

FUTBOLCULARDA KALÇA POZİSYONUNUN DİZ KUVVETLERİNE ETKİSİNİN İZOKİNETİK TESTLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bülent BAYRAKTAR*

İlker YÜCESİR**

Adnan ÖZTÜRK*,

Cevat GÜLER***

Nurcan TAŞKARA*

Türker ŞAHİNKAYA***

Yener İNCE****

ÖZET

Bu çalışma kalça pozisyonu ile diz ekstansiyon-fleksiyon kuvvetlerinde oluşan değişiklikler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacı ile düzenlendi. Bu nedenle yaşları 18-20 arasında değişen 20 amatör futbolcu üzerinde çalışıldı. Kuvvetlerde oluşan değişiklikler izokinetik dinamometre (Cybex 350 Extremity System) kullanılarak gösterildi. Test amaçlı 2 pozisyon seçildi. Birinci pozisyon; diz ve kalçanın 90 derece fleksiyonda olduğu oturma pozisyonu, ikinci pozisyon ise kalçanın nötral pozisyon aldığı yüzüstü yatar pozisyon idi. İzokinetik diz ekstansiyon-fleksiyon testleri futbolcuların sezon öncesi döneminde ve iki test arasında iki tam gün zaman bırakılarak uygulandı. Testlerde, 60, 180 ve 300 saniyede hamstring ve kuadriseps kuvvetleri ölçüldü. Bütün sonuçlar eşleştirilmiş serilerde t-testi ile değerlendirildi ($p<0.05$). İstatistiksel çalışmalara göre tüm hızlarda oturur pozisyondaki kuvvetler yüzüstü pozisyona göre yüksek bulundu. Aynı zamanda iki test pozisyonunda, fleksiyondaki kuvvet değişikliği ekstansiyonda oluşan kuvvet değişikliğinden büyüktü.

Anahtar kelimeler: Kalça açısı, kuvvet-pozisyon ilişkileri, izokinetik test, futbolcu

* İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı

** İ.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu

*** İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

**** 19 Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the relationship between hip position and the forces generated by flexion and extension of the knee. 20 amateur soccer players aged 18-20 were involved in the study during their off-season. The forces generated were measured by using Cybex 350 Extremity System dynamometer. Two positions were chosen for the tests. Subjects were seated, as hip and knee making 90° angle. The knee was first fully extended then flexed until the starting position for the first test. The second test was done subjects laying supine, where hip and knee were in neutral position. Knee was first flexed to 90° and then fully extended until starting position. Forces generated by hamstring and quadriceps groups were measured isokinetically for the speeds 60°, 180°, and 300°/sec in two different days as two days rest between the sessions remain for rest. Results were evaluated by means of T-tests paired sample ($p < 0.05$). According to statistical studies extension and flexion forces in 60°, 180°, and 300°/sec in sitting position showed greater values than the supine position. At the same time, differences in forces of flexion were greater than extension.

Key words: Hip angle, force-position relationships, isokinetic test, soccer player

GİRİŞ

Fiziksel aktivite sırasında "İzokinetik hareket" tanımı bir eklem hareketinin sabit hızda yapılmasını ifade eder. Doğal hareket sırasında çok ender rastlanan bir durumdur. 1960'lı yılların sonlarında James Perrine tarafından geliştirilen bu yöntem kas performansını, objektif olarak değerlendirmeye imkan sağlayan bir devrim olarak nitelenmiştir. Eklem hareketini dairesel bir hareket olarak tanımlayarak, birim zamanda belirlenen açısal hızın yapılması esasına dayanır. Hareketi sağlayan kas guruplarına ürettikleri kuvvetle orantılı direnç gösteren bir dinamometre yardımıyla, hareket hızının sınırlandırılması söz konusudur. Dinamometreye kumanda eden bir bilgisayar yardımıyla hem istenen açısal hızın uygulanması hem de kasılma sırasında üretilen kuvvetin kayıt edilerek saklanması sağlanır. Üretilen kuvvet döndürme momenti " $Tork (moment) = kuvvet \times mesafe (rotasyonel hareket ekseninden kuvvet uygulanan noktaya dik inen mesafe)$ " cinsinden ifade edilir. "İzokinetik kasılma" hareket hızı belirtilen şekilde sınırlandırılmış kasların belirlenen sabit hızdaki kasılmalarını tanımlar. Kasılma kuvveti ne olursa olsun hareket belirlenen hızda yapılır ve uygulanan kuvvetten bağımsız olarak sabit hızda gerçekleşir. Dinamometrenin bu kasılma kuvvetine gösterdiği direnç kasılma kuvvetinin objektif olarak tanımlanmasını sağlar. Günümüzde izokinetik test ve egzersiz yapmaya yarayan çok gelişmiş cihazlar yardımıyla kas kuvvetinin ölçülerek objektif değerlendirilmesi ve yine bu cihazlar kullanılarak rehabilitasyona veya sportif performansa yönelik egzersizlerle kas performansının istenen yönde geliştirilmesi mümkündür.

Anatomik olarak bakıldığında uyluk ön ve arka gruplarında iki eklem atlayan biartiküler kaslar bulunmaktadır. Bu kaslar dizle birlikte kalça hareketlerine de etki etmekte, dolayısıyla her iki eklem pozisyonundan etkilenmektedir (19, 24, 25).

Genelde diz ekstansiyon–fleksiyon kuvvetlerinin izokinetik dinamometrelerde test edilmesi oturur pozisyonda yapılır (7, 15, 16, 17, 27).

Bu bilgileri göz önüne alarak çalışmamızla, futbolcularda yaptıkları spor için çok önemli olan diz ekstansiyon-fleksiyon kuvvetlerinde oturur ve yüzüstü pozisyonlar arasındaki kuvvet değişikliklerini tespit etmeyi amaçladık.

MATERYAL VE METOD

Çalışmaya 1. Türkiye Profesyonel Futbol Liginde mücadele eden bir kulübün profesyonelliğe aday futbolcuları denek olarak katıldı. Ölçümler sporcuların oynadıkları ligin ölü sezonunda yapıldı. Denek olmaya aday sporculara herhangi bir sağlık sorunları olup olmadığı, bireysel çalışmalar yapıp yapmadıkları soruldu. Sağlık sorunu olmayan ve antrenman yapmayan 20 erkek futbolcu çalışmaya dahil edildi. Bu şekilde deneklerin test performanslarını etkileyerek bireysel farkları ve dolayısıyla çalışma sonuçlarını değiştirmesi olası olan bu değişkenler standardize edildi. Deneklerin; yaşları 19 ± 1.07 yıl, boyları 177.5 ± 4.52 cm. ve ağırlıkları 70.15 ± 5.5 kg. olarak tespit edildi.

Deneklerin diz fleksiyon-ekstansiyon kuvvetlerinin değerlendirilebilmesi amacı ile izokinetik egzersiz testi uygulandı. Ölçümler İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda bulunan Cybex 350 Extremity System cihazı ile yapıldı. Deneklere; biri oturma pozisyonunda, sırtları dik, kalça ve diz 90° fleksiyonda; diğeri yüzüstü yatma pozisyonunda, kalça ve diz nötral pozisyonlarında olmak üzere iki ayrı test uygulandı. Tüm denekler günlük hayatlarını normal şekilde devam ettirmeleri, ancak yorgunluğa sebep verecek aktivitelerden kaçınmaları konusunda uyarıldıktan bir gün sonra ilk olarak oturur pozisyonda test edildiler. Yatar pozisyondaki ikinci test 48 saat sonra günün aynı saatlerinde uygulandı ve denekler iki test arasındaki süreçte de fiziksel yorgunluktan kaçınmaları konusunda uyarıldılar.

Her deneğe testlere girmeden önce bisiklet ergometresinde 15 dakika süreyle, 50 watt dirençle, 50 devir/dakika hızda pedal çevirtildi; ardından 5 dakikalık alt ekstremiteye yönelik bir germe egzersizi programı uygulanan deneklerin böylece test öncesi ısınma programları da standardize edilmiş oldu. Farklı kas gücü parametre-

lerini ifade eden üç değişik hızda yapılan testler sırasında oturur pozisyondaki ve yüzüstü yatar pozisyondaki diz 90 derece fleksiyon ve diz nötral pozisyonları (bir başka deyişle 0° fleksiyon veya tam ekstansiyon) arasındaki diz ekstansörleri ve fleksörlerinin kuvvetleri tespit edildi. Test protokolü aşağıda belirtildiği gibi düzenlendi ve uygulandı.

- a) 60 derece/saniyede 4 deneme, 4 test tekrarı
- b) 180 derece/saniyede 4 deneme, 4 test tekrarı
- c) 300 derece/saniyede 4 deneme, 30 test tekrarı

Deneklere uygulamalar arasında 20 saniye, sağ ve sol bacak testleri arasında ise 5 dakikalık dinlenme süreleri verildi.

Her iki pozisyonda yapılan testlerde sporcuların ağırlık ve boylarının farklı olması nedeniyle sonuçlar Newtonmetre cinsinden mutlak değer olarak değil, % vücut ağırlığı (%VA) cinsinden değerlendirildi. Bu oransal büyüklük kullanılarak, bireysel antropometrik farklardan kaynaklanabilecek bir kısım değerlendirme hatalarının engellenmesi amaçlandı.

Tüm bireylerin aynı kas gruplarının kuvvet üretimi ortalamaları ürettikleri; taraf, pozisyon ve hız değişkenleri için kendi aralarında değerlendirildiği için, bütün sonuçlar eşleştirilmiş serilerde t-testi ile değerlendirildi ve ($p<0.05$) değeri istatistiki anlamlılık sınırı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Elde edilen ölçüm değerleri her bir hız için ayrı ayrı olmak üzere aşağıda tablo halinde sunulmuştur. Tablo-1 de 60°/saniye hızda hem yüzüstü yatar hem de oturur pozisyon da sağ ve sol diz ekstansiyon-fleksiyon kuvvetleri %VA olarak görülmektedir. 60°/saniye hızda her iki bacakta ekstansiyon ve fleksiyonda üretilen kuvvetler oturur pozisyon lehine anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.05$).

180°/saniye hızda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde (Tablo-2); 60°/sn hızda ekstansiyonda görülen anlamlı fark ortadan kalkarken, fleksiyon kuvvetleri arasındaki fark anlamlılığını korumuştur ($p<0.05$).

300°/saniye hızda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde 60 ve 180°/sn hızlarda fleksiyonda görülen anlamlı fark oturur pozisyonun lehine ($p<0.05$) sürerken ekstansiyonda tespit edilen küçük farklar anlamlı bulunmadı.

Tablo 1. 60 derece / saniye hızda her iki test pozisyonunda elde edilen sonuçların karşılaştırmalı istatistiki olarak değerlendirilmesi

		Pozisyon	60°/sn'de % VA
		Sağ	oturur
Ekstansiyon		yatar	272.00 ± 47.73*
	Sol	oturur	303.20 ± 37.85*
		yatar	273.34 ± 38.52*
Fleksiyon	Sağ	oturur	213.25 ± 34.18*
		yatar	150.80 ± 24.55*
	Sol	oturur	200.75 ± 33.63*
		yatar	142.00 ± 24.75*

* İstatistiksel yönden anlamlı fark (p< 0.05)

Tablo 2. 180 derece / saniye hızda her iki test pozisyonunda elde edilen sonuçların karşılaştırmalı istatistiki olarak değerlendirilmesi

		Pozisyon	180°/sn'de % VA
		Sağ	oturur
Ekstansiyon		yatar	203.25 ± 23.95
	Sol	oturur	202.55 ± 21.00
		yatar	201.35 ± 29.25
Fleksiyon	Sağ	oturur	177.15 ± 26.42*
		yatar	123.50 ± 19.86*
	Sol	oturur	164.65 ± 34.26*
		yatar	119.25 ± 23.87*

*İstatistiksel yönden anlamlı fark (p< 0.05)

Tablo 3. 300 derece / saniye hızda her iki test pozisyonunda elde edilen sonuçların karşılaştırmalı istatistiki olarak değerlendirilmesi

		Pozisyon	300°/sn'de % VA
		Sağ	oturur
Ekstansiyon		yatar	143.95 ± 15.30
	Sol	oturur	143.65 ± 19.99
		yatar	137.00 ± 18.17
Fleksiyon	Sağ	oturur	125.45 ± 23.64*
		yatar	92.00 ± 15.93*
	Sol	oturur	117.00 ± 24.02*
		yatar	88.10 ± 21.02*

*İstatistiksel yönden anlamlı fark (p< 0.05)

Tüm hızlar gözönüne alındığında; her iki diz birlikte değerlendirildiğinde her iki pozisyonda elde edilen test sonuçlarına göre kuvvet farkı 60°/saniye hızda ortalama % 12.81 (sağ diz % 14.69 ve sol diz % 10.93), 180°/saniye hızda ortalama % 1.69 (sağ diz % 2.63 ve sol diz % 0.59) ve 300°/saniye hızda ise ortalama % 3.95 (sağ diz % 3.05 ve sol diz % 4.85) olarak bulundu. Benzer şekilde fleksiyon kuvvetleri değerlendirildiğinde görülen kuvvet farklarının 60°/saniye hızda ortalama % 41.39 (sağ diz % 41.41 ve sol diz % 41.37), 180°/saniye hızda % ortalama 40.75 (sağ diz % 43.44 ve sol diz % 38.07) ve 300°/saniye hızda ise ortalama % 34.57 (sağ diz % 36.35 ve sol diz % 32.80) olduğu görüldü.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Aynı eklemın agonist/antagonist kas gruplarının ve aynı grup kasların sağ-sol kuvvet karşılaştırmalarının yapılmasının yanısıra, bu değerlerin zaman içindeki değişikliklerini takip etmek açısından kuvveti kantitatif olarak değerlendirmek amacıyla kullanılan en yaygın yöntem, izokinetik kontraksiyonlar sırasında yapılan testlerdir (18).

İzokinetik kuvvet testlerinde kuvvet çoğu zaman tek hareket açıklığında ve tek pozisyonda ölçülür. Böylece test edilen izokinetik hızda (derece/saniye cinsinden) kişisel kuvvet kapasitesi objektif olarak değerlendirilmiş olur.

İzokinetik diz ekstansiyon-fleksiyon kuvvet testi sırasında, sonuçlar dizin teste başlangıç açısından ve dinamometrenin sınırlandırılan hareket açıklığından etkilenir (3, 10, 11, 20). Bu aslında aynı pozisyonda bile kuvvet kapasitesinin iki değişkenle (harekete başlama açısı ve dinamometrenin sınırlandırılan hareket açıklığı) etkilebileceğini göstermektedir. Biz çalışmamızda her iki testte de bunu sabitleyerek bu değişkenlerin sonucu etkilemesini engelledik.

Bu iki değişken dışında, biyomekanik ve fonksiyonel anatomi açısından durum değerlendirildiğinde bölge de hem ekstensor hem de fleksor kaslar arasında çift eklem atlayan kasların bulunması kalça pozisyonunun test sırasında değişik pozisyona aldırılması ile sonuçların değişebileceğini akla getirmektedir (12).

Ekstansor kompartıman göz önünde bulundurulursa; test edilen kalça pozisyonlarında, özellikle *m. rectus femoris*'in kuvvetinde değişiklik beklenir. Bu değişiklik ile aslında kalça pozisyonunun izokinetik diz ekstansiyon kuvvetinde etki oluşturacağı ya da başka deyişle değişiklik meydana getireceği anlaşılır (22). *M. rectus fe-*

moris'in hem kalça hem de diz eklemine geçiyor olmasından dolayı kalça pozisyonundaki değişiklik bu kasın boyunu etkileyecektir (19, 24, 25). Oturur pozisyonda rektus femoris kasının boyu kalçanın nötral pozisyonuna göre daha kısadır. Beklenen kuvvet değişikliğinin temelinde kasın uzunluk değişikliği yatar. Daha önce yapılan teorik çalışmalar ve in vivo ölçümler biartikuler kaslarda kasılmaya başlama pozisyonundaki uzunluğun fazla olmasının o kasın oluşturacağı kuvvetin artmasına sebep olduğunu ortaya koymuştur (12,14). Bununla beraber m. rectus femoris'in maksimum istemli kontraksiyonla oluşturulan toplam izokinetik ekstansiyon momentine katılımı % 17 kadardır (21). Bu nedenle bu kasta oluşacak kuvvet değişikliğinin toplam ekstansiyon kuvvetinde oluşturacağı etkinin çok fazla olması da beklenmemelidir (22). Çünkü kalçadaki pozisyon değişikliği diğer ekstensor kasların boyunu etkilememektedir.

Buna karşılık; yapılan izometrik ve izokinetik kuvvet ölçme çalışmalarında, kalça pozisyonunda m. rectus femoris'in uzunluğunun artmasına sebep olacak değişikliklerin diz ekstensor momentini ya arttırmadığını ya da istatistiksel olarak anlamlı bir değişikliğe sebep olmadığını göstermiştir (4, 5, 8, 22).

Ekstansör bölgede durum böyle iken fleksör yüzde iki eklem atlayan biartikuler kasların sayısının fazla olması (19, 23, 24, 25) ve dolayısı ile oluşacak kas uzunluklarındaki değişiklikten total izokinetik fleksiyon momentinin daha çok etkilenmesi beklenir (26).

Bütün bunlar göstermektedir ki; pozisyon nedeniyle kasın boyunda oluşan değişiklik dışında kuvveti etkileyen başka faktör ve/veya faktörler olmalıdır. Bu faktörlerden birinin, kişisel olarak kasın kullanım alışkanlığı yani alışılmış olan büyük kuvvet üretme pozisyon ve kas uzunluğu olduğu görülmektedir (13). Çalışmamıza katılan sporcuların yüz üstü pozisyonu diz ekstansiyonu yapmaları çok alışılmış ve kişisel yatkınlıklarının olabileceği bir durum değildir. Bu nedenden dolayı ekstansiyon kuvvetlerindeki artış teoride beklenen kuvvet değerlerinden düşük bulunmuş olabilir.

Bu yaklaşım diz fleksiyon kuvvetinin oturur pozisyonda yüksek olmasını açıklamak içinde kullanılabilir. Yüzüstü pozisyonda diz fleksiyon kuvvetlerinin anlamlı derecede düşük bulunması hem bu pozisyonda kuvvet üretmeye kişisel yatkınlığın olmaması hem de fleksör kasların uzunluklarının diğer pozisyondan az olması ile açıklanabilir. Burada görüldüğü gibi çalışmamızda kuvveti etkilemesini düşündüğümüz iki değişken (yatkınlık ve kas uzunluğu) fleksör kompartımanda aynı pozis-

yon lehinde görülmektedir. Aslında bu görüş, her iki pozisyondaki fleksiyon kuvvetleri karşılaştırıldığında oturur pozisyon lehine olan kuvvet farkının ekstansiyon kuvvet farkından çok daha fazla olmasını açıklamaktadır.

Sonuç olarak; diz ekstansiyon-fleksiyon kuvvetlerini teoride ve in vivo çalışmalarda etkilediği gösterilen kas uzunluğu dışında etkileyen başka faktör ve/veya faktörlerin olduğu elde edilen sonuçlarla gösterildi. Bu faktörlerden birinin kasın kullanım alışkanlığı (en verimli kullanım yatkınlığı) olduğu düşünüldü.

Ekstansiyonda kuvvet farkının fleksiyondakinden düşük olduğu, hatta yüksek hızlarda (180 ve 300 derece/saniye) bu farkın istatistik açıdan anlamlılığını yitirdiği gözlemlendi. Bunun sebebi kuvvet üretimini etkileyen faktörlerden kas uzunluğunun yüzüstü yatar pozisyon, kullanım alışkanlığı-yatkınlığının ise oturur pozisyon lehine olması olarak değerlendirildi.

Fleksiyon kuvvetleri, tüm hızlarda (60, 180 ve 300 derece/saniye) oturur pozisyon lehine anlamlı derecede yüksek bulundu. Bunun sebebi olarak kuvvet üretimini etkileyen her iki faktörün de oturur pozisyon lehine sonucu etkilemesi olduğu düşünüldü.

Bütün bu değerlendirme ve sonuçlar ışığında kullanım tasarrufu açısından futbolda koşma, pas atma, rakibi aşma ve isabetli sert şut atmada önemi olan diz ekstansiyon-fleksiyon kuvvetlerinin (1, 2, 9) hangi pozisyonda daha güçlü olduğunun bilinmesi, kuvvet antrenmanları yapılırken değişik pozisyonlarda farklı ağırlıklar ve hızlarla çalışma gereğini de akla getirmektedir. Çalışmamız; özellikle kullanım alışkanlığı veya yatkınlığının bulunduğu anatomik pozisyonlarda yapılacak kuvvet çalışmalarının performansa olan etkisinin fazla olacağı öngörüsünü doğrulamıştır.

Kaynaklar

- 1- Akkurt S.; Amatör, Profesyonel ve Genç Futbolcuların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması. **Futbol Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 5 (2); 16-21, 1998
- 2- Akova B.; Elit Profesyonel Futbolcuların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Sezon Öncesi ve Sonrası Görünümü. **Futbol Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 5 (2); 4-9, 1998
- 3- Bobbert M.F., Harlaar J.; Evaluation of moment-angle curves in isokinetic knee extension. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 25; 251-259, 1992
- 4- Bohannon R., Gajdosik R.L., Leveau B.F.; Isokinetic knee flexion and extension torque in the sitting and semi-reclined sitting positions. **Phys. Ther.** 66; 1083-1086, 1986
- 5- Currier D.P.; Positioning for knee strengthening exercises. **Phys. Ther.** 57; 148-152, 1977

- 6- Daniels L., Worthington C.: *Muscle Testing Techniques of Manual Examination*. 3.Edition; **W.B. Saunders Company**, Philadelphia, 1983
- 7- David H. Perrin; *Isokinetik Exercise and Assessment*. **Human Kinetics Publishers**, sayfa 120-124, 1993
- 8- Fisher N.M., Pendergast D.R., Calkins E.C.; Maximal isokinetic torque of knee extension as a function of muscle length in subjects of advancing age. **Arch. Phys. Med. Rehabil.** 71; 729-734 1990
- 9- Gür H.; Futbolcuların Kas Kuvvet Özelliklerinin Başarıdaki Yeri ve Önemi. **Futbol Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 5 (1); 10-18, 1998
- 10- Hart D.L., Stobbe T.J., Plunkett K., Attfield M.; Effect of starting position on the torque and power of the quadriceps. **Phys. Ther.** 63; 767-773, 1983
- 11- Hart D.L., Stobbe T.J., Till C.W., Plunkett K.; Effect of trunk stabilization on quadriceps femoris muscle torque. **Phys. Ther.** 64; 1375-1380, 1984
- 12- Herzog W., Abrahamse S.K., Ter Keurs H.E.D.J.; Theoretical determination of force-length relations of intact human skeletal muscles using the cross-bridge model. **Pflügers Arch.** 416; 113-119, 1990
- 13- Herzog W., Guimaraes A.C., Anton M.G., Carter-Erdman K.A.; Moment-length relations of rectus femoris muscle of speed skaters/cyclist and runners. **Med. Sci. Sports Exerc.** 23; 1289-1296, 1991
- 14- Herzog W., Ter Keurs H.E.D.J.; Force-length relation of in vivo human rectus femoris muscles. **Pflügers Arch.** 411; 642-647, 1988
- 15- Holm I., Ludvingsen P., Steen H.; Isokinetic Hamstrings/Quadriceps Ratios: Normal Values and Reproducibility in Sport Students. **Isokinetics and Exercise Science**, 4 (4); 141-145, 1994
- 16- İşleyen Ç., Erdiñ T., Selamođlu S.; Elit ve Elit Olmayan Sporcularda Diz Ekstansiyon ve Fleksiyon Kas Kuvvetlerinin İsokinetik Metodla Değerlendirilmesi. Spor Bilimleri İkinci Ulusal Kongresi, **Ankara Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu Yayını**, No 3, 116 – 131, 1992
- 17- Kannus P.; Ratio of Hamstring to Quadriceps Femoris Muscles' Strength in the Anterior Cruciate Ligament Insufficient Knee. **Physical Therapy**, 68 (6); 961-965, 1988
- 18- Kannus P.; Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. **Int. J. Sports Med**, 15; 11-18, 1994
- 19- Kendall F.P., Mc Creary E. K., Provance P.G.; *Muscles Testing and Function*. **Fourth Edition**. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993
- 20- Kramer J.F., Vaz M.D., Hakansson D.; Effect activation force on knee extensor torques. **Med. Sci. Sports Exerc.** 23; 231-237, 1991
- 21- McNair P.J., Marshall R.N., Matheson J.A.; Quadriceps strength deficit associated with rectus femoris rupture: a case report. **Clin. Biomech.**, 6; 190-192, 1991
- 22- Pavol M.J., Grabiner M.D.; Knee strength variability between individuals across ranges of motion and hip angles. **Med. Sci. Sports Exerc.** 32 (5); 985-992, 2000

- 23- Reid C. D.; *Sports Injury Assessment and Rehabilitation*. Churchill Livingstone, New York, 1992
- 24- Weineck J.; *Functional Anatomy in Sports*. Second Edition. Mosby Year Book, St. Louis, 1990
- 25- Wirhed R.; *Athletic Ability and The Anatomy of Motion*. Second Edition, Mosby, Barcelona, 1997
- 26- Worrel T.W., Degenar C.R., Armstrong S.L., Perrin D.H.; Effect of Body Position on Hamstring Muscle Group Average Torque. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11, 449-451, 1990
- 27- Worrel T.W., Perrin D.H., Degenar C.R.; The Influence of Hip Position on Quadriceps and Hamstring Peak Torque and Reciprocal Muscle Group Ratio Values. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11; 104-107, 1989