Kasta oluşan gerimi algılarlar ve eklem pozisyonu ile ilgili bilgi sağlanır. Kas iğciği gerim reseptörleri; alfa motor nöronlarda monosinaptik refleks oluşturarak postural tonusu sağlar. Gama motor nöronlarının kas iğciğinin gerilmeye karşı duyarlılığını arttırmasıyla monosinaptik refleks cevap büyür (34). Gama kas iğciği sistemi postür için gerekli kas tonusunun sağlanmasında önemlidir.
- Ruffini Sonlanmaları: Eklem kapsülünde, kollar, bacaklar ve vertebrada bulunmaktadır. Proksimal eklemlerde yoğun olarak saptanır. Yavaş adaptedir ve eşik şiddetleri düşüktür. Her eklem pozisyonunda sürekli aktiftir. Statik ve dinamik reseptörler olarak sınıflandırılırlar. Diz ekleminde, meniskofemoral ligamentlerde, çapraz bağlarda yoğun olarak bulunur. Gerilim reseptörleri olarak bilinirler.

- Pacini Cisimleri: Eklem kapsülünün derininde ve tendon kılıflarında yerleşir. Distal eklemlerde daha fazla saptanır. Düşük eşik şiddetine sahiptir. Hızlı adapte olurlar. Dinamik reseptörler olarak sınıflandırılır. Dizde, sinovyumda, meniskofemoral ligamentlerde, yağ yastığında yoğun olarak bulunur. Eklem hareket açıklığının son noktalarında meydana gelen hızdaki ve yöndeki ani değişiklikler ile bu reseptörler uyarılır (34).
- Golgi Tendon Organı: Ligamentlerde ve eklemin yüzeyel bölgesinde bulunur. Ligamentlerin eklem içi ve eklem dışı bölgeleri ile menisküslerde baskın olarak bulunmaktadır. Eşik şiddeti yüksektir ve yavas adaptasyona sahiptir. Eklem hareket açıklığının son noktalarında (ligamentlerin gergin olduğu bölgelerde) aktiflenirler. Aşırı yüklenmelere karşı koruyucudurlar. Basınca, yön değişimlerine ve eklem pozisyonuna duyarlıdırlar (34).
- Serbest sinir sonlanmaları: Eklem kapsülü, periost ve eklem yağ yastıkçıklarında bulunur. Ağrıya duyarlıdırlar. Eklemde oluşan inflamasyona ve ağrıya cevap vermekle yükümlü nosiseptörler olmasına rağmen yüksek eşikli mekanoreseptör olarak görev yapmaktadırlar.

2.6.2. Propriyosepsiyonun Klinik Önemi

Yerçekimi, eylemsizlik ve reaksiyon gibi dış yüklere karşı uygun iç kuvvetlerle cevap verilerek kas-iskelet sistemi üzerine aşırı yüklenmelere karşı koyulur. Bu durum dinamik eklem stabilitesinin sürdürülmesinde önemlidir. Dinamik eklem stabilitesinde merkezi sinir sistemi işlevleri ve nöromuskuler kontrol mekanizmaları beraber rol alır. Dinamik eklem stabilitesindeki gelişme spor yaralanmalarından korunma ve rehabilitasyonda önem taşır (30).

Eklemde bulunan mekanoreseptörler eklem çevresi kassal tonusu düzenledikleri için propriyosepsiyonda meydana gelen azalma eklem instabilitesine yol açabilir (35). Mekanoreseptörlerden ve kas iğciği reseptörlerinden başlayan refleks arkı 70-100 m/sn.'de oluşurken nosiseptör kaynaklı refleks arkı 1m/sn.'de oluşur. Bu, propriyosepsiyonun yaralanmanın engellenmesinde ağrı duyusundan daha etkin olduğunu göstermektedir (36).

Bir dokuda yaralanma meydana geldiği zaman, o dokuda bulunan mekanoreseptörler hasarlanabilir. Bu durumda propriyosepsiyonun aferent mekanizması bozulacağından yeniden yaralanma oranı artar. Eklem ve kas-tendon bileşkesinden köken alan geri bildirimler eklem stabilitesinin devam etmesi için gereklidir. Bu ileti bozulduğu zaman kinestezi ve eklem pozisyon hissinde değişikliklere neden olur ve dejeneratif değişimlere yol açar (37).

Propriyosepsiyon çalışmaları tedavi programına erken dönemde eklenir ve ilerletilirse yaralanma sonrası fonksiyonel ve spora özgü aktivitelerin kazanılması büyük ölçüde sağlanır (30).

Propriyosepsiyon çalışmalarının temel amacı afferent yolları yeniden eğitmektir. Nöromuskuler kontrol, merkezi sinir sistemi içerisinde üç farklı seviyede sağlanmaktadır (30). Spinal seviyedeki refleksler sinir sisteminin daha üst seviyelerinden gelen hareket kalıplarına eşlik eder. Eklem stabilizasyonunda rol oynar. Motor kontrolün ikinci seviyesi postür ve dengede görevlidir. Vestibüler sistem, vizüel sistem ve mekanoreseptörlerden bilgi alan beyin sapı sorumludur. Motor korteks, bazal ganglionlar ve serebellum ise istemli hareketlerin başlatılmasında ve vücut pozisyonunun farkındalığında görevlidir. Propriyoseptif sorunların tedavisi için rehabilitasyon sürecinde motor kontrolün bu üç seviyesini de aktive etmek gerekir. Eklem stabilizasyonu için ani pozisyon değişimleri, beyin sapı düzeyinde işlev gelişimi için vizüel girdi ile beraber ve vizüel girdi olmaksızın denge ve postural hareketler, bilinçliden bilinçsize doğru motor komutlar geliştirmek için eklem hareket açıklığının son noktalarında pozisyonlama aktiviteleri tedavi programında bulunmalıdır (30).

Son dönemde tedavi sırasında adaptasyonların geri bildirim işlemiyle geliştiği savunulmakta ve afferent yolların daha az fonksiyon gördüğü tartışılmaktadır (30). Geri bildirim hareketteki başarı veya başarısızlığı belirlemek için öncelikli kortikal seviyede, hareketin yönetimi için de subkortikal seviyede kullanılır (30). Geri bildirim antrenmanları, geri bildirim öğrenme işlemini kullanıyor görünmektedir (38).

2.6.3. Denge

Yerçekimi merkezini ayarlayabilme yeteneği olarak ifade edilir (39). Koordinasyon, denge ve fonksiyonel yeteneklerinin kazanılması birbiri ile ilişkilidir. Duyu-motor ve propriyoseptif sistemlerden etkilenirler. Koordinasyon ve denge, kişinin fonksiyonel yeteneklerini geliştirmek için gereklidir. Ekstrapiramidal sistem ve motor korteks denge fonksiyonunda önemlidir. Rehabilitasyon programında merkezi sinir sisteminin bu bölümlerine odaklanılır. Denge egzersizleri, durağan bir aktivitede propriyosepsiyon eğitimine yardımcı olur (30). Denge egzersizleri, statik pozisyonda başlar ve hareketin gelişim kapasitesine göre ilerletilir (örn; tek bacakla düz zeminde duruş ile başlar, denge tahtası egzersizleri ve pertürbasyon egzersizlerine ilerletilir).

2.6.4. Propriyosepsiyonun değerlendirilmesi

Kortikal, spinal refleks ve beyin sapı yollarının ölçülmesi ile propriosepsiyon değerlendirilebilir (40). En önemli değerlendirme yöntemleri kinestezi ve eklem pozisyon hissinin ölçümüdür. Eklem pozisyon hissi, pasif ve aktif pozisyonlamanın tekrarlı yapılması ile ölçülür. Bu ölçümler ruffini ve golgi tipi mekanoreseptörleri seçici olarak uyarmak için yavaş açısal hızlarda (0,5-2,5º/sn.) yapılır (38). Ölçüm için propriyosepsiyon test cihazları, izokinetik dinamometreler, gonyometre ve hareket analiz sistemleri kullanılmaktadır.

Denge ve postural kontrolü değerlendirmek için denge stabilometrisi ve kuvvet platform cihazları, pertürbasyon antrenmanı esnasında kas aktivasyonunda gecikmeleri değerlendirmek yoluyla elektromyografik analizler kullanılabilir (30).

Ekstremite eşleşme yöntemi ve sıçrama testi cihaz gerektirmeyen propriosepsiyon değerlendirme yöntemleri olarak kullanılmaktadır (30).

2.6.5. Geri Bildirim Egzersizleri

Geri bildirim, tipik olarak kullanıcı tarafından algılanmayacak fizyolojik durum hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlamak için kullanılan yaygın bir klinik yöntemdir (41). Geri bildirim ile bireylere motor becerileri en iyi şekilde nasıl gerçekleştirebileceği hakkında bilgiler sağlanır. Geri bildirim egzersizleri ile sporcunun dikkati adım adım bir becerinin bileşenlerine yönlendirilir (42). Beceri az ya da çok otomatik olarak yapılabilir hale gelmeden önce bilişsel kontrolün gerekli olduğu düşüncesine dayanılarak bu bilişsel kontrolü sağlamak amacıyla yapılan egzersizlerdir (42).

Yeni geliştirilen geri bildirim tekniklerinin kullanılması, eğitim adaptasyonlarının daha iyi sonuçlar vermesine yardımcı olmaktadır (42).

Postural stabiliteyi arttırmak ve sıçramadan sonra yere iniş hatalarını düzeltmek için bireylere iç odaklı (sıçramadan sonra ayaklarınızı omuz genişliğinde açın veya dizleriniz ayak parmaklarının gerisinde kalsın gibi) veya dış odaklı (sıçramadan sonra yerdeki işaretlerin üzerine inin veya elleriniz konilere değsin gibi) sözlü geri bildirimler kullanılabilir (42).

İkili eğitimlerle benzer yaralanmalara sahip iki sporcu aynı seanslarda egzersiz programına alınarak görsel bir model oluşturulabilir. Görsel geribildirim modelinde her sporcu, diğer sporcunun hareketini gözlemleme fırsatı bulur ve teknikteki hataları kendi uygulamasında yapmamasına yönelik bir rol model oluşturur. Aynı zamanda bu geribildirim modeli rekabeti, motivasyonu ve sosyal etkileşimi arttırarak performansa katkıda bulunabilir (43).

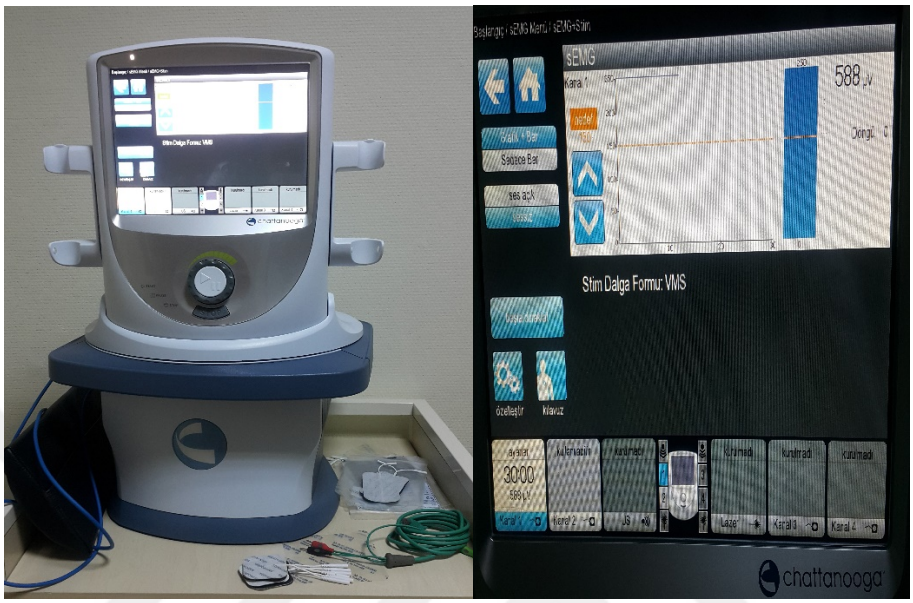
Bir başka yöntem olarak, hareket analiz sistemleri kullanılarak sporculara gerçek zamanlı geri bildirim sağlanabilir. Harici zemin reaksiyon kuvvetine dayanan geri bildirim yönteminde hareket esnasındaki reaksiyon kuvvet platformlarında toplanır, görsel ve sesli olarak iletilir (42).

Hareket paternleri hakkında geri bildirim sağlamak için video sistemleri son dönemde yaygın olarak kullanılan sistemler arasındadır. Modelin konturu (hedef patern) ve hastanın konturu video sistemleri üzerinde üst-üste bindirilerek gösterilir. Hastaya hareketi, modelin konturuna olabildiğince yakın bir şekilde tekrarlaması söylenerek hasta için bir hedef oluşturulur. Sistem gerçekçi bir duygu oluşmasına ve

tüm beden farkındalığının kazanılmasına yardımcı olmaktadır. Son dönemde rehabilitasyon programları için Wii-fit (Nintendo, Kyoto, Japonya) gibi hazır video teknolojileri kullanılmaktadır (44).

Elektromiyografik (EMG) geri bildirim yöntemleri, kasla temas ederek kas aktivasyonlarını temsil eden ve dış odaklı olarak bireyin dikkatini kas kontraksiyonlarına odaklayan, kuvveti geliştirmek amacıyla kullanılan yöntemlerdir (41). Kişinin kendi kas kontraksiyonlarına odaklanmasının motor becerilerinin geliştirilmesini ve korunmasını sağlayacağı hipotezine dayanan bir yöntemdir (41). Bu yöntem ile istemli kas aktivasyonları ile ilişkili beyin merkezlerinin ve nöral yolakların uyarılabilirliğinin arttırıldığı savunulmaktadır (41). İzokinetik dinamometrenin geri bildirim modununda benzer nöral yolakları aktivite ettiği düşünülebilir. EMG geri bildirim yöntemlerinde bireyin kasına dışarıdan elektrodlar yapıştırılarak kablolar vasıtası ile kontraksiyonların bir ekrana yansıtılması sağlanır. Bu standart EMG cihazının ekranında kontraksiyonlar olarak gösterilebildiği gibi mobil uygulamalarda uygulanan kuvvet derecelendirilerek de gösterilebilir (Resim 1). Yine mobil uygulamalarda kas kontraksiyonları ile ilerletilen oyunlar ya da oluşturulan hedef kontraksiyonlara ne kadar ulaşılabildiğini gösteren ara yüzler kullanılabilir. Kablo kullanımı ve vücuda yapışmış elektrotlar dolayısıyla EMG geri bildirim yönteminde kullanıcının eklem hareket açısı egzersiz sırasında çok değişmemektedir. Ayrıca egzersiz sırasında terleme gibi etkenler elektrodların yapışkan etkisinin bozulmasına ve sporcunun konforunun bozulmasına sebebiyet verebilmektedir. İzokinetik dinamometrenin geri bildirim modunda hedeflenen kas kontraksiyonlarına uygun programlar oluşturulabilmektedir. Birey istenilen eklem hareket açıklığında egzersizi yaparken kontraksiyonları takip edebilmekte ve hedeflenen kontraksiyonları hangi yüzde ile sağlayabildiğini görebilmektedir. İzokinetik dinamometrenin geri bildirim modu sporcuya daha rahat bir hareket alanı sağlamakta ve daha geniş eklem hareket açıklıklarında egzersiz yapma imkânı sunmaktadır. Geri bildirim modunda yapılan egzersizler izotonik kasılmalar içermektedir. Hem konsantrik hem ekzantrik kasılmaların oluşmasından dolayı egzersiz esnasında kas iğciği reseptörlerinin uyarımı artmaktadır. Bu etkinin propriyosepsiyonun geliştirilmesine katkı sağlayacağı söylenebilir.

İzokinetik dinamometrenin bir modu ile yapılan geri bildirim egzersizleri çok yenidir. Literatürde, kas kuvveti, propriyosepsiyon ve denge performansları üzerine etkilerini değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır.



Resim 1. EMG geri bildirim cihazı

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Araştırma Grubu

Bu araştırmaya Nisan 2019 ile Ekim 2019 tarihleri arasında Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Polikliniği'ne başvuran sağlıklı bireyler gönüllülük esasına dayalı olarak dahil edildi. Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 16.04.2019 tarihli 146 sayılı kararıyla onaylandı (Ek 1). Çalışmaya 18-40 yaş arası dışlama kriterlerine sahip olmayan 100 birey dahil edildi (Şekil 6).

Dışlama kriterleri;

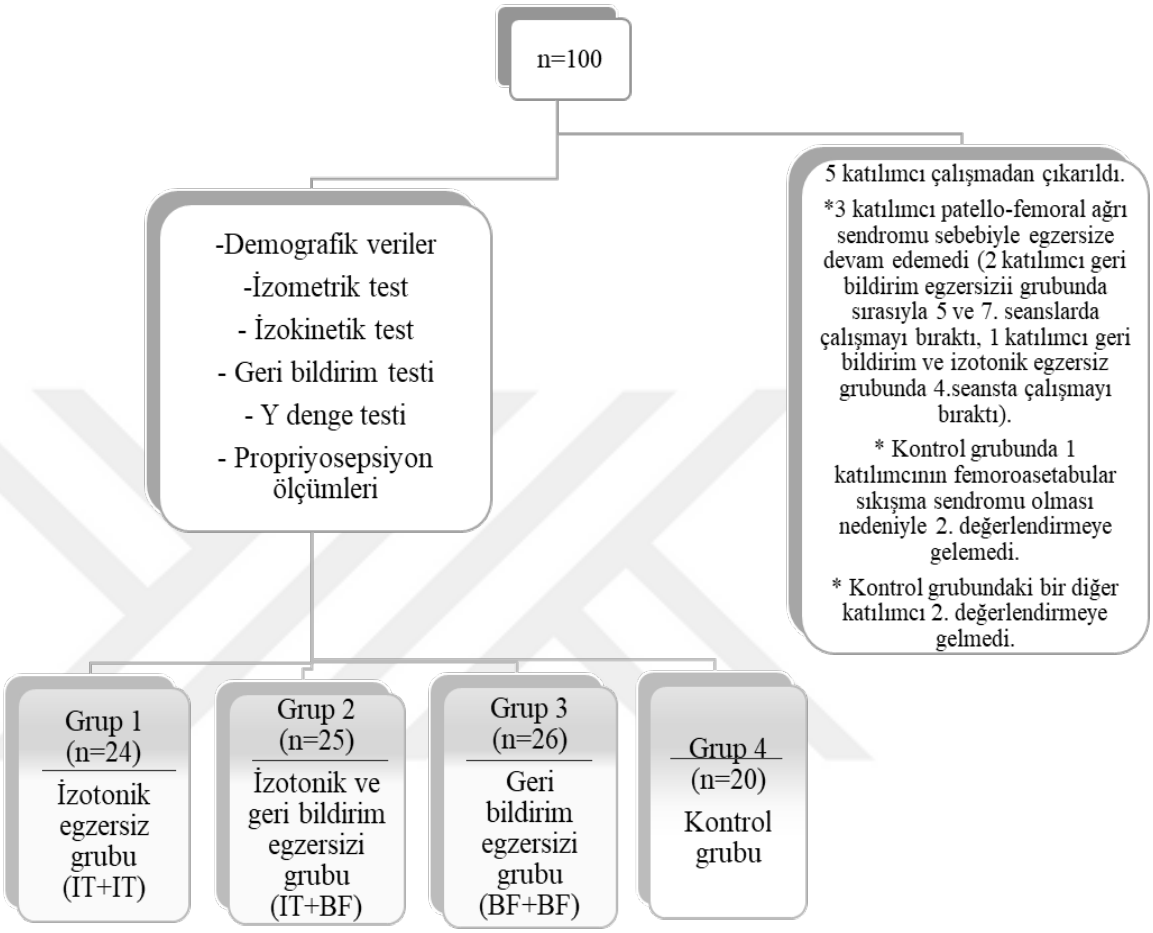
1- Bireylerin düzenlediğimiz rehabilitasyon programı dışında antrenman programı uygulaması,
2- Bireylerin anabolizan türü ilaç kullanımı olması,
3- Bireylerin şiddetli hipertansiyonu, diyabeti, kardiyovasküler hastalığının olması,
4- Vücut kütle indeksinin >30 kg/m^2 olması,
5- Çalışmaya katılan bireylerin diz yaralanmasının bulunması,
6- Test sırasında katılımcının uyumsuzluğu idi.

Sağlıklı bireyler gönüllü olarak diz ekstansör kas grubuna yönelik kuvvetlendirme programına alındı. Tüm katılımcılara çalışma hakkında bilgi verildi ve gönüllü olarak çalışmaya katılmak isteyenlere 'Aydınlatılmış Onam Formu' imzalatıldı (Ek 2). Katılımcıların anamnezleri alındıktan sonra ayrıntılı fizik muayenesi yapıldı. Çalışma kriterlerine uygun olan bireylerin demografik verileri kaydedildi. Boy, vücut ağırlığı ve alt ekstremite uzunluk ölçümleri yapıldı. Fiziksel aktivite düzeyleri 'Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-kısa form' ile belirlendi (45). Çalışmaya katılan bireylerin egzersiz programına başlamadan önce ve program bitiminde izometrik kuvvet testi, izokinetik kuvvet testi, geri bildirim testi, Y denge testi ve propriyosepsiyon ölçümleri yapıldı. Haftanın 3 günü (ardışık olmayan günlerde) yapılan 10 seanslık egzersiz programı bitiminde ölçümler tekrarlandı.

Randomizasyonunu sağlamak için çalışmaya katılan bireylere kura çektirilerek bireyler 4 gruba ayrıldı. Programda bir gruba izokinetik dinamometrede dominant alt ekstremitenin kuadriseps kasına yönelik izotonik egzersizler, diğer gruba izotonik ve geri bildirim egzersizleri, bir başka gruba ise geri bildirim egzersizleri yaptırıldı. Son grup, kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edildi.

İzotonik egzersizler (IT+IT grubu), her seans 5 dakika submaksimal bisiklet egzersizi sonrasında, aralarında 2 dakika (dk.) dinlenme süresi olacak şekilde 3x10 tekrarlı 2 set şeklinde yapıldı. Izotonik ve geri bildirim egzersizleri (IT+BF grubu), 5 dakika submaksimal bisiklet egzersizi sonrası 3x10 tekrarlı izotonik egzersiz ve 2 dk. dinlenme sonrası 3x60 sn. geri bildirim egzersizi şeklinde yapıldı. Geri bildirim egzersizi (BF+BF grubu), 5 dakika submaksimal bisiklet egzersizi sonrası aralarında 2 dk. dinlenme süresi olacak şekilde 3x60 sn. süreli 2 set halinde yapıldı (Tablo 2). Kontrol grubu, ayın başında ve sonunda değerlendirildi. Kontrol grubunun bir ay süre ile fiziksel aktivite düzeyinin değişmemesi istendi. Fiziksel aktivede değişim olup olmadığı Uluslararası fiziksel aktivite anketi ile belirlendi.

Şekil 6. Katılımcı şeması



Tablo 2. Egzersiz protokolü

	IT+IT grubu (n:24)	IT+BF grubu (n:25)	BF+BF grubu (n:26)
Egzersiz seans sayısı	10	10	10
Egzersiz frekansı	Haftada 3 gün (ardışık olmayan günlerde)	Haftada 3 gün (ardışık olmayan günlerde)	Haftada 3 gün (ardışık olmayan günlerde)
Egzersiz direnci	Her birey için izometrik test sonucunda elde edilen maksimum ortalama torkun %50'si	Her birey için izometrik test sonucunda elde edilen maksimum ortalama torkun %50'si	Her birey için izometrik test sonucunda elde edilen maksimum ortalama torkun %50'si
Isınma	5 dk. submaksimal bisiklet egzersizi	5 dk. submaksimal bisiklet egzersizi	5 dk. submaksimal bisiklet egzersizi
Egzersiz protokolü	3x10 tekrarlı izotonik egzersiz 2 set şeklinde	3x10 tekrarlı izotonik egzersiz seti sonrası 3x60 sn. geri bildirim egzersizi seti	3x60 sn. geri bildirim egzersizi 2 set şeklinde
Dinlenme	Setler arası 2 dk.	Setler arası 2 dk.	Setler arası 2 dk.

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, dk.: dakika

3.2. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (UFAA) 15-65 yaş aralığındaki bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (45). Ülkemizde, 2005 yılında Öztürk tarafından üniversitelerde öğrenim gören öğrencilerde geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır. Ayrıca 2007 yılında Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu tarafından geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır (46).

Anketin kısa formu (7 soru); yürüme, orta şiddetli ve şiddetli aktivitelerde harcanan zaman ve otururken harcanan zaman hakkında bilgi sağlamaktadır.

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi

Bu bölümdeki sorular son 7 gün içerisinde fiziksel aktivitede harcanan zamanla ilgilidir. Lütfen son 7 günde yaptığınız şiddetli fiziksel aktiviteleri düşünün (işte, evde, bir yerden bir yere giderken, boş zamanlarınızda yaptığınız spor, egzersiz veya eğlence vb.).

Şiddetli fiziksel aktiviteler yoğun fiziksel efor gerektiren ve nefes alıp verme temposunun normalden çok daha fazla olduğu aktivitelerdir. Sadece herhangi bir zamanda **en az 10 dakika** süre ile yaptığınız aktiviteleri düşünün.

1.Geçen 7 gün içerisinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli fiziksel aktivitelerden yaptınız?
Haftada____gün
□ Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. → **(3.soruya gidin.)**

2.Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?
Günde____saat Günde____dakika
□ Bilmiyorum/Emin değilim.

Geçen 7 günde yaptığınız **orta** dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Orta dereceli aktivite orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir. Yalnız bir seferde en az 10 dakika boyunca yaptığınız fiziksel aktiviteleri düşünün.

3.Geçen 7 gün içerisinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya çiftler tenis oyunu gibi **orta** dereceli fiziksel aktivitelerden yaptınız? Yürüme hariç.
Haftada____gün
□ Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. → **(5.soruya gidin.)**

4. Bu günlerin birinde **orta** dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?
Günde____saat Günde____dakika
□ Bilmiyorum/Emin değilim.

Geçen 7 günde **yürüyerek** geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5.Geçen 7 gün, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?
Haftada____gün □ Yürümedim. → **(7.soruya gidin.)**

6. Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?
Günde____saat Günde____dakika
□ Bilmiyorum/Emin değilim.

Son soru, **geçen 7** günde **hafta içinde oturarak** geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dâhildir. Bu masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde oturarak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

7.Geçen **7 gün** içerisinde, günde **oturarak** ne kadar zaman harcadınız?
Günde____saat Günde____dakika
□ Bilmiyorum/Emin değilim.

Kısa formun toplam skorunun hesaplanmasında yürüme, orta şiddetli aktivite ve şiddetli aktivitenin süre (dakika olarak) ve frekans (gün olarak) toplamı kullanılmaktadır. Aktiviteler için gerekli olan enerji metabolik eşdeğer (MET)-dakika olarak hesaplanır. Her aktive için standart MET değeri oluşturulmuştur. Bunlar;

Şiddetli Fiziksel Aktivite = 8,0 MET

Orta Şiddetli Fiziksel Aktivite = 4,0 MET

Yürüme = 3,3 MET

Oturma = 1,5 MET

Bu değerler kullanılarak kişinin fiziksel aktivite seviyesi hesaplanır.

Örneğin; 4 gün 20 dakika yürüyen bir kişinin yürüme MET-dk/hafta skoru:

3.3 X 4X 20 = 264 MET-dk/hafta olarak hesaplanmaktadır.

Yürüme MET-dk/hafta = 3.3 X yürüme dakikası X yürüme gün sayısı

Orta şiddetli MET-dk/hafta = 4.0 X orta şiddetli aktivite dakikası X orta şiddetli aktivite yapılan gün sayısı

Şiddetli MET-dk/hafta = 8.0 X şiddetli aktivite dakikası X şiddetli aktivite yapılan gün sayısı

Toplam, MET-dk/hafta = (yürüme + orta şiddetli+ şiddetli + oturma) MET-dk/hafta

Bu hesaplanan sonuçlara göre fiziksel aktivite durumu 3 kategoriye ayrılmıştır.

1-İnaktif (Kategori 1): En alt fiziksel aktivite seviyesidir. MET değeri <600'dür.

2-Minimal Aktif (Kategori 2): Aşağıdaki kriterlerden herhangi birine giren kişiler minimal aktiftir. MET değeri 600-3000 arasındadır.

- 3 veya daha fazla gün en az 20 dakika sadece şiddetli aktivite yapmak
- 5 veya daha fazla gün orta şiddetli aktivite yapmak veya günde en az 30 dakika yürümek
- Minimum 600 MET-dk/hafta olacak şekilde 5 veya daha fazla gün yürüme ve orta şiddetli aktivitenin birleşimi

3- Aktif (Kategori 3): Bu ölçüm yaklaşık olarak en az günde bir saat veya daha fazla olan orta şiddetli bir aktiviteye eşittir. Bu kategori, sağlıkla ilgili yararların sağlanmasında gereken düzeydir.

- Minimum 1500 MET-dk/haftayı sağlayan en az 3 gün şiddetli aktivite
- Minimum 3000 MET-dk/haftayı sağlayan 7 veya daha fazla gün yürüme, orta şiddetli veya şiddetli aktivitenin kombinasyonu

Çalışmaya katılan bireylerin, başlangıçta ve 1 ayın sonunda fiziksel aktivite durumları Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi ile sorgulandı. Aktivite düzeyleri anketin puan hesaplama yöntemi ile belirlendi.

3.3. Boy, Vücut Ağırlığı ve Alt Ekstremite Uzunluk Ölçümleri

Çalışmaya katılan bireylerin boy (metre) ve vücut ağırlığı (VA, 50 gram hassasiyetle kilogram) ölçümlerinde mekanik boy ölçerli yetişkin terazisi (SECA 700, Almanya) kullanıldı (Resim 2). Ölçümler nefes verme sonrası çıplak ayakla ve dik pozisyonda yapıldı. Vücut kütle indeksi (VKİ), vücut ağırlığının (kg) boyun karesine (m^2) bölünmesi ile hesaplandı. VKİ, 30 kg/m^2'den fazla olan bireyler obez, 18,5 kg/m^2'den az olan bireyler zayıf, 18,5 ile 24,9 kg/m^2 arasında olan bireyler normal kilolu ve 25 ile 29,9 kg/m^2 arasında olan bireyler hafif kilolu olarak kabul edildi (47). Alt

ekstremite uzunluğu, sırt üstü yatar pozisyonda spina iliyaka anterior superior-medial malleol arası mezura ile bilateral olarak ölçülerek kaydedildi (Resim 3), (48).



Resim 2. Mekanik boy ölçerli yetişkin terazisi



Resim 3. Alt ekstremite uzunluk ölçümü

3.4. Y Denge Testi

Çalışmaya katılan sporcuların denge ve stabilitesini değerlendirmek için Y denge testi kullanıldı. Test esnasında katılımcının kolları serbest pozisyonda dominant ekstremitesi üzerinde sabit durarak diğer ayağı ile anteriora, 135º posteromediale ve 135º posterolaterale uzanabildiği kadar uzanması istendi (Resim 4-5). Bireyin testi anlaması için 3 yöne doğru 6 tekrarlı ısınma yapıldı. Test, her yöne doğru 3 tekrarlı yapıldı ve en yüksek değer hesaplamada kullanılmak üzere santimetre (cm.) cinsinden kaydedildi. İlk ve son ölçüm total skorlarının arasındaki farkın belirlenebilmesi için aşağıdaki formül kullanıldı (49);

(Anterior + Posteromedial + Posterolateral) / (3 x Alt ekstremite uzunluğu) x100

Testler yapılırken dominant ekstremitenin ayak tabanının yerden kesilmemesine, herhangi bir yerden destek alınmamasına ve katılımcının başladığı noktaya geri dönebilmesine dikkat edildi. Bu basamaklardan herhangi birinin yapılamadığı ölçümler değerlendirilmeye alınmadı ve test tekrar edildi.



Resim 4. Y denge testi (anterior)



Resim 5. Y denge testi (posteromedial)

3.5. İzometrik Kas Kuvvet Testi

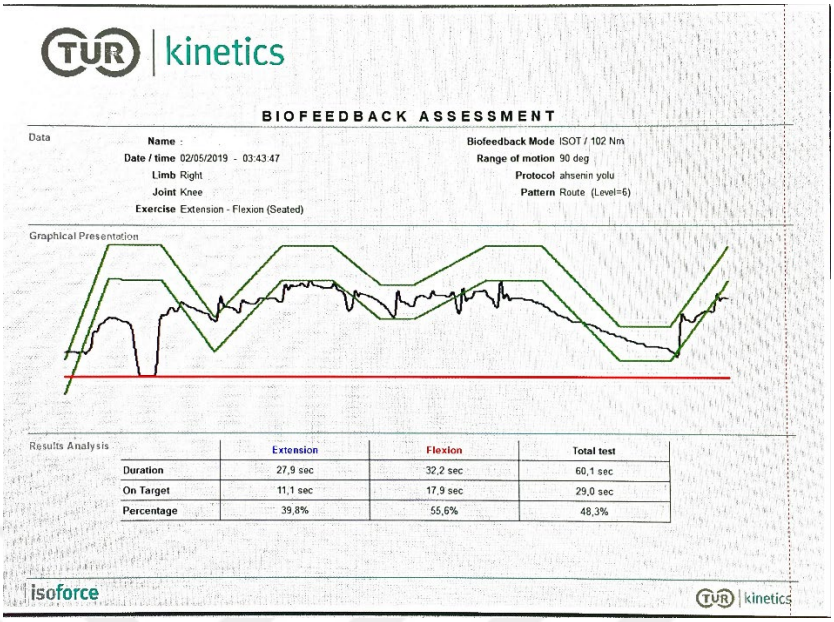
İzometrik kas kuvvet testleri; izokinetik dinamometrede (Isoforce, Tur Kınetics, Almanya) yapıldı. Katılımcıya testin yapılışı ve cihaz hakkında bilgi verildi. İdeal test için ekleme lazer işaretleyici yardımıyla uygun pozisyon verildi. Cihaz üzerindeki kemerler ile pelvis üzerinden, omuzlardan ve diğer diz eklemi üzerinden stabilizasyon sağlandı. Diğer dizin hareketini önlemek için ayak bileği sandalyenin alt kısmındaki ayak sabitleyicisine yerleştirildi. Mekanik korumalar kişinin eklem hareket açısına uygun olarak ayarlandı. Test, 60º diz fleksiyonunda 5 saniye sürdürülen 3 kuadriseps kasılması ve 2 hamstring kasılması şeklinde toplam 5 tekrar yapılması şeklinde uygulandı (50). Testler esnasında katılımcılar sözlü olarak motive edildi. Test sonucunda elde edilen maksimal istemli kasılmasının (MVC-*maxımum voluntary contraction*) %50'si egzersiz programlarında uygulanacak direnç olarak belirlendi.

3.6. Geri bildirim değerlendirmeleri

Geri bildirim değerlendirmeleri, izokinetik dinamometrede (Isoforce, Tur Kınetics, Almanya) yapıldı. Cihazın geri bildirim modunda 60 saniye süreli bir protokol oluşturuldu. Katılımcılara cihaz ekranından görsel verileri takip ederek testi nasıl uygulayacakları anlatıldı. İzokinetik dinamometrede katılımcının pozisyonu katılımcıya uygun olarak ayarlandı. Cihazın mekanik korumaları yerleştirildi. Son olarak katılımcı kemerler ile stabilize edildi. Tüm katılımcılara ilk izometrik testleri sonucunda çıkan MVC değerlerinin %50'sine karşılık gelen direnç ile test protokolü uygulandı (Resim 6). Test esnasında bireyler sözel olarak motive edildi. Test sonunda, katılımcıların ekstansiyonu devam ettirebilme süreleri ile yüzdeleri, fleksiyonu devam ettirebilme süreleri ile yüzdeleri, total süreleri ve yüzdeleri değerlendirildi (Resim 7). IT+BF grubuna ve BF+BF grubuna, oluşturulan protokol egzersiz programları süresince de uygulandı.



Resim 6. Geri bildirim değerlendirme



Resim 7. Geri bildirim protokolü ve analizi

3.7. İzokinetik Kas Kuvvet Testi

İzokinetik dinamometre (Isoforce, Tur Kınetics, Almanya) ile diz fleksör ve ekstansör kas kuvveti ölçümü bilateral olarak yapıldı. Test öncesinde bireylere bisiklet ergometresinde 10 dakika submaksimal ısınma egzersizi yaptırıldı. Oluşabilecek yaralanmaları engellemek için bireylere test öncesi ve sonrası 10 tekrarlı 3 set şeklinde germe egzersizleri yaptırıldı. Katılımcılara test anlatıldı. Aparatı nasıl itip-çekmeleri gerektiği gösterildi. Cihazın test hızının önceden ayarlanmış olduğu ve direncin bireyin uyguladığı kuvvetle orantılı olarak değişeceği bu yüzden uygulayabildikleri maksimum kuvvetle aparatı itip çekmeleri gerektiği anlatıldı. Her bireye uygun pozisyon verildi. Dinamometrenin mekanik korumaları ayarlandı. Cihaz üzerinde kemerler ile gövde ve kalça katılımını engellemek için vücut stabilize edildi. Diğer dizin hareketini engellemek için test edilmeyen ekstremitenin ayak bileği sandalye altındaki ayak bileği aparatının arkasına yerleştirildi. Ölçü birimi olarak Newton-metre (Nm) kullanıldı. Test, 0º ekstansiyon ile 90º fleksiyon arasındaki eklem hareket açıklığında oturur pozisyonda yapıldı. Kas kuvveti ölçümü 60º/sn. ile 240º/sn.

hızlarında konsantrik/konsantrik modda gerçekleştirildi (Resim 8). Kişinin adaptasyonu için teste başlamadan önce 60º/sn. ve 240º/sn. hızlarda ikişer tekrar yaptırıldı. Aralarında 120 sn. dinlenme olacak şekilde bireylere 60º/sn. hızında 5 tekrar, 240º/sn. hızında 20 tekrar yaptırıldı. Testler sırasında bireyler sözlü olarak motive edildi.



Resim 8. İzokinetik test uygulaması

3.8. Propriyosepsiyon Ölçümleri

Diz ekleminin propriyosepsiyonunun ölçümleri izokinetik dinamometrede (Isoforce, Tur Kınetics, Almanya) yapıldı. İzokinetik dinamometrede eklem pozisyon hissi aktif ve pasif olarak ölçüldü. Eklem pozisyon hisssinin pasif ölçümünde izokinetik dinamometrenin devamlı pasif hareket modu kullanıldı. Birey oturur pozisyonda değerlendirildi. Konsantrasyonun sağlanması ve görsel uyaranın engellenmesi için bireylerin gözleri kapatıldı. Cihazın hareket kolu fleksiyon ve ekstansiyon yönünde 0º-90º arasında 1º/sn. açısal hız ile hareket ederken sırasıyla 15º,

45º ve 75º açılarına gelindiğinde bireylere söylendi ve cihazın hareket kolu aynı açıya geldiğinde uyarı vermeleri istendi (Resim 9), (40-51). Her bir açı için 6 tekrar yapıldı. Bireylerin bu açılardan sapma değerleri mutlak değer olarak kaydedildi ve hesaplama yaparken ortalaması alındı. Aktif ölçümlerde aynı yöntemle gerçekleştirildi. Fakat devamlı pasif hareket modu yerine aktif olarak test edildi. Bireylere 0º-90º eklem hareket açıklığında gözleri kapalı olarak 15º, 45º ve 75º açıları bulunması hedeflenen nokta olarak bildirildi. Eklem 0º' ye alınarak bu açıları tekrar bulmaları istendi. Her bir açı 6 tekrarlı test edildi. Bu açılardan sapma değerleri mutlak değer olarak kaydedildi ve hesaplama yaparken ortalaması alındı.



Resim 9. Eklem pozisyon hissinin pasif olarak değerlendirilmesi

3.9. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma, median, interquartil range) yanı sıra Shapiro – Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım gösteren değişkenlerin egzersiz öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında eşlendirilmiş t testi, gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi, normal dağılım göstermeyen değişkenlerin egzersiz öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında Wilcoxon Testi, gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi, alt grup karşılaştırmalarında Dunn's çoklu karşılaştırma testi, nitel verilerin karşılaştırmalarında ki-kare testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Veriler ve Antropometrik Ölçümler

Çalışmaya alınan katılımcıların demografik verileri ve antropometrik ölçümleri Tablo 3'te verilmiş olup gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 3).

Tablo 3. Katılımcıların demografik verileri ve antropometrik ölçümleri

		IT-IT Grubu (n:24)	IT-BF Grubu (n:25)	BF-BF Grubu (n:26)	Kontrol Grubu (n:20)	p
Yaş		22,3±1,8	21,8±1,6	22,4±1,4	22,6±3,0	0,572*
Cinsiyet	**Kadın**	16 66,8%	16 64%	16 61,5%	12 60%	0,969+
	Erkek	8 33,2%	9 36%	10 38,5%	8 40%	
Boy (cm)		169,2±7,2	170,5±8,9	170,1±9,1	170,9±8,0	0,914*
Vücut ağırlığı (kg)		61,4±10,2	65,2±13,8	66,7±14,3	69,3±17,1	0,296*
Vücut kütle indeksi		21,4±2,9	22,3±2,9	22,8±3,5	23,4±3,8	0,201*
Dominant Ekstremite	**Sağ**	23 95,8%	24 96%	25 96,2%	19 95%	0,998+
	Sol	1 4,2%	1 4%	1 3,8%	1 5%	
Alt eks uz	**Sağ**	87,9±4,8	90±5,3	88±5,7	89,3±5,1	0,432*
	Sol	88,1 ±4,8	90,0±5,2	87,9±5,6	89,2±4,9	0,452*
Uzunluk Farkı (cm)		0,1±0,3	0,1±0,2	0,3±0,4	0,3±0,5	0,390‡

*** Tek Yönlü Varyans Analizi ‡Kruskal Wallis Testi +Ki Kare testi**

-IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, Sağ alt eks uz.: sağ alt ekstremite uzunluğu, Sol alt eks uz.: sol alt ekstremite uzunluğu, cm: santimetre, kg: kilogram p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

4.2. Uluslararası Fiziksel Aktivite Ölçeği Değerlerinin İstatistiksel Analizi

UFAA ilk ölçüm ve son ölçüm ortalamaları arasında hem grup içi hem de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 4).

Tablo 4. Katılımcıların UFAA değerleri

		IT-IT Grubu n:24	IT-BF Grubu n:25	BF-BF Grubu n:26	Kontrol Grubu n:20	p
UFAA	İlk Ölçüm	1499,9±1108,62	1848,67±1403,7	2125,1±1564,38	1931,33±2009,48	0,413‡
	Son Ölçüm	1480,29±1108,68	1797,81±1353,25	2097,33±1568,36	2004,36±2123,09	0,500‡
	p†	0,278	0,238	0,081	0,348	

‡Kruskal Wallis Testi †Wilcoxon testi

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, UFAA: Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

4.3. Y Denge Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

Gruplarının Y denge testi ilk ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p=0,223), (Tablo 5). Egzersiz protokolü uygulanan grupların Y denge testi son ölçüm ortalamaları, ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p <0,05). Kontrol grubunun Y denge testi son ölçüm ortalamaları ile ilk ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmemiştir (p=0,379, (Tablo 5).

Geribildirim egzersizi yapan grubun (BF-BF grubu) Y denge testi son ölçüm ortalamaları, izotonik egzersiz yapan grubun (IT-IT grubu), her iki egzersizi yapan grubun (IT-BF grubu) ve kontrol grubunun son ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş (p=0,002, p=0,004), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 6), (Grafik 1).

Tablo 5. Y denge testi sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi

		IT-IT Grubu (n:24)	IT-BF Grubu (n:25)	BF-BF Grubu (n:26)	Kontrol Grubu (n:20)	p
Y Denge Testi (cm)	**İlk Ölçüm**	105,67±8,98	105,68±9,75	111,08±11,41	107,76±13,86	0,223‡
	Son Ölçüm	112,03±15,06	111,37±9,6	119,86±10,49	107,25±13,88	**0,002‡**
	p†	**0,026**	**0,0001**	**0,0001**	0,379	

‡Kruskal Wallis Testi †Wilcoxon testi

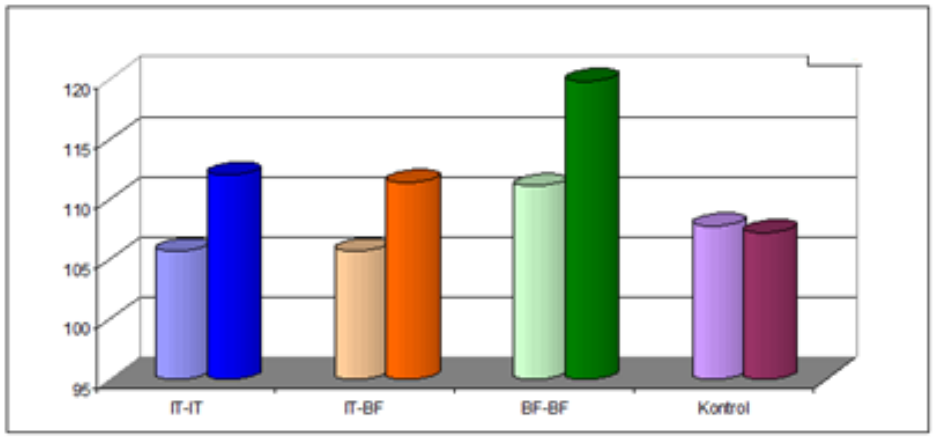
IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

Tablo 6. Y denge testi gruplar arası karşılaştırma sonuçları

Dunn's Çoklu Karşılaştırma testi	Y denge testi son ölçüm
IT-IT Grubu / IT-BF Grubu	0,529
IT-IT Grubu / BF-BF Grubu	**0,004**
IT-IT Grubu / Kontrol Grubu	0,409
IT-BF Grubu / BF-BF Grubu	**0,003**
IT-BF Grubu / Kontrol Grubu	0,258
BF-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,002**

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

Grafik 1. Y denge testi ilk ve son ölçümleri



4.4. Propriyosepsiyon Ölçümlerinin İstatistiksel Analizi

Propriyosepsiyon (eklem pozisyon hissi: EPH) ölçümleri değerlendirildiğinde grupların, aktif 15˚, 45˚, 75˚ ve pasif 15˚, 45˚, 75˚ ilk ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 7). IT-BF ve BF-BF gruplarının propriyosepsiyonun aktif 15˚ son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 7), (Grafik 2). IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının propriyosepsiyonun aktif 45˚, 75˚, pasif 15˚, 45˚, 75˚ son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 7), (Grafik 2-3). Kontrol grubunun, yukarıdaki parametreler incelendiğinde son ölçüm ortalamaları ile ilk ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmamıştır (p <0,05), (Tablo 7).

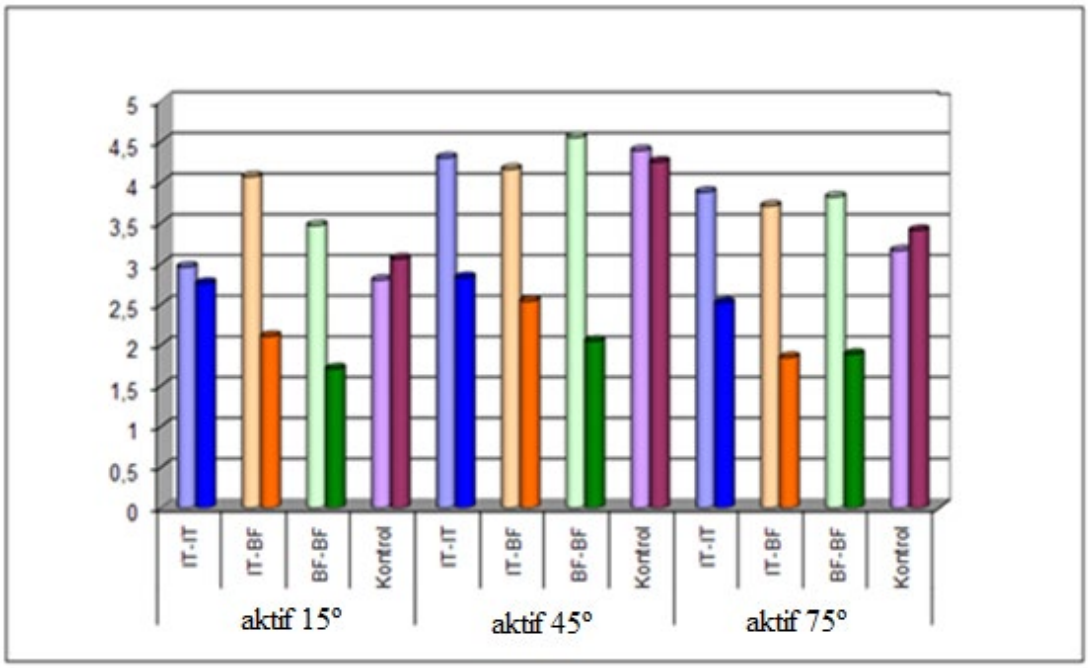
Tablo 7. Propriyosepsiyon ölçümlerinin değerlendirilmesi

		IT-IT Grubu (n:24)	**IT-BF Grubu (n:25)**	**BF-BF Grubu (n:26)**	**Kontrol Grubu (n:20)**	**p**
Aktif 15˚	**İlk Ölçüm**	3±1,2	4,1±2,2	3,5±2	2,8±1,3	0,169‡
	Son Ölçüm	2,8±1,2	2,1±1,4	1,7±0,9	3,1±0,9	**0,0001‡**
	p†	0,419	**0,0001**	**0,0001**	0,304	
Aktif 45˚	**İlk Ölçüm**	4,3±2,1	4,2±2,4	4,6±2,9	4,4±4,1	0,800‡
	Son Ölçüm	2,8±1,3	2,5±1,4	2,1 ±1,4	4,3±2,2	**0,0001‡**
	p†	**0,002**	**0,0001**	**0,0001**	0,813	
Aktif 75˚	**İlk Ölçüm**	3,9±2,2	3,7±1,8	3,8±2,2	3,2±1,2	0,744‡
	Son Ölçüm	2,5±0,9	1,9±0,8	1,9±0,9	3,4±2,4	**0,004‡**
	p†	**0,004**	**0,0001**	**0,0001**	0,524	
Pasif 15˚	**İlk Ölçüm**	4,2±2,3	4,2±1,6	3,8±1,8	3,5±1,1	0,496*
	Son Ölçüm	2,9±1,4	2,2±1,1	2,4±1	3,8±1,2	**0,0001***
	p‡	**0,002**	**0,0001**	**0,0001**	0,298	
Pasif 45˚	**İlk Ölçüm**	7,5±2,6	7,9±3,4	6,4±2,8	7,1±3	0,315*
	Son Ölçüm	4,9±2,3	4,4±2,8	2,8±1,8	7,3±2,1	**0,0001***
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,654	
Pasif 75˚	**İlk Ölçüm**	5,09±2,17	5,51±2,99	5,19±2,22	4,6±1,9	0,605*
	Son Ölçüm	2,9±1,53	3,03±1,44	2,36±1,16	4,9±1,9	**0,0001***
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,488	

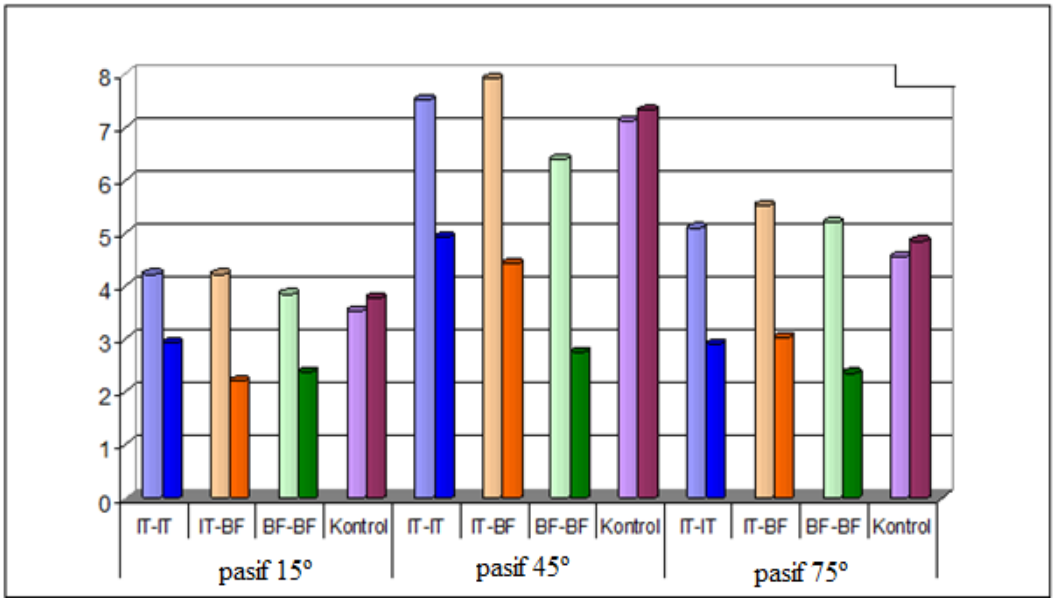
***Tek Yönlü Varyans Analizi ǂEşlendirilmiş t testi ‡Kruskal Wallis Testi**
†Wilcoxon testi

-IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmişti

Grafik 2. Aktif propsiyosepsiyon ölçümlerinin ilk ve son değerleri



Grafik 3. Pasif propriyosepsiyon ölçümlerinin ilk ve son değerleri



Propriyosepsiyon ölçümlerinin gruplar arası değerlendirilmesi yapıldığında; IT-BF ve BF-BF gruplarının aktif 15˚ ve 75˚ son ölçüm ortalamaları IT-IT ve kontrol

gruplarına göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 8). Aktif 45˚ ölçümlerine bakıldığında, BF-BF grubunun son ölçüm ortalamaları IT-IT grubunun son ölçüm ortalamalarından anlamlı derecede düşük bulunmuştur. IT-BF ve BF-BF gruplarının son ölçüm ortalamaları kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 8).

Tablo 8. Aktif propriyosepsiyon ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılması

Dunn's Çoklu Karşılaştırma testi	**Aktif 15˚ son ölçüm**	**Aktif 45˚ son ölçüm**	**Aktif 75˚ son ölçüm**
IT-IT Grubu / IT-BF Grubu	**0,027**	0,616	**0,029**
IT-IT Grubu / BF-BF Grubu	**0,002**	**0,01**	**0,022**
IT-IT Grubu / Kontrol Grubu	0,125	0,006	0,422
IT-BF Grubu / BF-BF Grubu	0,360	0,111	0,999
IT-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,001**	**0,002**	**0,005**
BF-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**	**0,004**

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

Pasif 15˚ ölçümlerine bakıldığında, IT-BF ve BF-BF gruplarının son ölçüm ortalamaları kontrol grubunun son ölçüm ortalamalarından düşük bulunmuştur (p=0,0001, p=0,001), (Tablo 9). Pasif 45˚ ölçümleri değerlendirildiğinde, BF-BF grubunun son ölçüm ortalamaları IT-IT grubunun son ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,006), (Tablo 9). Pasif 45˚ ve 75˚ ölçümleri değerlendirildiğinde, IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının son ölçüm ortalamaları kontrol grubunun son ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 9).

Tablo 9. Pasif propriyosepsiyon ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Pasif 15° son ölçüm	Pasif 45° son ölçüm	Pasif 75° son ölçüm
IT-IT Grubu / IT-BF Grubu	0,144	0,865	0,99
IT-IT Grubu / BF-BF Grubu	0,357	**0,006**	0,603
IT-IT Grubu / Kontrol Grubu	0,094	**0,004**	**0,0001**
IT-BF Grubu / BF-BF Grubu	0,951	0,058	0,402
IT-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**	**0,001**
BF-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,001**	**0,0001**	**0,0001**

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

4.5. Geri Bildirim Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

IT-IT, IT-BF ve BF-BF grubunun geri bildirim test değerlendirmelerine bakıldığında ekstansiyon hedefinde kalış süreleri ve yüzdeleri, fleksiyon hedefinde kalış süreleri ve yüzdeleri, total hedefte kalış süreleri ve yüzdeleri değerlendirildiğinde, son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 10).

Tablo 10. Geri bildirim testinin ilk ve son ölçümlerinin değerlendirilmesi

		IT-IT Grubu (n:24)	IT-BF Grubu (n:25)	BF-BF Grubu (n:26)	Kontrol Grubu (n:20)	p*
Ekstansiyon Hedef (sn.)	**İlk Ölçüm**	22±8,6	22,3±6,8	21,4±8,1	21,5±7,6	0,971
	Son Ölçüm	28,7±9,8	31,8±8,3	31,7±8,3	21,3±6,9	**0,0001**
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,834	
Ekstansiyon Yüzde (%)	**İlk Ölçüm**	64±18,2	65,6±13,8	64,1±17,1	67,7±14,9	0,862
	Son Ölçüm	82,2±17	89,4±14	86,5±14,4	69±14,1	**0,0001**
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,65	
Fleksiyon Hedef (sn.)	**İlk Ölçüm**	16,7±4,1	16,1±3,6	15,4±4,4	17,5±5,1	0,415
	Son Ölçüm	20,1±5,7	21,5±5,1	19,4±4,6	18,5±6,4	0,269
	p‡	**0,013**	**0,0001**	**0,001**	0,310	
Fleksiyon Yüzde (%)	**İlk Ölçüm**	65,3±20,9	62±16,1	58,2±17,8	62,8±19,6	0,587
	Son Ölçüm	79,8±20,6	88,3±16	83,2±15,8	63,3±20,1	**0,0001**
	p‡	**0,001**	**0,0001**	**0,0001**	0,891	
Total Hedef (sn.)	**İlk Ölçüm**	38,7±11,5	38,5±8,6	36,8±10,2	38±9,9	0,874
	Son Ölçüm	48,8±11,2	53,3±8,8	51,1±9	39,7±9,6	**0,0001**
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,689	
Total Yüzde (%)	**İlk Ölçüm**	64,4±19,1	64±14,4	61,2±17	64,8±16,7	0,873
	Son Ölçüm	81,2±18,7	88,7±14,7	85±15	66,1±16	**0,0001**
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,699	

***Tek Yönlü Varyans Analizi ǂEşlendirilmiş t testi**

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, sn: saniye, %: yüzde, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ekstansiyon hedefinde kalış süresinin ve yüzdesinin, fleksiyon hedefinde kalış süresinin ve yüzdesinin, total hedefte kalış süresinin ve yüzdesinin son ölçüm ortalamalarına bakıldığında; IT-IT, IT-BF, BF-BF gruplarının ekstansiyon hedefinde kalış süresi ve yüzdesi kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

4.6. İzometrik Kas Kuvvet Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

İzometrik kas kuvveti ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının ekstansiyon maksimum ortalama tork, pik tork, pik tork/VA, ortalama güç, ortalama güç/VA, son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$), (Tablo 11). Kontrol grubunun yukarıdaki parametreler incelendiğinde son ölçüm ortalamaları ile ilk ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p < 0,05$), (Tablo 11).

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ekstansiyon maksimum ortalama tork ilk ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,041$), (Tablo 11). IT-IT grubunun maksimum ortalama tork ilk ölçüm değerleri BF-BF grubundan istatistiksel anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p=0,035$), (Tablo 12). Son ölçüm ortalamalarına bakıldığında IT-IT grubunun maksimum ortalama tork değerleri IT-BF ve BF-BF grubundan istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p=0,041$, $p=0,003$), (Tablo 12), (Grafik 4).

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ekstansiyon pik tork ve pik tork/VA ilk ölçümleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0,05$) (Tablo 11). IT-IT grubunun pik tork ve pik tork/VA ilk ölçüm ve son ölçüm değerleri BF-BF grubundan istatistiksel anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p < 0,05$), (Tablo 12).

Tablo 11. İzometrik kas kuvveti ilk ve son ölçüm sonuçları

		IT-IT Grubu(n:24)	IT-BF Grubu (n:25)	BF-BF Grubu (n:26)	Kontrol Grubu (n:20)	p*
Maksimum Ortalama Tork (Nm)	**İlk Ölçüm**	116,5±37,5	140±64,2	161,2±57,4	154,1±66,7	**0,041**
	Son Ölçüm	138,7±40,7	185,9±75,6	208,4 ±77	156,1±73,3	**0,003**
	p‡	**0,001**	**0,0001**	**0,0001**	0,672	
Pik Tork (Nm)	**İlk Ölçüm**	142,6±49,3	170,1±71,3	204,6±81,1	190,8±79,1	**0,019**
	Son Ölçüm	172,2±49,9	215,6±82,2	241,2±90,7	189±85,6	**0,016**
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,829	
Pik Tork/VA (Nm/kg)	**İlk Ölçüm**	2,3±0,6	2,6±0,8	3,1±0,8	2,7±0,9	**0,009**
	Son Ölçüm	2,8±0,7	3,3±0,8	3,5±0,9	2,7±0,8	**0,002**
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,001**	0,435	
Ortalama Güç (watt)	**İlk Ölçüm**	86,8±29,4	102,6±49,1	115,2±45,1	117,1±56,4	0,093
	Son Ölçüm	105,5±34,3	149,4±67,1	170,8±74,4	114±55,3	**0,001**
	p‡	**0,001**	**0,0001**	**0,0001**	0,547	
Ortalama Güç/VA (watt/kg)	**İlk Ölçüm**	1,4±0,4	1,5±0,6	1,7±0,4	1,7±0,5	0,102
	Son Ölçüm	1,7±0,5	2,2±0,7	2,5±0,8	1,6±0,5	**0,0001**
	p‡	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	0,342	

***Tek Yönlü Varyans Analizi ‡Eşlendirilmiş t testi**

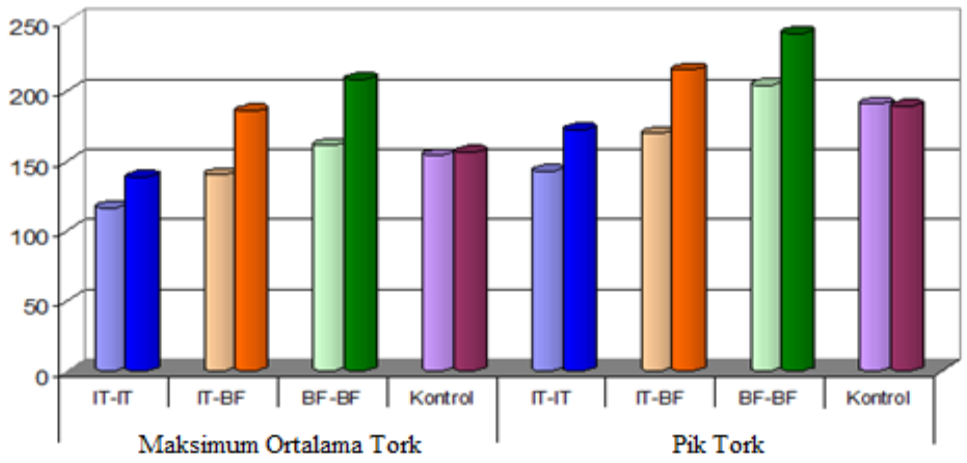
- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, VA: vücut ağırlığı, Nm: Newton-metre, Nm/kg: Newton-metre/kilogram, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

Tablo 12. İzometrik test, maksimum ortalama tork, zirve tork, zirve tork/VA ölçüm sonuçlarının Tukey çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Maksimum ortalama tork ilk ölçüm	Maksimum ortalama tork son ölçüm	Zirve tork ilk ölçüm	Zirve tork son ölçüm	Zirve tork/VA ilk ölçüm	Zirve tork/VA son ölçüm
IT-IT Grubu / IT-BF Grubu	0,482	**0,041**	0,534	0,224	0,624	0,285
IT-IT Grubu / BF-BF Grubu	**0,035**	**0,003**	**0,014**	**0,014**	**0,005**	**0,014**

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, VA: vücut ağırlığı, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

Grafik 4. İzometrik test 60˚ ekstansiyon maksimum ortalama tork ve pik tork ölçümlerinin karşılaştırılması



IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ekstansiyon ortalama güç ve ortalama güç/VA ilk ölçüm değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p <0,05) (Tablo 11). BF-BF grubunun ortalama güç ve ortalama güç/VA son ölçüm ortalamaları IT-IT ve kontrol grubunun son ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05). IT-BF ortalama güç/VA son ölçüm ortalamaları kontrol grubunun son ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p=0,01).

4.7. İzokinetik Kas Kuvvet Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

İzokinetik test parametreleri analiz edildiğinde; tüm grupların 60˚/sn. ve 240˚/sn. ölçümlerinde, ortalama tork ve pik tork ilk ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 13-14). Tüm grupların 60˚/sn. ve 240˚/sn. ölçümlerinde, ortalama tork ve pik tork son ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 13-14).

IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının 60˚/sn. ve 240˚/sn. acısal hızlarda yapılan ölçümlerinde ortalama tork ve pik tork son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 13-14). Kontrol grubunun bu ölçümlerinde ise istatistiksel anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05), (Tablo 13-14).

Tüm grupların 60˚/sn. ve 240˚/sn. ölçümlerinde, pik tork/VA ilk ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 13-14). Tüm grupların 60˚/sn. ve 240˚/sn. ölçümlerinde, pik tork/VA son ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 13-14). IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının 60˚/sn. açısal hızda pik tork/VA parametresinin son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 13). IT-IT ve BF-BF gruplarının 240˚/sn. açısal hızda pik tork/VA parametresinin son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 14).

Tüm grupların 60˚/sn. ve 240˚/sn. ölçümlerinde, maksimum iş, ortalama güç, total iş ilk ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 13-14). Tüm grupların 60˚/sn. ve 240˚/sn. ölçümlerinde, maksimum iş, ortalama güç, total iş son ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 13-14).

IT-IT ve IT-BF gruplarının 60˚/sn. açısal hızda yapılan ölçümlerinin maksimum iş parametresinin son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05), diğer gruplarda anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05), (Tablo 13).

IT-BF ve BF-BF gruplarının 240˚/sn. açısal hızda yapılan ölçümlerinin maksimum iş parametresinin son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 14).

IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının 60˚/sn. ve 240˚/sn. açısal hızlarda ortalama güç parametresinin son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05), (Tablo 13-14).

IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının 60˚/sn. açısal hızda toplam iş parametresinin son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05), kontrol grubunun ölçümleri arasında istatistiksel olarak

anlamlı farklılık saptanmamıştır (p >0,05), (Tablo 13). IT-BF ve BF-BF gruplarının 240˚/sn. açısal hızda toplam iş parametresinin son ölçüm ortalamaları ilk ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (p <0,05), kontrol grubunun ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p >0,05), (Tablo 14).

Tablo 13. İzokinetik Test 60˚/sn. ekstansiyon ölçüm parametreleri

60˚/sn. Ekstansiyon		IT-IT Grubu (n:24)	IT-BF Grubu (n:25)	BF-BF Grubu (n:26)	Kontrol Grubu (n:20)	p*
Ortalama Tork (Nm)	**İlk Ölçüm**	86,6±28,1	96,9±37,3	103,9±34,7	102,1±38,5	0,093
	Son Ölçüm	93,1±24,9	115±40,5	119±42,8	103,6±39,4	0,075
	p‡	**0,001**	**0,0001**	**0,0001**	0,602	
Pik tork (Nm)	**İlk Ölçüm**	127,8±43,4	145,4±51,2	163,1±58,3	155±57,7	0,092
	Son Ölçüm	138,9±43	167,4±59,5	176,3±66,9	155,4±61	0,137
	p‡	**0,004**	**0,0001**	**0,004**	0,932	
Pik tork/VA (Nm/kg)	**İlk Ölçüm**	1,9±0,6	2,2±0,5	2,4±0,6	2,2±0,5	0,128
	Son Ölçüm	2,3±0,6	2,5±0,5	2,6±0,7	2,2±0,5	0,106
	p‡	**0,01**	**0,0001**	**0,004**	0,813	
Maksimum İş (Nm.sn)	**İlk Ölçüm**	114,8±40,9	132,8±47	149,9±52,7	139±56,2	0,104
	Son Ölçüm	123,8±42,9	156,7±59,1	158,8±62,6	141,5±60,3	0,118
	p‡	**0,014**	**0,0001**	0,06	0,624	
Ortalama güç (watt)	**İlk Ölçüm**	63,6±25,3	69,7±34,5	80,5±34,4	77,7±34,5	0,223
	Son Ölçüm	70±24,9	91,6±37,4	95,7±41,7	81,4±37,6	0,065
	p‡	**0,014**	**0,0001**	**0,0001**	0,258	
Total iş (Nm.sn)	**İlk Ölçüm**	476,3±257,5	571,6±237,7	645,4±249,7	601,2±329,5	0,161
	Son Ölçüm	591,5±261	736,1±301,2	761,7±357,7	623±279,5	0,150
	p‡	**0,01**	**0,0001**	**0,009**	0,724	

***Tek Yönlü Varyans Analizi ǂEşlendirilmiş t testi**

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, VA: vücut ağırlığı, Nm: Newton-metre, Nm/kg: Newton-metre/kilogram, Nm.sn.: Newton-metrexsaniye, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

Tablo 14. İzokinetik Test 240˚/sn. ekstansiyon ölçüm parametreleri

240˚/sn Ekstansiyon		IT-IT Grubu (n:24)	IT-BF Grubu (n:25)	BF-BF Grubu (n:26)	Kontrol Grubu (n:20)	p*
Ortalama tork (Nm)	**İlk Ölçüm**	38,7±15,5	46,3±20	50,5±25,5	49,9±20,6	0,187
	Son Ölçüm	44±15,1	54,2±23,7	56,1±24,8	47, 6±19,7	0,170
	p‡	**0,007**	**0,013**	**0,007**	0,417	
Pik tork (Nm)	**İlk Ölçüm**	60,5±23,8	74,3±29	75,2±38,3	77,6±29,3	0,227
	Son Ölçüm	68,7±24	83,5±36,5	87,6±40,4	73,6±32,7	0,201
	p‡	**0,006**	**0,046**	**0,001**	0,314	
Pik tork/VA (Nm/kg)	**İlk Ölçüm**	0,9±0,3	1,1±0,3	1,1±0,4	1,1±0,3	0,468
	Son Ölçüm	1,1±0,4	1,2±0,4	1,3±0,5	1,1±0,4	0,201
	p‡	**0,005**	0,101	**0,002**	0,192	
Maksimum iş (Nm.sn)	**İlk Ölçüm**	54,2±28,4	65,2±34,4	68,3±45,2	71,7±32,9	0,390
	Son Ölçüm	59,9±27,3	75,9±43,8	77,6±42	65,1±35,9	0,306
	p‡	0,166	**0,048**	**0,031**	0,085	
Ortalama güç (watt)	**İlk Ölçüm**	63,2±42,4	83,1±54	93,5±68,6	92,2±58,2	0,234
	Son Ölçüm	77,4±43,9	107,4±71,1	111,3±69,4	85,6±56,8	0,167
	p‡	**0,029**	**0,004**	**0,003**	0,456	
Toplam iş (Nm.sn)	**İlk Ölçüm**	787,5±464,1	974,04±568,62	1035,5±726,3	1046,1±559	0,412
	Son Ölçüm	874,9±473,7	1156,8±750,3	1228,8±744,3	944,3±578,1	0,192
	p‡	0,249	**0,038**	**0,003**	0,194	

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, VA: vücut ağırlığı, Nm: Newton-metre, Nm/kg: Newton-metre/kilogram, Nm.sn.: Newton-metrexsaniye, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

4.8. Fark Ortalamalarının İstatistiksel Analizi

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm Y denge testi fark ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,0001). Kontrol grubunun ilk ölçüm-son ölçüm Y denge testi fark ortalamaları, IT-IT, IT-BF,

BF-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm Y denge testi fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,0001); BF-BF grubunun ilk ölçüm-son ölçüm Y denge testi fark ortalamaları, IT-IT ve IT-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm Y denge testi fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş (p=0,015, p=0,002), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 15).

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm aktif 15˚ propriyosepsiyon ölçümlerinin fark ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,0001). Kontrol grubunun ilk ölçüm-son ölçüm aktif 15˚ propriyosepsiyon fark ortalamaları IT-IT ve IT-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,0001), IT-IT grubunun ilk ölçüm-son ölçüm aktif 15˚ propriyosepsiyon fark ortalamaları IT-BF BF-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm aktif 15˚ propriyosepsiyon fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,001, p=0,0001), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 15).

Tablo 15. Ydenge testi ve 15˚ aktif propriyosepsiyon ölçümlerinin fark ortalamalarının Dunn's çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Y Denge Testi Fark	15 ˚ Aktif Propriosepsiyon Fark
IT-IT Grubu / IT-BF Grubu	0,204	**0,0001**
IT-IT Grubu / BF-BF Grubu	**0,002**	**0,001**
IT-IT Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	0,109
IT-BF Grubu / BF-BF Grubu	**0,015**	0,291
IT-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**
BF-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**

- IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm geri-bildildirim değerlendirmesi ekstansiyon hedef fark ortalamaları arasında istatistiksel

olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,0001). Kontrol grubunun ilk ölçüm-son ölçüm geri bildirim fark ortalamaları IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm geri bildirim fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,001, p=0,0001), IT-IT grubunun ilk ölçüm-son ölçüm geri bildirim fark ortalamaları IT-BF grubunun ilk ölçüm-son ölçüm geri bildirim fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,039), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 16).

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm geri-bildirim total hedef ve yüzde fark ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,0001). Kontrol grubunun ilk ölçüm-son ölçüm geri-bildirim total hedef ve yüzde fark ortalamaları BF-BF grubunun ilk ölçüm-son ölçüm geri-bildirim total hedef ve yüzde fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,001, p=0,0001), IT-IT grubunun ilk ölçüm-son ölçüm geri-bildirim total hedef ve yüzde fark ortalamaları IT-BF ve BF-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm geri-bildirim total hedef ve yüzde fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p <0,05), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 16).

Tablo 16. Geribildirim testinin fark ortalamalarının (ekstansiyon hedef, total hedef ve yüzde değerlerinin) Dunn's çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Ekstansiyon Hedef Fark	Total Hedef Fark	Total Yüzde Fark
IT-IT Grubu / IT-BF Grubu	**0,039**	**0,047**	**0,044**
IT-IT Grubu / BF-BF Grubu	0,072	**0,046**	**0,045**
IT-IT Grubu / Kontrol Grubu	**0,001**	**0,001**	**0,001**
IT-BF Grubu / BF-BF Grubu	0,706	0,777	0,777
IT-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**
BF-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**

-IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

IT-IT, IT-BF, BF-BF ve kontrol gruplarının izometrik test ilk ölçüm-son ölçüm değerlendirmesinde, ekstansiyon maksimum ortalama tork ve ortalama güç parametrelerinin fark ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık

gözlenmiştir (p=0,0001). Kontrol grubunun ilk ölçüm-son ölçüm ekstansiyon maksimum ortalama tork ve ortalama güç parametrelerinin fark ortalamaları IT-IT, IT-BF ve BF-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm ekstansiyon maksimum ortalama tork ve ortalama güç parametrelerinin fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,001, p=0,0001), IT-IT grubunun ilk ölçüm-son ölçüm ekstansiyon maksimum ortalama tork ve ortalama güç parametrelerinin fark ortalamaları IT-BF ve BF-BF gruplarının ilk ölçüm-son ölçüm ekstansiyon maksimum ortalama tork ve ortalama güç parametrelerinin fark ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p <0,05), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 17).

Tablo 17. İzometrik test maksimum ortalama tork ve ortalama güç ekstansiyon parametrelerinin fark ortalamalarının Dunn's çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Ekstansiyon Maksimum Ortalama Tork	Ekstansiyon Ortalama Güç
IT-IT Grubu / IT-BF Grubu	**0,014**	**0,003**
IT-IT Grubu / BF-BF Grubu	**0,015**	**0,003**
IT-IT Grubu / Kontrol Grubu	**0,015**	**0,001**
IT-BF Grubu / BF-BF Grubu	0,917	0,685
IT-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**
BF-BF Grubu / Kontrol Grubu	**0,0001**	**0,0001**

IT-IT grubu: İzotonik egzersiz grubu, IT-BF grubu: İzotonik egzersiz+geribildirim egzersizi grubu, BF+BF grubu: Geribildirim egzersizi grubu, p: p değeri 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, izokinetik dinamometrenin BF modu ile yapılan geri bildirim egzersizlerinin kas kuvvetine, propriosepsiyona ve denge performansları üzerine etkileri incelenmiş olup, izotonik egzersizlerle karşılaştırılmıştır. Geri bildirim egzersizlerinin kas kuvvetini, propriyosepsiyonu ve denge performansını daha iyi geliştirdiği saptanmıştır.

Hem duyusal hem de motor sistemlerin, dengeyi koruma yeteneğine katkıda bulunduğu iyi bilinmektedir (52). Pozisyon ve harekette nispeten büyük değişikliklere yol açan dinamik denge elementleri, kuvvet ve çok eklemli koordinasyon gerektirmektedir (52). Dengenin doğru değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Dinamik dengenin değerlendirilmesinde, Y denge testi oldukça sık kullanılan güvenilirliği yüksek bir değerlendirme yöntemidir. Y denge testinin değerlendiriciler arası ve değerlendiriciler içi güvenilirlikleri oldukça yüksektir (95% CI: 0.88-099 P <0.01) (49). Y denge testi gibi dinamik testlerin alt ekstremite kuvveti ile pozitif korelasyon gösterdiği savunulmaktadır (53). Bizim çalışmamızda, geri bildirim egzersizi çalışan grubun Y denge testi sonuçları diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur. Geri bildirim egzersizi çalışan grubun propriyosepsiyonda ve kas kuvvetindeki gelişmeleri dikkate alındığında, bu sonuç beklenen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sonuçtan, kuadriseps kas kuvveti ve propriyosepsiyonundaki gelişmelerin dinamik denge fonksiyonlarını iyileştirdiği yorumunu yapabiliriz.

Y denge testindeki düşük performans alt ekstremite yaralanma riski ile yüksek derecede ilişkili bulunmuştur (54). Artan Y denge testi performansının sporcularda gelişmiş bir fiziksel uygunluk göstergesi olabileceği düşünülmektedir (55). Lawrence ve ark. yaptıkları çalışmada; 37 rekreasyonel sporcuda alt ekstremite gücünü dikey sıçrama testi ile değerlendirmiş ve Y denge testi ile ilişkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada alt ekstremite gücü ile Y denge testi orta dereceli ilişkili saptanmıştır (52). Bizim çalışmamızda izometrik test ortalama güç değerleri geri bildirim egzersizi çalışan grupta istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuşken, izokinetik test ortalama güç değerleri gruplar arasında anlamlı düzeyde değişmemiştir. On seans

izotonik egzersiz protokolünün izokinetik kas gücüne etki etmediği ancak izometrik kas kuvvetindeki gelişmenin dinamik denge performansını geliştirmede etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Benis ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 28 elit basketbol sporcusu iki gruba ayrılmıştır. Bir grup 8 hafta boyunca haftada iki kez standart taktik-teknik antrenman yaparken, diğer grup ek olarak nöromuskuler antrenman programına alınmıştır. Çalışma bitiminde Y denge testinin kompozit, posteromediyal ve posterolateral değerlerinin nöromuskuler kuvvet antrenmanı çalışan grupta gelişme gösterdiğini, anterior yöndeki değerlerde ise gelişme saptanmadığını bildirmişlerdir (56). Benzer şekilde 24 elit kayak sporcusunda yapılan bir çalışmada, kayak sporcuları iki gruba ayrılmıştır. Bir grup standart programına devam ederken diğer grup standart programına ek olarak nöromuskuler kuvvet egzersizleri yapmıştır. Egzersiz programı 8 hafta boyu haftada 2 seans olarak uygulanmış ve çalışma sonunda Y denge testi değerleri nöromuskuler egzersiz yapan grupta anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur (55). Yazarlar dinamik dengenin gelişmesi için nöromuskuler kuvvet antrenmanlarının programlara eklenmesi gerektiğini vurgulamışlardır (56).

Yapılan bir çalışmada orta yaşlı ve yaşlı kadınların kas kuvveti ve Y denge testi skorları arasındaki ilişki incelenmiştir. Orta yaşlı kadınlarda kalça ekstansör ve diz fleksör kuvveti ile Y denge skorları arasında, yaşlı kadınlarda ise kalça abdüktör ve diz fleksör kuvvetleri ile Y denge skorları arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. Her iki grupta da diz ekstansör kuvveti ile Y denge skorları arasında ilişki saptanamamıştır (57).

Amatör ve profesyonel erkek futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada dinamik denge ile ekzantrik diz kuvveti ve gücü arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmaya 27 üniversite öğrencisi futbolcu ve 23 profesyonel futbolcu dahil edilmiştir. Bu çalışmada, orta yaşlı ve yaşlı bireylerde bulunan sonuçların aksine, Y denge testi skorları ile ekzantrik kuadriseps kuvveti ilişkili bulunmuş ve fleksör kuvvet ile ilişki saptanamamıştır (58).

Chatara ve ark. 26 futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmada, alt ekstremite izometrik kuvveti ile Y denge testi skorları arasında anlamlı korelasyon saptanmış ve

alt ekstremite kuvvetinin hangi açılarda eksikliğinin olduğunun saptanması ve o açılarda kuvvetlendirilmesinin dinamik denge için gerekli olduğu savunulmuştur (59).

Priske ve ark., dirençli sprint eğitimi ile geleneksel direnç eğitimini karşılaştırdıkları çalışmada, 35 genç, fiziksel olarak aktif ve sağlıklı bireyi sprint eğitimi, direnç eğitimi ve kontrol grubu olarak 3 gruba ayrılmıştır. Egzersiz eğitimi 6 hafta boyunca haftada 3 seans ve her seans 45-50 dakika olacak şekilde uygulanmıştır. Sprint eğitimi motorize koşu bandı üzerinde direnç eğitimi ise 3-5 set şeklinde 10 tekrarlı hamstring, kuadriseps ve gastrokinemius kaslarına yönelik egzersizler şeklinde uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda, katılımcıların Y denge testi skorları her iki grupta da kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmış, gruplar arasında fark saptanmamıştır (60).

Yapılan bir diğer çalışmada, 26 sağlıklı birey trambolin egzersizi ve yüksek direnç egzersizi yaptırılmak üzere ikiye ayrılmıştır. Her grup 6 hafta boyunca haftada 2 kez egzersiz seanslarına katılmıştır. Trambolin egzersizleri 5 set şeklinde, setlerin zorluk düzeyi algılanan zorluk derecesine göre (0-10 arası puanlama sistemi) arttırılarak ve set süreleri 2-3 dk. olacak şekilde yaptırılmıştır. Direnç eğitimleri algılanan zorluk derecesi 7 düzeyinde olacak şekilde 3x8 tekrar şeklinde planlanmıştır. Eğitim sonunda her iki grubunda Y testi skorları anlamlı düzeyde iyileşme gösterirken gruplar arasında fark saptanmamıştır. Stabil olmayan zemin üzerinde çalışan grubun daha yüksek skorlar elde etmemesi şaşırtıcı bulunmuştur. Her iki grupta da kuadriseps kasında kuvvet artışı saptandığı için dinamik denge performansının artmasına kuvvet artışının önemli katkı sağladığı sonucuna varılmıştır (61). Çalışmamızda da kuadriseps kas kuvvetinin artmasının dinamik dengeyi olumlu etkilediği belirlenmiştir.

Artan kas kontraksiyonlarının fuzimotor aktiviteyi arttırarak propriyosepsiyonu geliştirdiği bilinmektedir (62). Bizim çalışmamıza baktığımızda egzersiz eğitimi sonrasında, propriyosepsiyonun ilk ölçümlere kıyasla egzersiz yapan her üç grupta da, aktif 15˚ ölçümlerini dışında geliştiğini görmekteyiz. Aktif 15˚ ölçümlerinde sadece izotonik egzersiz yapan grupta kontrol grubuna kıyasla bir fark saptanamazken diğer iki grupta kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı gelişme saptanmıştır. Gruplar arası değerlendirme yapıldığında, aktif 15˚ ve 75˚ ölçümlerinin geri bildirim egzersizi (BF+BF) ve geri bildirim egzersizi ile birlikte izotonik egzersiz yapan grupta

(IT+BF) diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi geliştiği saptanmıştır. Aktif 45˚ ve pasif 45˚ ölçümlerinde en iyi gelişmeyi geri bildirim egzersizi grubu göstermiştir. Pasif 15˚ ölçümlerinde ise BF+BF ve IT+BF grupları kontrol grubuna kıyasla anlamlı iyileşme gösterirken sadece izotonik egzersiz çalışan grupta kontrol grubuna kıyasla anlamlı değişim saptanamamıştır. Pasif 45˚ ve 75˚ ölçümlerinde egzersiz yapan üç grubunda kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı iyileşme gösterdiği gruplar arasında fark bulunmadığı saptanmıştır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde geri bildirim egzersizlerinin belirli açılarda propriyosepsiyonu daha iyi geliştirdiğini gözlemlemiş bulunmaktayız.

Kas kuvveti egzersizlerinin propriyosepsiyon, denge ve fiziksel fonksiyonları iyileştirdiği gösteren çalışmalar bulunmaktadır (63). Gezginarslan ve ark. osteartriti bulunan 39 hasta ile yaptıkları bir çalışmada, hastalara 6 hafta boyunca haftada 3 gün olmak üzere izokinetik dinamometrenin konsantrik-konsantrik modunda 45-60-75-90-120-150-180˚/sn. açısal hızlarda 10 tekrarlı kuvvet egzersizi yaptırmışlardır. Egzersiz tedavisi başlangıcında ve bitiminde 45˚ ve 60˚ diz fleksiyon açılarında propriyosepsiyonu değerlendirmişlerdir. Tedavi bitiminde her iki açıda da propriyosepsiyonun istatistiksel olarak anlamlı düzeyde iyileştiğini saptamışlardır (63).

Hazneci ve ark. patellofemoral ağrı sendromu bulunan hastalar ile yaptıkları bir çalışmada 24 sağlıklı ve 24 patellofemoral ağrı sendromu bulunan erkek bireyi çalışmaya dahil etmişlerdir. Egzersiz eğitiminden önce ve sonra pasif olarak eklem pozisyon hissini 1˚/sn. açısal hızda 40˚ fleksiyon ve 50˚ ekstansiyonda 2 tekrarlı ölçerek değerlendirmişlerdir. İzokinetik egzersizler, 6 hafta boyu haftanın 3 günü dinamometrenin konsantrik-konsantrik modunda 60˚/sn. açısal hızda 10 tekrarlı ve 180˚/sn. açısal hızda 20 tekrarlı 3 set olacak şekilde yapılmıştır. Egzersiz eğitimi öncesi değerlendirmede patellofemoral ağrısı bulunan grubun sağlıklı bireylere göre pasif eklem pozisyon hissi istatistiksel anlamlı olarak daha kötü saptanmıştır. Egzersiz eğitiminden sonra patellofemoral ağrı sendromu bulunan bireylerin eklem pozisyon hissinde istatistiksel anlamlı değişim saptanırken sağlıklı birey grubunda beklenen düzeyde değişim saptanamamıştır (64).

Hurley ve ark. osteartriti bulunan 60 hasta ile yaptıkları çalışmada, 44 hastayı egzersiz grubuna 16 hastayı ise kontrol grubuna dahil etmişlerdir. Egzersiz grubu haftada 2 gün olmak üzere 5 hafta boyunca tedaviye alınmıştır. Her seansta, 24 maksimal istemli izometrik kontraksiyon (elektriksel stimulasyon olmadan görsel ve duyusal geri bildirimi verilerek), 2 dk. bisiklet egzersizi, 1dk. izotonik kuadriseps egzersizi, 1dk. basamak inme-çıkma ve denge tahtası egzersizleri yaptırılmıştır. Egzersizlere başlamadan ve tüm seansların bitiminde tüm katılımcıların ayrıca 6 ay sonunda ulaşabildikleri 25 hastanın, eklem pozisyon hissi elektronik gonyometre ile maksimum istemli izometrik kuvveti ise gerinim ölçer bir sistem ile değerlendirilmiştir. Kuadriseps kuvvetinin ve eklem pozisyon hissinin egzersiz grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde iyileştiği ve bu düzelmenin 6 ay boyunca korunduğu saptanmıştır (65).

Yapılan bir başka çalışmada, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan 32 hasta iki gruba ayrılarak bir gruba standart rehabilitasyon programı diğer gruba ise standart rehabilitasyon programı ile post operatif 3.haftadan itibaren nöromuskuler kontrol egzersizleri yaptırılmıştır. Kas kuvveti izokinetik dinamometrede konsantrik-konsantrik modda 30˚-60˚-180˚-330˚/sn. açısal hızlarda ölçülmüştür. Eklem pozisyon hissi ise 1˚/sn. açısal hız ile 15˚-45˚-75˚ diz eklem hareket açılarında değerlendirilmiştir. 2 yıl sonunda yapılan değerlendirmelerinde her iki grup arasında hamstring ve kuadriseps kuvvetleri arasında anlamlı fark saptanmaz iken, nöromuskuler kontrol egzersiz çalışan grubun eklem pozisyon hissi istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi saptanmıştır (66).

Ferrel ve ark. hipermobilite sendromu bulunan 18 hasta ile yaptıkları çalışmada, kapalı kinetik zincir egzersizi temelli ev tabanlı egzersiz programı ile 8 hafta boyunca hastaları takip etmişlerdir. Program başında ve sonunda hamstring ve kuadriseps kas kuvveti ile diz propriyosepsiyonunu değerlendirilmiştir. Kapalı kinetik zincir egzersizlerinin eklem içi basıncı arttırarak intrakapsüler sıvı hacmindeki değişikliklere duyarlı Ruffini sonlanmalarının duyarlılığını arttırdığı hipotezinden yola çıkarak yaptıkları çalışmada, 8 haftanın sonunda hamstring ve kuadriseps ortalama ve pik tork değerlerinde ve propriyosepsiyon ölçümlerinde anlamlı düzeyde iyileşme saptamışlardır (67).

Diz osteoartriti bulunan 34 hastanın egzersiz ve kontrol gruplarına ayrılarak değerlendirildiği çalışmada; kuvvet egzersizi yapan gruba 8 hafta boyunca haftada 3 kez kuadriseps kasının izometrik kasılması ile gerçekleştirilen statik skuat egzersizleri yaptırılmıştır. Sekiz haftalık eğitim sonunda kuvvet antrenmanı yapan grubun diz ekstansiyonu yerine diz fleksiyonunda eklem pozisyon hissinin iyileştiği saptanmıştır. Skuat temelli egzersiz programı ile diz ekstansörlerinde propriyoseptif reseptörlerin duyarlılığının arttığı düşünülmüştür. Diz fleksiyon açısının değişmesine bağlı olarak ekstansör kasların geriminin artmasıyla propriyoseptif reseptörlerin (kas iğciklerinin) uyarımının arttığını düşünülmüştür (68).

Orta yoğunlukta kas kuvvet egzersiz programları sonrasında eklem pozisyon hissinde iyileşmeler olduğu saptanmıştır. Egzersize bağlı olarak kas dokusunun viskoelastisitesinde ve oksijenizasyonunda artma sonucunda afferent reseptörlerin uyarımının arttığı varsayımı yapılmaktadır. Egzersize bağlı olarak kas iğciği aktivitesinin ve fuzimotor aktivitenin arttığı da bilinmektedir (69). Bizim çalışmamızda egzersiz yapan 3 grupta da eklem pozisyon hissinin çeşitli oranlarda iyileştiği saptanmıştır. Özellikle kuvvet egzersizlerine geri bildirim egzersizlerinin eklenmesinin propriyoseptif girdiyi arttırdığını düşünmekteyiz.

Geri bildirim egzersizleri öncelikle kortikal düzeyde hareketin başarısını ve başarısızlığını belirlemek için ve daha az olarak subkortikal düzeyde hareketi yönlendirmek için kullanılır. Dinamik eklem stabilizasyonuna katkı sağlayan bu egzersizlerin eklem pozisyon hissinde gelişmelere katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu çalışmada, geri bildirim egzersizlerinin eklem pozisyon hissinde gelişmelere yol açtığı gösterilmiştir.

Geri bildirim test sonuçları analiz edildiğinde egzersiz eğitimine katılan üç grubunda son değerlendirmeleri ilk değerlendirmelerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. İlginç bir şekilde gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanamamıştır. Geri bildirim egzersizi çalışan grubun izometrik kas kuvveti ortalama tork ve pik tork değerleri diğer iki egzersiz grubundan yüksek bulunmuştur. Geri bildirim egzersiz grubu, izometrik kuadriseps kas kuvvetinde diğer iki egzersiz grubundan daha fazla artış sağlamasına rağmen ekstansiyonda kalış süreleri ve yüzdelerinde fark saptanamaması şaşırtıcıdır. Öte yandan egzersiz yapan

üç grubun izokinetik kas kuvveti değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı fark saptanamamıştır. Bu açıdan bakıldığında, geri bildirim değerlendirme sonuçlarının daha fazla geliştirilebilmesi için izokinetik kas kuvvetinin artmasına ihtiyaç duyuluyor gibi gözükmektedir. Beklenen bu etkilerin daha uzun devam eden egzersiz programlarından sonra elde edilebileceği düşünülmüştür.

İzometrik kas kuvveti ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, izotonik egzersiz yapan grubun maksimum ortalama tork ilk ölçüm değerleri geri bildirim egzersiz yapan gruptan anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Maksimum ortalama tork son ölçüm değerleri ise hem geri bildirim egzersizi yapan gruptan hem de izotonik egzersiz ile birlikte geri bildirim egzersizi yapan gruptan anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. İzometrik pik tork ve pik tork/VA son ölçüm değerleri izotonik egzersiz yapan grupta geri bildirim egzersizi yapan gruba göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, izotonik egzersize geri bildirim egzersizinin eklenmesinin ya da sadece geri bildirim egzersizi yapılmasının anlamlı kuvvet kazanımı sağlayacağını göstermektedir.

Yapılan bir çalışmada; ön çapraz bağ rekontrüksiyonu geçiren 22 hasta EMG-geri bildirim ile egzersiz yapan ve standart rehabilitasyon grubu olarak ayrılmıştır. Post operatif 1. haftadan itibaren her iki grup da rehabilitasyon programına alınmıştır. Post-operatif 12. haftada izokinetik dinamometrede izometrik kas kuvvet testi 45˚, 60˚ ve 90˚ diz ekstansiyon açılarında yapılarak izometrik pik tork değerlendirilmiştir. EMG-geri bildirim grubunun her 3 açıda da pik tork değerleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek saptanmıştır. Yazarlar geri bildirim egzersizlerinin ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon programına mutlaka eklenmesi gerektiği çıkarımını yapmışlardır (70).

Draper ve ark. ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçiren 30 hasta ile yaptıkları bir çalışmada hastaları iki gruba ayırmışlardır. Bir gruba elektrik stimülasyonu ile izometrik egzersiz yaptırılırken diğer gruba ise EMG-geri bildirim ile izometrik egzersiz yaptırılmıştır. Altı hafta sonunda izometrik kas kuvvet testi yapılarak her iki grupta opere olmayan dizleriyle karşılaştırılmıştır. Geri bildirim egzersizi yapan grubun opere olmayan kuadriseps izometrik pik torku, elektriksel stimülasyon uygulanan gruba göre istatistiksel anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (71).

Dursun ve ark. yaptıkları bir çalışmada, patellofemoral ağrı sendromu bulunan 60 hastayı iki gruba ayırarak değerlendirmişlerdir. Bir gruba standart konservatif tedavi uygulanırken diğer gruba EMG-geri bildirim ile konservatif tedavi uygulanmıştır. Vastus mediyalis ve lateralis kaslarının maksimum ve ortalama kasılma değerleri 1. 2. ve 3. aylarda geri bildirim cihazı ile değerlendirilmiştir. İlk 2 ayın sonunda her iki grubun değerleri de egzersiz öncesi değerlerine göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Her ay yapılan ölçümlerde vastus mediyalis maksimum istemli kontraksiyon değerleri geri bildirim grubunda istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunurken, vastus lateralis maksimum istemli kontraksiyon değerleri geri bildirim grubunda sadece 1. ayın sonunda istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (72).

Sağlıklı 30 kadında yapılan bir çalışmada bir gruba EMG-geribildirim ile izometrik egzersizler yaptırılmış, diğer gruba sadece izometrik egzersiz yaptırılırken son grup kontrol grubu olarak alınmıştır. On dokuz gün süren egzersiz programı sonunda EMG-geribildirim ile beraber izometrik egzersiz yapan grubun izometrik pik tork değerleri diğer iki gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu sonucun geribildirim egzersizlerinin kullanımı için güçlü bir kanıt olduğunu savunulmuştur (73).

Kirnap ve ark.'nın artroskopik menisektomi sonrası 40 hasta ile yaptıkları bir çalışmada, hastalar geri bildirim grubu ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Hastalara post-operatif 1. günden itibaren kuadriseps izometrik egzersizleri, patellar mobilizasyon, düz bacak kaldırma egzersizleri başlanmış, 2. faza geçildiğinde kalça addüktör güçlendirme ve terminal diz ekstansiyon egzersizleri eklenmiş, 3. fazda kapalı kinetik zincir egzersizleri ve lateral basamak inme egzersizleri eklenerek hastalar cerrahi sonrası 6 hafta boyu takip edilmiştir. Geri bildirim grubu EMG ile çalışmaya cerrahi sonrası 3. gün başlamış ve haftanın 5 günü çalışmıştır. Vastus lateralis ve vastus mediyalis maksimum istemli kontraksiyonları EMG cihazı ile değerlendirilmiştir. Maksimum istemli kontraksiyon ve ortalama kontraksiyon değerleri arasında pre-operatif ve post-operatif 3. günde anlamlı faklılık saptanmazken, 14. günde ve 6. haftada geri bildirim grubunun değerleri istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (74).

Akkaya ve ark. parsiyel menisektomi yapılan 45 hasta ile yaptıkları bir çalışmada hastaları, ev tabanlı egzersiz programı grubu, EMG geri-bildirim ile birlikte

ev tabanlı egzersiz programı grubu ve elektriksel uyarım ile birlikte ev tabanlı egzersiz programı grubu olarak üçe ayırmışlardır. Post-operatif 1. gün kuadriseps ve hamstring kaslarına yönelik izometrik egzersizler ve düz bacak kaldırma egzersizleri başlanmış, 7. günden itibaren kalça addüksiyon-abdüksiyon, diz fleksiyon-ekstansiyon, gastroknemius ve kuadriseps kuvvetlendirme egzersizleri 2-4. haftalarda kapalı kinetik zincir egzersizleri ve basamak egzersizleri eklenmiştir. Geri bildirim ile izometrik kuadriseps egzersizleri post operatif 1.günden itibaren haftanın 5 günü 20 dk. olacak şekilde 2 hafta yapılmıştır. Elektrik stimulasyonu ile izometrik egzersizler ise 23 dk. Rus akımı ile 2 hafta boyunca yapılmıştır. Hastalar, pre-operatif ve post-operatif 2. hafta ile 6. haftalarda değerlendirilmiştir. Maksimum istemli kontraksiyonlar EMG geri bildirim cihazı (Myomed 932) ile değerlendirilmiştir. Grup içi değerlendirmelere bakıldığında sadece geribildirim grubunda vastus mediyalis kas kuvveti post operatif 2. haftada, vastus lateralis kas kuvveti post operatif 2. ve 6. haftalarda yüksek bulunmuş. Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında geribildirim grubunda vastus mediyalis ortalama kas kuvveti ve vastus lateralis maksimum ve ortalama kas kuvveti 2. haftada diğer iki gruptan istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (75).

Yapılan birçok çalışmada EMG ile yapılan geri bildirim egzersizlerinin kuadriseps kas kuvvetini arttırmada etkili bulunduğu gösterilmiştir. Çalışmalarda gerek cerrahi tedavi sonrası gerek ise patellofemoral ağrı sendromu gibi durumların konservatif tedavisinde EMG geri bildirim egzersizlerinin kas kuvvetini artırmak için tedavi programlarına eklenmesi gerektiği ortak görüş olarak verilmiştir. Biz çalışmamızda izokinetik dinamometre ile yapılan geri bildirim egzersizlerinin izotonik egzersizlere kıyasla izometrik kas kuvvetini daha etkin şekilde arttırdığını saptadık. Kuvvet kazanımının yanı sıra denge ve propriyosepsiyona katkısı da göz önüne alındığında hem antrenman hem de rehabilitasyon programlarında geri bildirim egzersizlerinin yer alması faydalı olacaktır.

İzokinetik kas kuvveti ölçüm sonuçları analiz edildiğinde, 60˚/sn. ve 240˚/sn. açısal hızlarda yapılan ölçümlerde egzersiz yapan üç grubunda ortalama tork ve pik tork parametrelerinin son ölçüm değerleri ilk ölçüm değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuş ancak gruplar arasında fark saptanmamıştır. Egzersiz seans sayısının ve/veya egzersize katılımın daha fazla olacağı çalışmalarda izokinetik kas kuvvet öçlümlerinde gruplar arasında fark olabileceğini düşünmekteyiz.

Osteoartriti bulunan 40 hasta ile yapılan bir çalışmada hastalar iki gruba randomize edilerek ayrılmış, bir gruba EMG-geri bildirim ile izometrik kuadriseps egzersizi diğer gruba ise EMG olmaksızın izometrik kuadriseps egzersizi yaptırılmıştır. Egzersiz programına başlamadan önce ve egzersiz programı bitiminde (3. haftada) izokinetik kas kuvvet testi (60°/sn. ve 180°/sn. açısal hızlarda) ve 65° diz fleksiyonunda izometrik kas kuvvet testi yapılmıştır. Her iki grupta da egzersiz bitiminde istatistiksel olarak anlamlı kuvvet artışı sağlanmış ancak gruplar arası fark saptanamamıştır (76).

Juvenil romatoid artriti bulunan 36 çocukta (8-13 yaş) yapılan bir çalışmada, hastalar izometrik egzersiz yapan grup ve EMG-geribildirim ile birlikte izometrik egzersiz yapan grup olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Hastaların izokinetik kuvvetleri 120°/sn. açısal hızda egzersiz programına başlamadan önce, 6. hafta ve 12. haftada değerlendirilmiştir. Her iki gruba da izometrik ve izotonik egzersizler, propriyosepsiyon egzersizleri, fleksibilite egzersizleri haftanın 3 günü 3x10 set şeklinde yaptırılmıştır. EMG geri bildirim grubuna aynı rehabilitasyon programı uygulanmış ancak izometrik egzersizler EMG ile beraber 15 dk. şeklinde yaptırılmış. 6. hafta ve 12. haftada yapılan ölçümlerde sağ ve sol kuadriseps pik tork sonuçları kontrol grubuna kıyasla EMG geri bildirim ile birlikte izometrik egzersiz yapan grupta istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (77).

Croce ve ark. 21 sağlıklı erkek ile yaptıkları çalışmada, gönüllüleri geri-bildirim egzersizi grubu, sadece egzersiz grubu ve ultrason dalgaları ile beraber egzersiz grubu (ses dalgalarının geri bildirim benzeri etki edeceğini inandırarak yalancı pozitifliği ortadan kaldırmak için tasarlanmış grup) olmak üzere üç gruba ayırmışlardır. Haftanın 3 günü 15 dakikalık egzersiz seansları yapılmış. Egzersizler, izokinetik dinamometrede her set arasında 2 dk. dinlenme süreli 30°/sn açısal hızda 5 tekrarlı 5 set olarak olacak şekilde yapılmıştır. Ölçümler, egzersiz programı başlamadan önce ve 5 hafta sonunda izokinetik dinamometrede 30°/sn. açısal hızda 3 tekrarlı ölçülmüştür. Egzersiz programı bitiminde geri bildirim grubunun pik tork değerleri diğer iki gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuş, diğer iki grup arasında fark saptanmamıştır (78).

Yip ve ark.'nın patellofemoral ağrı sendromu bulunan 26 hasta ile (22-55 yaş) yaptıkları çalışmada, hastalar EMG geri bildirim ile egzersiz grubu ve sadece egzersiz

grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Pik tork ve total iş parametreleri izokinetik dinamometrede 120°/sn. açısal hızda 5 tekrarlı 2 set şeklinde yapılan test ile değerlendirilmiştir. Her iki gruba da 8 hafta boyunca hamsting, kuadriseps, gastrokinemiyus, kalça addüktörleri ve iliyotibiyal banda yönelik germe egzersizleri, patellar mobilizasyon, kuadriseps kuvvetlendirme, eksantrik hamstring ve kalça addüksiyon egzersizleri, denge ve propriyoseptif egzersizler ve pliometrik egzersizler uygulanmıştır. Egzersizler her gün 15 dk. olacak şekilde 10 tekrarlı 3 set halinde planlanmıştır. Değerlendirmeler 0., 4. ve 8. haftalarda yapılmıştır. Grup içi değerlendirmelere bakıldığında geri bildirim grubunda pik tork/VA ile total iş/VA değerleri 4. ve 8. haftalarda anlamlı düzeyde yüksek bulunmuş, sadece egzersiz yapan grupta ise 8. haftada anlamlı düzeyde yüksek bulunmuş, gruplar arası karşılaştırmada ise anlamlı farklılık saptanmamıştır (79).

EMG geri bildirim yöntemi ile yapılan egzersizlerin kas kuvveti üzerine etkisi Tablo 18'de özetlenmiştir.

Tablo 18. EMG geri bildirim yöntemi kullanılarak yapılmış çalışmalar

Yazar	Hasta Grubu	Egzersiz Yöntemi	Ölçüm Yöntemi	Sonuç
Draper ve ark.	ÖÇBR yapılan 30 hasta	-Elektrik stimulasyonu +izometrik egzersiz -EMG geri bildirim +izometrik egzersiz	İzometrik kas kuvvet testi	EMG geri bildirim grubunda istatistiksel anlamlı yüksek kuadriseps kas kuvveti saptanmıştır.
Dursun ve ark.	PFAS'lı 60 hasta	-Standart konservatif tedavi - EMG geri bildirim+ standart konservatif tedavi	EMG cihazı ile MVC	EMG grubunun vastus medialis MVC değerleri istatistiksel anlamlı yüksek saptanmıştır.
Lucca ve ark.	Sağlıklı 30 kadın	-EMG geribildirim +izometrik egzersiz -İzometrik egzersiz	İzometrik kas kuvvet testi	EMG grubunda anlamlı kas kuvvet artışı saptanmıştır.
Kirnap ve ark.	Artroskopik menisektomili 40 hasta	-Standart konservatif tedavi+EMG -Standart konservatif tedavi	EMG cihazı ile MVC	EMG grubunda anlamlı gelişme saptanmıştır.
Akkaya ve ark.	Parsiyel menisektomili 45 hasta	-Egzersiz grubu -EMG-geri bildirim +egzersiz grubu -Elektrik stimülasyonu +egzerssz grubu	EMG cihazı ile MVC	EMG grubunda kuadriseps kas kuvvetinde anlamlı gelişme saptanmıştır.
Yılmaz ve ark.	Osteartritli 40 hasta	-EMG geri bildirim+ izometrik kuadriseps egzersizi -İzometrik kuadriseps egzersizi	İzokinetik test	Gruplar arası fark saptanamamıştır.

Eid ve ark.	JRA'lı 36 çocuk hasta	-EMG geri bildirim+ izometrik kuadriseps egzersizi -İzometrik kuadriseps egzersizi	İzokinetik test	EMG grubunda kuadriseps kas kuvvetinde anlamlı gelişme saptanmıştır.
Croce ve ark.	21 sağlıklı erkek	-İzokinetik egzersiz -İzokinetik egzersiz+EMG geri bildirim -İzokinetik egzersiz+ plasebo şeklinde ultrason	İzokinetik test	EMG grubunda kuadriseps kas kuvvetinde anlamlı gelişme saptanmıştır.
Yip ve ark.	PFAS'lı 26 hasta	-Standart konservatif tedavi -Standart konservatif tedavi+EMG geri bildirim	İzokinetik test	Gruplar arasında fark saptanamamıştır.

-ÖÇBR: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu, PFAS: Patellofemoral ağrı sendromu, JRA: Juvenil romatoid artrit.

Literatüre bakıldığında, EMG-geri bildirim yöntemiyle yapılan egzersizlerin kuadriseps kas kuvvetine etkisine yönelik farklı sonuçlar mevcuttur. Genel kanı, EMG geri bildirim yöntemiyle, izokinetik kas kuvvetinde artış sağlandığı ancak sadece izometrik egzersizlerin de izokinetik kas kuvveti üzerine benzer etkisi olduğu yönündedir. Bizim çalışmamızda da izokinetik dinamometrenin geri bildirim modu ile yapılan egzersizlerinin izokinetik kas kuvveti üzerine etkisi izotonik egzersizler ile benzer şekilde bulunmuştur. Dinamometrenin geri bildirim modu izotonik modelli bir yöntemdir ve çalışmada bu nedenle karşılaştırmada izotonik egzersizler kullanılmıştır. Şayet izokinetik kas kuvvetinde daha fazla bir artış sağlanmak isteniyorsa ya egzersiz programında seans sayısı arttırılmalı ya da kas kuvveti egzersizleri izokinetik dinamometrenin konsantrik-konsantrik modunda yapılmalıdır.

Yüksek yüklerle klasik kuvvet antrenmanının temel olarak motor nöronlardaki efferent yolakların mekanik verimliliğini arttırdığı, sensörimotor eğitimin ise afferent yolakları geliştirdiği savunulmaktadır. Bu yüzden her iki yolağında antrenmanlar esnasında geliştirilmesi belirli etkilere yol açacaktır. İzokinetik dinamometrenin geri bildirim modu ile yapılan kuvvet egzersizleri hem kas kuvvetinin arttırılmasında hem de dinamik dengenin ve propriyosepsiyonun geliştirilmesinde önemli katkılar sağlamıştır. Öte yandan izokinetik kas kuvveti istenilen düzeyde arttırılamamıştır.

Çalışmamızın kısıtlıklarını, katılımcı sayısının düşük olması ve egzersiz seans sayısının görece az olması oluşturmaktadır. Bununla birlikte geri bildirim egzersiz modu izokinetik dinamometrelere yeni eklenmiş bir egzersiz yöntemidir ve gelecekte, katılımcı sayısı ve seans sayısı arttırılarak yapılacak egzersiz programlarının avantajları ve dezavantajları hakkında daha çok bilgi edinmemize katkı sağlayabileceğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak bu çalışmada;

- ✓ İzokinetik dinamometrenin geri bildirim modu ile ve izotonik egzersiz modu ile yapılan egzersizler kıyaslanmıştır.
- ✓ Her egzersiz grubunda da 10 seanslık egzersiz programı sonrasında denge, propriyosepsiyon ve kas kuvveti sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı gelişimler saptanmıştır.
- ✓ Denge, propriyosepsiyon ve izometrik kas kuvveti kazanımları geri bildirim egzersizi grubunda daha yüksek olmuştur.
- ✓ İzokinetik kas kuvveti kazanımı açısından bakıldığında, gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu durum 'izokinetik kas kuvveti artışı en ideal şekilde izokinetik egzersizler ile sağlanmaktadır' yorumunu yapmamızı sağlamıştır.
- ✓ Geri bildirim test değerlendirmelerine bakıldığında ise her grup benzer şekilde iyileşme göstermiş ve gruplar arasında fark saptanamamıştır.

Tüm bu veriler ışığında, yeni kullanılmaya başlayan izokinetik dinamometrenin geri bildirim modu ile yapılan egzersizlerin, performansı geliştirmede ve spor yaralanmaları sonrasındaki rehabilitasyon sürecine faydalı olabileceği öngörülebilir. Bu egzersizlerin kullanımındaki en ideal protokolün ve yaralanma sonrası kullanımlarının etkinliğinin belirlenebilmesi için farklı çalışmalar ile de desteklenmesi gerekir.

ÖZET

Kuadriseps Kasına Yönelik Yapılan İzotonik ve Geri Bildirim Egzersizlerinin Kas Kuvveti ve Propriosepsiyona Etkisi

Bu çalışmanın amacı, izokinetik dinamometrenin geri bildirim modu ile yapılan egzersizlerin kas kuvveti, propriyosepsiyon ve denge üzerine etkilerini, izotonik egzersizler ile kıyaslayarak göstermektir.

Bu çalışmaya, 18-40 yaş arasında bilinen herhangi bir alt ekstremite yaralanması ve kronik hastalığı olmayan 100 birey dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylerin programa başlamadan önce ve program bitiminde izometrik ve izokinetik kas kuvvet testi, geri bildirim testi, Y denge testi ve propriyosepsiyon ölçümleri yapıldı. Üç gruba 10 seans egzersiz yaptırıldı. Son grup kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edildi. Programda bir gruba izokinetik dinamometrede dominant alt ekstremitenin kuadriseps kasına yönelik izotonik egzersizler, diğer gruba izotonik ve geri bildirim egzersizleri, bir başka gruba ise geri bildirim egzersizleri yaptırıldı. Kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmadı.

Her egzersiz grubunda da 10 seanslık egzersiz programı sonrasında denge, propriyosepsiyon ve kuadriseps kas kuvveti sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı gelişim saptanmıştır. Geri bildirim egzersizi yapan grubun Y denge testi son ölçüm ortalamaları diğer 3 gruptan anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Benzer şekilde propriyosepsiyonda en anlamlı değişim geri bildirim egzersizi yapan grupta gözlenmiştir. İzometrik test maksimum ortalama tork değerleri sadece izotonik egzersiz yapan grupta, geri bildirim egzersizi yapan ve geri bildirim egzersizi ile birlikte izotonik egzersiz yapan gruba göre istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p=0,041$, $p=0,003$). İzokinetik test son ölçüm sonuçları analiz edildiğinde gruplar arası anlamlı fark saptanmamıştır.

İzokinetik dinamometrede yapılan geri bildirim destekli kuvvet egzersizleri hem izometrik kas kuvvetinin arttırılmasında hem de dinamik dengenin ve propriyosepsiyonun geliştirilmesinde önemli katkılar sağlamıştır. Tüm bu veriler ışığında, izokinetik dinamometrenin geri bildirim modu ile yapılan egzersizlerin, performansı geliştirmeye ve spor yaralanmaları sonrasındaki rehabilitasyon sürecine faydalı olabileceği öngörülebilir.

Anahtar Kelimeler: Geri bildirim, kuadriseps, kas kuvveti, izokinetik dinamometre, denge, propriyosepsiyon.

SUMMARY

The Effect of Isotonic and Biofeedback Exercises for the Quadriceps Muscle on Muscle Strength and Proprioception

The aim of this study is to demonstrate the effects of biofeedback exercises with the mode of isokinetic dynamometer on muscle strength, proprioception and balance by comparing isotonic exercises.

This study included 100 individuals without any known lower-extremity injury and chronic disease between the ages of 18-40. Isometric force test, biofeedback test, Y balance test and proprioception measurements were performed before the start of the exercise program and at the end of the program. Three groups were given 10 sessions of exercise. The last group was included in the study as a control group. In the program, one group was given isotonic exercises for the quadriceps muscle of the dominant lower limb in the isokinetic dynamometer, isotonic and biofeedback exercises to the other group, and biofeedback exercises to another group.

Statistically significant improvement was found in balance, proprioception and quadriceps muscle strength after 10 sessions of exercise program in each exercise group. Y balance test post-test averages of the group performing the biofeedback exercise were found significantly higher than the other 3 groups ($p < 0.05$). Similarly, the most significant change in proprioception was observed in the group performing the biofeedback exercise. The isometric test maximum mean torque values were found to be statistically lower only in the group that performed isotonic exercise compared to the group that performed biofeedback exercise and isotonic exercise together with biofeedback exercise ($p = 0.041$, $p = 0.003$). When the isokinetic test post-measurement results were analyzed, no significant difference was found between the groups.

Strength exercises with the mode of isokinetic dynamometer have made important contributions both in increasing isometric muscle strength and in developing dynamic balance and proprioception. In the light of all these data, it can be predicted that exercises with the biofeedback mode of the isokinetic dynamometer can be beneficial in improving performance and rehabilitation after sports injuries.

Keywords: Biofeedback, quadriceps, muscle strength, isokinetic dynamometer, balance, proprioception.

KAYNAKLAR

1. Koruç Z, Arslan N. Derleme: Egzersiz Davranışını İzleyen Etmenler: Egzersiz Bağlılığı ve Egzersiz Bağımlılığı. *Spor Hekimliği Dergisi*, 2009; *44*(3):105-113.

2. US Preventive Services Task Force, United States. Office of Disease Prevention, & Health Promotion. *Guide to clinical preventive services: report of the US Preventive Services Task Force*. US Department of Health and Human Services, Office of Public Health and Science, Office of Disease Prevention and Health Promotion 1996.

3. Bayar P. Egzersizin Depresyon Tedavisindeki Yeri ve Etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 2004; *15*(1):49-64.

4. Irrgang JJ, Neri R. The rationale for open and closed kinetic chain activities for restoration of proprioception and neuromuscular control following injury 2000;363-374.

5. Taşer ÖF, Mahiroğulları M, Karahan M, Taşkıran E, Bal E. Diz Eklemi Bağ ve Tendon Sorunları. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri, 2016:1-11.

6. Çimen A. Anatomi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1987:81-83.

7. Walker PS, Erkman MJ. The role of the menisci in force transmission across the knee. *Clin Orthop* 1975;(109):185-193.

8. Weineck J. Spor Anotomisi. 12.Baskı, Ankara: Kültür Ofset, 1998:193-196.

9. Snell RS (Çeviri:Yıldırım M). Klinik anatomi. 9.Baskı, İstanbul: Palme Yayınları, 1998:507-630.

10. Pınar H, Haklar U, Kocabey Y, Tatari H, Erdil M. Menisküs. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri, 2016:9-13.

11. Acarer N. Diz Osteoartritinde Egzersizlerin Kuadriseps Hipertrofisine Etkisi (Uzmanlık Tezi), Konya, S.Ü. Tıp Fakültesi, 1995.

12. Smith LK, Weiss EL, Don Lehmkuhl L. Brunstrom's Clinical Kinesiology. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1996.

13. Beyazova M, Kutsal YG. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2011:191-207.

14. Kozanek M, Hosseini A, Liu F, Van de Velde SK, Gill TJ, Rubash HE ve ark. Tibiofemoral kinematics and condylar motion during the stance phase of gait. *Journal of biomechanics* 2009; *42*(12):1877-1884.

15. Piazza SJ, Cavanagh PR. Measurement of the screw-home motion of the knee is sensitive to errors in axis alignment. *Journal of biomechanics* 2000; *33*(8):1029-1034.

16. Ergen E. Egzersiz Fizyolojisi Ders Kitabı 3.Baskı. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık 2012;1-22.

17. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance, 5. Baskı. Philadelphia, Wolters Kluver, 2001;205-227.

18. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji, 11. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri 2007;72-75.

19. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji, 11. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri 2007;89-90.

20. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü, 3.Baskı. Ankara, Gazi Kitabevi, 2006;91-93.

21. Say Ö. İzokinetik ve İzometrik Egzersizlerin Elektromyografi Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Egzersiz Fizyolojisi Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 2004.

22. Otman SA. Egzersiz Tedavisinde Temel Prensipler ve Yöntemler, 5.Baskı. Ankara, Pelikan Kitabevi, 2015;56-89.

23. Şahin Ö. Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. *Cumhuriyet Medical Journal* 2010; 32(4):386396.

24. Brown LE, Whitehurst M. Isokinetics in Human Performance. The United States of America, Human Kinetics, 2000; 97-121.

25. Tuncer S. Fonksiyonel Değerlendirmede İzokinetik Sistem Kullanımı. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon 1. Cilt, Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). Güneş Kitabevi, Ankara, 2000; 950-954.

26. Kellis E, Baltzopoulos V. Isokinetic eccentric exercise. *Sports Med* 1995; 19(3):202-222.

27. Özer K. Fiziksel Uygunluk. 1. baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2001;118-128.

28. Gür H. İzokinetik kuvvet eğrisinin dizdeki patolojilerle olan ilişkisi. Spor bilimleri 3.ulusal kongresi bildiri özetleri kitapçığı, Ankara, 1994; 3.

29. Davies GJ, Heiderscheit BC, Clark M. Open and Closed Kinetic Chain Rehabilitation. New York, Chuchill Livingstone, 2000;291-306.

30. Ergen E, Ülkar B, Eraslan A. Derleme: Propriyosepsiyon ve Koordinasyon. *Spor Hekimliği Dergisi* 2007; *42*(2):057-083.

31. Ellenbecher TS, Bleacher J. Proprioception and Neuromuscular Control. In (içinde): Andrew JR, Harrelson GL, Wilk KE. Physical Rehabilitation of the İnjurel Athlete, 3.baskı. Philadelphia, Saunders, 2004;189-215.

32. Bunton EE, Pitney WA, Cappaert TA, Kane AW. The role of limb torque, muscle action and proprioception during closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity. *J Athl Train* 1993; 28(1):10-20.

33. Sojka P, Sjölander P, Johansson H, Djupsjöbacka M. Influence from stretch-sensitive receptors in the collateral ligaments of the knee joint on the gamma-muscle- spindle systems of flexor and extensor muscles. *Neurosci Res* 1991; 11(1):55-62.

34. Guyton AC, Tıbbi Fizyoloji 11.Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri 2007:559;592.

35. Roberts D, Ageberg E, Andersson G, Fridén, T. Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in ACL-deficient patients. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2004; 12(5):357-363.

36. Lephart SM. Reestablishing proprioception, kinesthesia, joint position sense and neuromuscular control in rehabilitation. In (içinde): Prentice WE. Rehabilitation Techniques in Sports Medicine, 2. nd Ed. St Louis, Mosby, 1994:118- 37.

37. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *Journal of athletic training* 2004; 39(4):321.

38. Dunn TG, Gillig SE, Ponsor SE, Weil N, Utz SW. The learning process in biofeedback: is it feed-forward or feedback? *Biofeedback and self-regulation* 1986; *11*(2):143-156.

39. Otman SA. Egzersiz Tedavisinde Temel Prensipler ve Yöntemler, 5.Baskı. Ankara, Pelikan Kitabevi, 2015;1-7.

40. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American Journal of Sports Medicine* 1997; *25*(1):130-137.

41. Pietrosimone B, McLeod MM, Florea D, Gribble PA, Tevald MA. Immediate increases in quadriceps corticomotor excitability during an electromyography biofeedback intervention. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2015; *25*(2):316-322.

42. Gokeler A, Benjaminse A, Hewett TE, Paterno MV, Ford KR, Otten E, Myer GD. Feedback techniques to target functional deficits following anterior cruciate ligament reconstruction: implications for motor control and reduction of second injury risk. *Sports medicine* 2013; *43*(11):1065-1074.

43. Shea CH, Wulf G, Whitacre C. Enhancing training efficiency and effectiveness through the use of dyad training. *J Mot Behav.* 1999; 31(2):119–25.

44. Baltaci G, Harput G, Haksever B, et al. Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 2013; 21(4):880–7.

45. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML. (2003) International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2003; 35(8):1381-1395.

46. Karaca A, Turnagöl HH. IPAQ anketinin geçerlilik ve güvenirlilik çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* 2007; 18:(2), 68-84.

47. Ehrman JK, Kerrigan DJ, Keteyian SJ. Gül Baltacı, çeviri eds., İleri Egzersiz Fizyolojisi. Ankara, Hipokrat kitabevi 2018;207-226.

48. Brukner P, Khan K. Ülkar B. çeviri eds., Klinik Spor Hekimliği, 5. Baskı. Ankara, Ankara Nobel Tıp Kitabevleri 2018;85-121.

49. Koçak UZ, Ünver B. Investigation of the Relationship Between Functional Movement Screen and Y Balance Test in Female Soccer Players as Injury Risk Predictors. *Spor Hekimligi Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine* 2019; *54*(1).

50. Anderson MA, Gieck JH, Perrin D, Weltman A, Rutt R, Denegar C. The relationships among isometric, isotonic, and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1991; *14*(3):114-120.

51. Panics G, Tallay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *British journal of sports medicine* 2008; *42*(6):472-476.

52. Lawrence EL, Cesar GM, Bromfield MR, Peterson R, Valero-Cuevas FJ, Sigward SM. Strength, multijoint coordination, and sensorimotor processing are independent contributors to overall balance ability. *BioMed research international*, *2015*.

53. Engquist KD, Smith CA, Chimera NJ, Warren M. Performance comparison of student-athletes and general college students on the functional movement screen and the Y balance test. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2015 *29*(8):2296-2303.

54. Bennell K, Duncan M, Cowan S, Hodges P, Crossley K. Effects of vastus medialis oblique retraining versus general quadriceps strengthening on vasti onset. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2010; *42*(5):856-864.

55. Vitale JA, La Torre A, Banfi G, Bonato M. Effects of an 8-week body-weight neuromuscular training on dynamic balance and vertical jump performances in elite junior skiing athletes: a randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2018; *32*(4):911-920.

56. Benis R, Bonato M, Torre AL. Elite female basketball players' body-weight neuromuscular training and performance on the Y-balance test. *Journal of athletic training* 2016; *51*(9):688-695.

57. Lee DK, Kang MH, Lee TS, Oh JS. Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian journal of physical therapy* 2015; 19(3):227-234.

58. Booysen MJ, Gradidge PJL, Watson E. The relationships of eccentric strength and power with dynamic balance in male footballers. *Journal of sports sciences 2015*; *33*(20):2157-2165.

59. Chtara M, Rouissi M, Bragazzi NL, Owen AL, Haddad M, Chamari K. Dynamic balance ability in young elite soccer players: implication of isometric strength. *J Sports Med Phys Fitness* 2018; *58*(4):414-20.

60. Prieske O, Krüger T, Aehle M, Bauer E, Granacher U. Effects of resisted sprint training and traditional power training on sprint, jump, and balance performance in healthy young adults: a randomized controlled trial. *Frontiers in physiology* 2018; *9*:156.

61. Tay ZM, Lin WH, Kee YH, Kong PW. Trampoline versus resistance training in young adults: Effects on knee muscles strength and balance. *Research quarterly for exercise and sport* 2019; *90*(4):452-460.

62. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* 2001; *9*(3):128.

63. Gezginaslan Ö, Öztürk EA, Cengiz M, Mirzaoğlu T, Çakcı FA. Effects of isokinetic muscle strengthening on balance, proprioception, and physical function in bilateral knee osteoarthritis patients with moderate fall risk. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation* 2018; *64*(4):353.

64. Hazneci B, Yildiz Y, Sekir U, Aydin T, Kalyon TA. Efficacy of isokinetic exercise on joint position sense and muscle strength in patellofemoral pain syndrome. *American journal of physical medicine & rehabilitation* 2005; *84*(7):521-527.

65. Hurley MV, Scott DL. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *British journal of rheumatology* 1998; *37*(11):1181-1187.

66. Kaya D, Guney-Deniz H, Sayaca C, Calik M, Doral MN. Effects on Lower Extremity Neuromuscular Control Exercises on Knee Proprioception, Muscle Strength, and Functional Level in Patients with ACL Reconstruction. *BioMed Research International*, *2019*.

67. Ferrell WR, Tennant N, Sturrock RD, Ashton L, Creed G, Brydson G, Rafferty D. Amelioration of symptoms by enhancement of proprioception in patients with joint hypermobility syndrome. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology* 2005; *50*(10):3323-3328.

68. Lai Z, Zhang Y, Lee S, Wang L. Effects of strength exercise on the knee and ankle proprioception of individuals with knee osteoarthritis. *Research in sports medicine* 2018; *26*(2):138-146.

69. Bouët, V, Gahéry Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neuroscience letters* 2000; *289*(2):143-146.

70. Draper, V. Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy* 1990; *70*(1):11-17.

71. Draper V, BallardL. Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament surgery. *Physical Therapy* 1991; *71*(6):455-461.

72. Dursun N, Dursun E, Kiliç Z. Electromyographic biofeedback–controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2001; *82*(12);1692-1695.

73. Lucca JA, Recchiuti SJ. Effect of electromyographic biofeedback on an isometric strengthening program. *Physical therapy* 1983; *63*(2):200-203.

74. Kirnap M, Calis M, Turgut AO, Halici M, Tuncel M. The efficacy of EMG-biofeedback training on quadriceps muscle strength in patients after arthroscopic meniscectomy. *The New Zealand Medical Journal* 2015; 118(1224).

75. Akkaya N, Ardic F, Ozgen M, Akkaya S, Sahin F, Kilic A. Efficacy of electromyographic biofeedback and electrical stimulation following arthroscopic partial meniscectomy: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation* 2012; *26*(3):224-236.

76. Yılmaz OO, Senocak O, Sahin E, Baydar M, Gulbahar S, Bircan C, Alper S. Efficacy of EMG-biofeedback in knee osteoarthritis. *Rheumatology international* 2010; *30*(7):887-892.

77. Eid MAM, Aly SM, El-Shamy SM. Effect of electromyographic biofeedback training on pain, quadriceps muscle strength, and functional ability in juvenile rheumatoid arthritis. *American journal of physical medicine & rehabilitation* 2016; *95*(12):921-930.

78. Croce RV. The effects of EMG biofeedback on strength acquisition. *Biofeedback and Self-regulation* 1986; *11*(4):299-310.

79. Yip SL, Ng GY. Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clinical rehabilitation* 2006; *20*(12):1050-1057.

EKLER

EK 1: Etik Kurul Karar Formu

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 72867572.050.01.04- 59693
Konu : Etik Kurul Kararı

18 -04- 2019

Sayın Prof. Dr. Cem ÇETİN
Tıp Fakültesi
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

Sorumlu araştırmacı olduğunuz "Kuadriseps kasına yönelik yapılan izotonik ve biofeedback egzersizlerinin kas kuvveti ve propriosepsiyona etkisi" isimli çalışmanızın kurulumuz tarafından uygun görüldüğüne ilişkin 16/04/2019 tarih ve 146 sayılı Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı yazımız ekinde gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Mekin SEZİK
Başkan

Eki : 1 Adet Etik Kurulu Kararı (2 Sayfa)

S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dekanlığı Doğu Kampusu 32260 - ISPARTA
Tel : 0 (246) 2113704 Faks : 0 (246) 2371165
e-posta : tipetik@sdu.edu.tr İnternet Adresi : www.tip.sdu.edu.tr

Bilgi İçin : İ.Etem YETİŞEN
Bilgisayar İşletmeni
Tel : 0 (246) 2113704

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı Araştırmanın Protokol Kodu	Kuadriseps kasına yönelik yapılan izotonik ve biofeedback egzersizlerinin kas kuvveti ve propriosepsiyona etkisi. (16.04.2019 tarih ve 146 sayılı karar)

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı - (2012-KAEK-38)			
	AÇIK ADRESİ	S.D.Ü. Doğu Kampüsü Tıp Fakültesi Dekanlığı Binası – ISPARTA			
	TELEFON	246.2113704			
	FAKS	246.2371165			
	E-POSTA	tipetik@sdu.edu.tr			
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Cem ÇETİN			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Spor Hekimliği			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ ÜNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1 : ☐	FAZ 2 : ☐	FAZ 3 : ☐	FAZ 4 : ☐
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
		İlaç dışı klinik araştırma	☐		
		Diğer ise belirtiniz : **Prospektif**			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	08.04.2019	01.001	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐

	Belge Adı		Açıklama
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	SİGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	Sorumlu Araştırmacıya Ait Olduğuna Dair Belge
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER	☒	Anabilim Dalı Akademik Kurul Kararı

Prof. Dr. Mekin SEZİK
Etik Kurul Başkanı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı	Kuadriseps kasına yönelik yapılan izotonik ve biofeedback egzersizlerinin kas kuvveti ve propriosepsiyona etkisi

KARAR BİLGİLERİ		
	Karar No: 146	**Tarih: 16/04/2019**
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	-İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik -İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Mekin SEZİK

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişkisi		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Mekin SEZİK	Kadın Hast. ve Doğum	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Mustafa TÜZ	Kulak Burun Boğaz Hast.	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Buket ARIDOĞAN	Tıbbi Mikrobiyoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Ahmet Nesimi KİŞİOĞLU	Halk Sağlığı	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Mehmet Fahrettin ÖNDER	Hukuk	SDÜ Hukuk Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Derya YILDIRIM	Ağız Diş ve Çene Radyoloji	SDÜ Diş Hek. Fak.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Halil AŞCI	Farmakoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr. Öğretim Üyesi Mehtap SAVRAN	Farmakoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr. Öğretim Üyesi Derya CEYHAN	Pedodonti	SDÜ Diş Hek. Fak.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	GÖREVLİ
Dr. Öğretim Üyesi Abdullah Meriç ÜNAL	Ortopedi ve Travmatoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☒	H ☐	E ☐	H ☒	YARDIMCI ARAŞTIRICI
Dr. Öğretim Üyesi Giray KOLCU	Aile Hekimliği	SDÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Uzman Dr. Tuğba GÜRSOY KOCA	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Isparta Şehir Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	GÖREVLİ
Uzman Dr. Ümmü Gül YILDIZ	Kadın Hast. Ve Doğum	Özel Isparta Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	GÖREVLİ
Öğr. Gör. Dr. Mehmet Erhan ŞAHİN	Biyomedikal ve Cihaz Teknoloji	ISUBU Teknik Bil. M.Y.O.	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Osman PARÇAOĞLU	Sivil Üye	Esnaf	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

* : Toplantıda Bulunma

EK 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağının çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. **Eğer bir başka çalışmada da yer alıyorsanız bu çalışmada yer alamazsınız**

ARAŞTIRMANIN ADI :

Kuadriceps kasına yönelik yapılan izotonik ve biofeedback egzersizlerinin kas kuvveti ve propriosepsiyona etkisinin değerlendirilmesi

ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Bu çalışmanın amacı biofeedback egzersizlerinin aynı dirençle yapılan izotonik egzersizlere göre daha fazla kuvvet kazanımı gerçekleştirebileceğinin ve propriosepsiyonun geliştirilmesinde daha etkili olabileceğinin gösterilmesidir. Sonuç olarak, geri bildirim egzersizlerinin de rehabilitasyon sürecinde yer almasına katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.

KATILMA KOŞULLARI NEDİR?

1- 18-40 yaş aralığında olmak dahil edilme kriteridir.
2- Alt ekstremiteye ait kas iskelet sistemi yaralanması olmayan sağlıklı bireyler araştırmaya dahil edilecektir.
3- Şiddetli hipertansiyonu, diyabeti, kardiyovasküler hastalığı bulunan kişiler çalışmaya dahil edilmeyecektir
4- Vücut kitle indeksi (vücut ağırlığı/boyun metre cinsinden karesi)> 30 kg/m^2 olan hastalar çalışmaya dahil edilmeyecektir

NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Araştırma sırasında uygulanacak olan invazif yöntemler dahil olmak üzere izlenecek veya gönüllüye uygulanacak yöntemlerin tümü (H*astanın anlayabileceği şekilde anlatılmalıdır.)*

Sağlıklı bireyler gönüllü olarak uyluk ön bölgesinde bulunan kasların kuvvetlendirilmesine yönelik tedavi programına alınacaktır. Tedavi haftanın 3 günü olmak üzere toplamda 10 seans olarak planlanacaktır. 5 dakika bisiklet egzersizi ile ısındıktan sonra izokinetik dinamometre olarak adlandırılan cihazda oturur pozisyonda diz kıvırma ve açma şeklinde, kendilerine göre ayarlanacak bir dirençle egzersizler yapılacaktır. Tedavi öncesi ve sonrasında yine izokinetik dinamometrede kas kuvveti ve eklem pozisyon hislerine ait ölçümler yapılacaktır. Uluslararası aktivite ölçeği ile fiziksel aktivite düzeyleri ölçülecektir. Y şeklinde yapılmış bir platformda dominant ayakları üzerinde,Y'nin her bir çizgisi üzerinde 3 tekrarlı uzanabildikleri en uzak mesafeye uzanmaları istenecek ve mesafe kaydedilerek kişilerin dengeleri test edilecektir.

GÖNÜLLÜ SORUMLULUKLARI (örn. uygulama süresi boyunca hiçbir ilaç kullanmama, uygulanan tedavi şemasına özen gösterme, araştırıcının, vb.).

1- Hastanın düzenlediğimiz rehabilitasyon programı dışında antrenman programı uygulamaması gerekmektedir.
2- Hastanın anabolizan türü bir ilaç kullanmaması gerekmektedir.
3- Testlerin yapılacağı günden 24 saat önce egzersiz yapılmamalıdır.
4- Testlerden önce kafein tüketimi ve sigara içimi yapılmamalıdır.

Bu koşullara uymadığınız takdirde araştırıcı sizi uygulama dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

UYGULANACAK DENEY YÖNTEMLERİ

İLACIN SAKLAMA KOŞULLARI

KATILIMCI SAYISI NEDİR?
Araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı 40 'tır.

KATILIMIM NE KADAR SÜRECEKTİR?
Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 4 haftadır.

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI YARAR NEDİR?
(örn, çalışma ilaçlarıyla uygulanan tedavi ile hastalığın kontrol altına alınabilme olasılığı, sonuçların başka insanların yararına kullanılabilecek olması, yalnızca araştırma amaçlı olduğu ve doğrudan yarar görmesi ya da tedavinin seyrinin değiştirilmesinin beklenmeyeceği vb.)

1-Geri bildirim egzersizleri ile daha fazla kas kuvveti kazanımı

2-Geri bildirim egzersizleri ile propriosepsiyonun daha iyi geliştirilmesi

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER NEDİR?
(gözlenebilecek istenmeyen etkiler, karşılaşılabilecek sorunlar (allerji,enfeksiyon,başağrısı, bayılma, morarma vb.)

1- Kas ağrısı

GÖNÜLLÜYE UYGULANABİLECEK OLAN ALTERNATİF YÖNTEMLER VEYA TEDAVİ ŞEMASI VE BUNLARIN OLASI YARAR VE RİSKLERİ

1- Yapılan egzersizler ile kas gücünün arttırılması ve propriyosepsiyonun geliştirilmesi sağlanacaktır. Alternatif bir tedavi planı bulunmamaktadır.
2- Kuvvet çalışmasına bağlı olarak geçici kas ağrıları görülebilir.

GEBELİK

Kuvvet egzersizi çalışmalarının **doğmamış fetüs ya da anne sütü emen çocuk için riskleri bilinmemektedir. Gebe ya da çocuk emziren kadınlar bu çalışmaya katılamazlar. En iyisi gebe olmadığınızdan ve çalışma boyunca gebe kalmamaya niyetli olduğunuzdan emin olmalısınız. Çocuk doğurma potansiyeliniz varsa çalışma doktoru sizinle uygun doğum kontrol yöntemlerini konuşacaktır. Çalışma sırasında gebe kaldığınızdan şüphelenirseniz, hemen çalışma doktoruna haber vermelisiniz. Gebe iseniz izniniz alınmadan araştırmadan çıkarılacaksınız.**

ARAŞTIRMA SÜRECİNDE BİRLİKTE KULLANILMASININ SAKINCALI OLDUĞU BİLİNEN İLAÇLAR/BESİNLER NELERDİR?

1- Kafein içeren ilaç veya içecekler kullanılmamalıdır.

2- Enerji içecekleri kullanılmamalıdır.

3- Kas performansını arttırmaya yönelik ek besin ve ilaç takviyesi alınmamalıdır.

HANGİ KOŞULLARDA ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILABİLİRİM?

Uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz,
Çalışma programını aksatmanız,
Gebe kalmanız
Çalışma ilacı ile ilgili bir yan etkiye maruz kalmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle doktorunuz sizin izniniz olmadan sizi çalışmadan çıkarabilir.

DİĞER TEDAVİLER NELERDİR? (şimdilik uygulanmayacak olup ilerde uygulanabilecek tedavi ya da işlemler ve bunların riskleri**)**

1- Alternatif bir tedavi planı bulunmamaktadır.

İLGİ MEVZUAT GEREĞİNCE GEREKİYORSA, GÖNÜLLÜYE VERİLECEK TAZMİNAT VE/VEYA SAĞLANACAK TEDAVİLER, YAPILACAK ULAŞIM, YEMEK GİBİ MASRAFLARA İLİŞKİN ÖDEMELERİN MİKTARI, YÖNTEMLERİ VE ÖDEME PLANI HAKKINDAKİ BİLGİLER

(Uygulama sırasında gelişebilecek herhangi bir hasara karşı (ölüm/sakatlanma dahil) güvence altına alınmaktasınız, oluşabilecek hasar size tarafımızdan yapılan sigorta ile tazmin edilecektir (Sağlık Bakanlığı'ndan izin alınması gerekli olmayan araştırmalar için zorunlu değildir. Yapılacak her tür tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir)

Planlanan bir ödeme yoktur.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLAR İÇİN KİMİ ARAMALIYIM?
Uygulama süresi boyunca, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu Araştırıcıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için sorumlu araştırmacıya başvurabilirsiniz. .

İSTEDİĞİM ZAMAN ARAŞTIRMADAN AYRILABİLİRMİYİM
Araştırmaya katılımınızın isteğe bağlı olduğu ve istediğiniz zaman, herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkını kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz.

KATILMAMA İLİŞKİN BİLGİLER KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?
Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz (tedavinin gizli olması durumunda, gönüllüye kendine ait tıbbi bilgilere ancak verilerin analizinden sonra ulaşabileceği bildirilmelidir).

ÇALIŞMAYA KATILMA ONAYI:

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.
Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

Çalışma sırasında elde edilen biyolojik materyaller üzerinde genetik araştırma yapılabilmesi için Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formunda (BGOF):

- "[Çalışmanın Adı] çalışması kapsamında alınan biyolojik örneklerimin (kan, idrar vb.);
- (Gönüllü tarafından uygun olan şık işaretlenmelidir)
- ☐ Sadece yukarıda bahsi geçen çalışmada kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ İleride yapılması planlanan tüm çalışmalarda kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ Hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum."

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL. & FAKS		
TARİH		

VELAYET VEYA VESAYET ALTINDA BULUNANLAR İÇİN VELİ VEYA VASİNİN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL. & FAKS		
TARİH		

SORUMLU ARAŞTIRMACININ		İMZASI
ADI & SOYADI		
TELEFON		
TARİH		

RIZA ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR GEREKTİĞİ DURUMLARDA TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİNİN		İMZASI
ADI & SOYADI		
GÖREVİ		
TELEFON		
TARİH		