

11-14 Yaş Grubu Tenisçilerin Bilateral ve Unilateral Diz Kuvvet Profiline Belirlenmesi*

Ramazan DEMİRCİ¹, İsmail Faruk AŞKIN¹, Zübeyde ASLANKESER¹

ÖZET

Amaç: Bu araştırmanın amacı tenisçi çocuklarda diz ekstansiyon fleksiyon kas kuvvetinde asimetri olup olmadığını değerlendirmektir.

Yöntem: Çalışmaya yaş ortalaması 12,8± 1,9 olan 5 kız ve 3 erkek sporcu katılmıştır. Tanımlayıcı ölçümlerin (vücut kitle indeksi, vücut yağ yüzdesi, VO₂max, 20 m sprint performansı) yapılmasının ardından izokinetik dinamometre ile 240-180-120-600 sn-1 hızlarda baskın olan ve olmayan diz ekstansiyon fleksiyon kas kuvveti ölçülmüştür. En yüksek kuvvetin kaydedildiği tekrar değerlendirmeye alınmıştır. H/Q oranlarının hesaplanmasında her açısal hızda en yüksek kuvvetin ölçüldüğü fleksiyon ve ekstansiyon değerleri oranlanmıştır. Sonuçların karşılaştırılması bağımsız gruplarda t testi ile yapılmış ve sonuçlar ortalama± SS olarak verilmiştir. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular: Dominant ve non-dominant tarafa ait kuvvet değerlerinde ve H/Q oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Sonuç: 11-14 yaş arası tenisçi çocuklarda diz ekstansiyon ve fleksiyon kuvvet asimetrisi olmadığını ve kuvvet değerlerinin simetrik olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tenis, izokinetik kuvvet, bilateral kuvvet asimetrisi, H/Q oranı

ABSTRACT

Evaluation of Dominant-Nondominant Leg Strengths in 11-14 Years Tennis Players

Purpose: The purpose of this study was examine there has been any strength asymmetries in knee extension- flexion.

Method: 5 girls and 3 boys (12.8± 1.9 years) have joined in the study. After descriptive measures (body mass index, percent of body fat, VO₂max, 20 m sprint time), dominant and non dominant knee extension and flexion strength was measured with isokinetic dynamometer(Cybex Norm) at 240-180-120-600 sec-1. The highest value was accepted as the maximal strength. Hamstrings/ Quadriceps ratio was calculated with ratios of strength of flexor and extensor muscles at every angular velocity. Results were analyzed with independent sample t-test and data were given as ±SD and p<0.05 was accepted as significantly.

Results: There was no meaningful difference in H/ Q ratios between dominant and non dominant legs (p>0.05). Also, there was any significant difference between dominant and non-dominant strength outputs(p>0.05).

Conclusion: These findings suggest that there is not any significant differences of dominant and non dominant strength output during knee extension flexion movement.

Keywords: Tennis, isokinetic strength, bilateral strength asymmetry, H/Q ratio

GİRİŞ

Elit düzeyde tenis, teknik ve taktiğin yanı sıra üst seviye fiziksel uygunluk gerektiren bir spor branşıdır. Müsabaka esnasında her bir sayı ortalama 4-10 saniye sürerken, her sayıdan sonra dinlenme süresinde maksimum 20 saniyedir (Kraemer ve ark., 2000). Bu rakamlara bakıldığında hareketlerin kısa zaman içerisinde ama yüksek şiddette yapıldığı görülmektedir. Tenis branşında sprint, yön değiştirme, sıçrama gibi anaerobik kapasite gerektiren patlayıcı

¹Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Çanakkale/TÜRKİYE

*Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Rekreasyon Anabilim Dalı'nda 05.07.2019 tarih ve 25/14 sayılı yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

hareketler bulunmaktadır. Diğer yandan müsabakanın süresinin önceden belli olmaması ve 3 ila 4 saati aşan maç boyunca performansı aynı seviyede sergilemek için aerobik kapasitenin yanı sıra kas kuvvetinin de gelişmiş olması gerekmektedir (Akşit ve Özkoç, 2004). Tüm bunlar göz önüne alındığında kas kuvveti tenis performansını başarılı bir şekilde müsabakaya yaymada önemli rol oynamaktadır.

Tenis sürekli değişen ve gelişen bir spor branşı olduğundan başlama yaşının diğer branşlara göre daha düşük olduğu bilinmektedir (Unierzyski, 1995). Girard ve Millet (2009) yapmış oldukları araştırmada ergenlik dönemindeki çocuklarda büyüme ile birlikte vücutta asimetri olduğu gözlemlenmiştir. Bu asimetri gözlemlenip antrenörlerin antrenman planlanmasını asimetriyi düzeltmeye yönelik yapmaları sakatlanma riskini oldukça aza indirmektedir.

Tenis branşında kuvvet parametresi başarılı bir performans ve yaralanmayı önlemede en belirleyici faktörlerden birisi olduğu bilinmektedir. Kuvvet, bir dirence karşı kas ya da kas gruplarının karşı koyabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (Muratlı, 1976). Ergenliğe girişle birlikte çocuklarda kuvvet becerisinin arttığı bilinmektedir. Kuvvet artışı ile birlikte boy ve kilo hızla artmakta ve vücutta kuvvet asimetri meydana gelebilmektedir. Bu kuvvet asimetri bilateral ve unilateral olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir. Bilateral kuvvet asimetrisi, ekstremite arası yani kollar ya da bacakların kendi aralarında oluşan kuvvet farklılığını ifade etmektedir. Bu farklılık %15 in üstüne çıktığında sakatlanma riskinin artmakta olduğu ifade edilmektedir (Dvir, 2004). Unilateral kuvvet asimetrisi ise agonist ve antagonist kaslar arasındaki kuvvet farklılığı olarak tanımlanmaktadır. (Orchard ve ark., 1997). Genel olarak günlük hayatta veya antrenmanlarda tekrarlanan hareketlerde baskın olan taraf kullanıldığından dolayı baskın olan tarafın kuvveti baskın olmayan tarafa oranla daha fazla olmaktadır. Baskın ve baskın olmayan bacağın kas gücü ile ilgili olarak, genç sporcularda diz fleksöründe veya kalça ekstansör gücünde %15 veya daha fazla bir fark olduğunda yaralanma riskinin arttığı öne sürülmüştür (Knapik ve ark., 1991). Kuvvet asimetrisi ile ilişkili yüksek yaralanma riskine (Orchard ve ark., 1997) ek olarak atletik performansta da bozulma meydana gelebilmektedir (Jones ve Bampouras, 2010). Flanagan ve Harrison (2007) baskın olan bacağın daha çok kuvvet üretmesinden dolayı ekstremite arası farklı patlayıcı sıçrama performansları oluşmaktadır. Bu farklılık vücutta kuvvet üretiminde dengesizlik meydana getirmekte ve performansı da olumsuz olarak etkilemektedir.

Özellikle ergenlik dönemindeki sporcuların hızlı büyüme nedeniyle motorik özelliklerinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir (Malina ve Boucard, 1991; Dore ve ark., 2005). Bu durum nedeniyle ergenlik dönemindeki sporcuların vücudunda bazı asimetri

oluşmaktadır (Girard ve Millet, 2009). Birçok branşta bilateral ve unilateral kuvvet asimetrisi hakkında çalışma olmasına rağmen tenis branşında oldukça az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmanın amacı genç tenis oyuncularında alt ekstremitede diz fleksiyon-ekstensiyon hareketi sırasında bilateral ve unilateral kuvvet değerlerini karşılaştırmaktır.

YÖNTEM

Çalışmaya Selçuklu Belediyesi Spor Kulübü'nde spor yapmakta olan 8 sporcu kabul edilmiştir. Katılımcılar 5 kız ve 3 erkek sporcudan oluşmuştur. Çalışmaya başlamadan önce Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul oluru alınmıştır. Tüm sporcuların velileri gönüllü rıza formu imzalamıştır. Tüm ölçümler Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Sporcuların demografik özellikleri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri.

Değişken	Ortalama± Standart sapma
Yaş (yıl)	12,8± 1,9
Spor yaşı (yıl)	5,8± 1,9
Vücut ağırlığı (kg)	47,8± 8,4
Boy (cm)	158,2± 9,6
Vücut yağ yüzdesi (%)	18,8± 4,6
VO _{2max} (ml/kg/dk)	52,4±4,8
20 m sprint zamanı(sn)	3,74±0,29

Katılımcıların vücut ağırlığı ve boy uzunluğu ölçümleri SECA marka baskül ile gerçekleştirildi. Deri kıvrım kalınlıkları Holtain marka skinfold kaliper ile biceps, triceps, subscapula ve suprailiak bölgelerinden ölçüldü. Vücut yağ yüzdesi Slugther ve ark. (1988), formülüne göre hesaplandı. Deri kıvrım kalınlıkları Holtain marka skinfold kaliper ile biceps, triceps, subscapula ve suprailiak bölgelerinden ölçüldü. Vücut yağ yüzdesi Slugther ve ark. (1988), formülüne göre hesaplandı.

VO_{2maks} ölçümleri spor salonunda kaymayan zeminde 20 metreye yerleştirilmiş işaretler, sinyallerin duyulabileceği ses sistemi ve koşu sayılarını kaydeden personellerle gerçekleştirildi. Sporcular testte tükeninceye kadar yapmaları konusunda teşvik edildiler. 8,5 km/s hızla başlayan test her dakika 0,5 km/s hızla artmaktaydı. Sporcuların tükendikleri mekik sayısı maksimal mekik sayısı olarak not edildi ve daha sonra koşu hızından aerobik kapasiteleri Mahar ve ark. (2018), önerdiği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı:

$$VO_{2maks}(ml/kg/dk) = 49.642 + (\text{Tur sayısı} \times 0.338) - (\text{Yaş (yıl)} \times 0.867) - (\text{VKİ} \times 0.333)$$

Kuvvet ölçümleri izokinetik bir test bataryası olan Cybex NORM (Lumex Inc., Ronkonkoma, New York, USA) ile yapıldı. Çalışmaya başlamadan önce üretici firmanın tavsiye ettiği protokollerle kalibrasyon gerçekleştirildi. Sporcuların teste tam dinlenmiş olarak gelmelerine ve ölçümlerin günün aynı saatlerinde yapılmasına dikkat edildi.

Sporcular testten önce bisiklet ergometresinde 5 dk süresince ılımlı bir yükte ısınma yaptılar. Ölçümler dinamometrede oturur pozisyonda gerçekleştirildi ve tüm ölçümler dominant tarafla başladı. Sporcuların gerekli konforu sağlamalarına dikkat edildi. Diz ekleminin rotasyon eksenini dinamometrenin rotasyon eksenine ile aynı hizada olmak üzere, alt ekstremitenin lateral malleolün üzerinden dinamometrenin mekanik koluna sabitlendi. Mekanik kolun uzunluğu ve koltukla ilgili diğer değerler kişinin konforuna göre ayarlanıp sabitlendi. Sporculara adaptasyon amaçlı düşük dirençli ısınma protokolü yapıldıktan sonra maksimal ölçümlere geçildi. Diz ekleminin hareket aralığı (ROM) $90 \pm 10^\circ$ olarak ayarlandı. Ölçümlerde izokinetik konsantrik kasılmalar kullanıldı. Yüksek açısal hızdan düşük açısal hıza doğru ilerleyen bir protokol oluşturuldu. Ölçüm hızları;

240⁰/sn hızda 5 tekrarlı ısınma

1 dk dinlenme

240⁰/sn hızda 5 maksimal tekrar

1 dk dinlenme

180⁰/sn hızda 5 maksimal tekrar

1 dk dinlenme

120⁰/sn hızda 5 maksimal tekrar

1 dk dinlenme

60⁰/sn hızda 5 maksimal tekrar olarak uygulandı. Ölçümler arasındaki 60 sn dinlenme sürelerinin bir sonraki kasılmayı maksimal yapabilmek için yeterli olduğu belirtilmiştir (Parcell ve ark., 2002). Dominant tarafa ait ölçümlerin tamamlanmasının ardından diğer tarafın ölçümleri de aynı protokolle yapıldı. Tüm ölçümlerde sporcular maksimal yapmaları konusunda işitsel ve ekrandan görsel olarak teşvik edildiler. Kuvvet çıktılarının değerlendirilmesinde en yüksek kuvvetin olduğu tekrar esas alınarak hesaplamalar yapıldı. Normalize kuvvet hesaplamalarında kuvvet çıktıları vücut ağırlığına bölünerek; hamstring/quadriceps (H/Q) oranlarında ise fleksiyon çıktısı ekstensiyon çıktısına oranlanıp yüzde alınarak hesaplama yapıldı. En yüksek kuvvetin ölçüldüğü tekrarda hareket sırasında

kaydedilen iş ve güç değerleri de hesaplamaaya dahil edildi. İş ve güç hesaplamasında cihazın kaydettiği çıktılar istatistiğe dahil edildi.

Dominant ve don-dominant taraf arasındaki kuvvet farklı (deficit) cihazın yazılımında kaydedilen maksimal tekrarlar arasındaki kuvvet farklarının yüzde olarak hesaplanmasına dayanılarak karşılaştırıldı.

Sporcuların 20 metre koşu performansları düz bir zeminde ve kapalı ortamda dijital kronometre ile yapılmıştır. Ölçümden önce yeterli ısınma uygulanmış ve sporcular en iyi derecelerinde koşmaları konusunda teşvik edilmişlerdir. 3 tekrar uygulanan ölçümde en iyi derece sporcunun 20 metre koşu zamanı olarak kaydedilmiştir.

Verilerin Analizi

Ölçüm sonuçlarının normal dağılım analizi Shapiro-Wilk's testi ile yapıldı. Tüm istatistiksel hesaplamalar SPSS 16 (Chicago, IL, USA) ile yapıldı. Kuvvet çıktılarının analizlerinde dominant ve non dominant taraf karşılaştırmasında bağımsız gruplarda t testi kullanıldı. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verildi. $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Farklı açısal hızlarda kaydedilen salt kuvvet değerleri tablo 2'de verilmiştir. Açısal hız yavaşladıkça hem extrensiyon ve hem de fleksiyon kuvvet çıktısının arttığı görülmektedir. Tüm açısal hızlarda dominant ve non dominant tarafa ait kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 2. Farklı açısal hızlardaki kuvvet değerleri.

Açısal hız($^{\circ}$ /sn)	Extrensiyon(N)		Fleksiyon(N)	
	Dominant	Non-dominant	Dominant	Non-dominant
240 $^{\circ}$ /sn	63,50 \pm 6,29	63,37 \pm 5,78	46,12 \pm 3,38	43,11 \pm 2,80
180 $^{\circ}$ /sn	79,75 \pm 7,20	77,01 \pm 7,39	54,62 \pm 4,98	53,50 \pm 4,01
120 $^{\circ}$ /sn	96,50 \pm 9,24	95,75 \pm 8,13	65,37 \pm 5,60	59,50 \pm 5,44
60 $^{\circ}$ /sn	120,62 \pm 12,60	117,50 \pm 10,27	83,25 \pm 7,41	78,75 \pm 7,48

Tablo 3'de vücut ağırlığına normalize edilen (relatif) kuvvet çıktıları görülmektedir. Her iki tarafa ait normalize kuvvet çıktıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Tablo 3. Normalize kuvvet çıktıları.

n=8	Extensiyon(Nm/kg)		Fleksiyon(Nm/kg)	
	Dominant	Non-dominant	Dominant	Non-dominant
240°/sn	1,32±0,15	1,31±0,19	0,96±0,09	0,91±0,10
180°/sn	1,65±0,19	1,60±0,24	1,12±0,16	1,13±0,15
120°/sn	2,01±0,25	1,99±0,22	1,36±0,19	1,24±0,22
60°/sn	2,49±0,39	2,44±0,25	1,57±0,25	1,51±0,18

Tablo 4. Her iki tarafa ait maksimal kuvvet değerleri arasındaki fark.

Deficit (%)	Extensiyon	Fleksiyon
240°/sn	5,12±1,58	8,01±1,60
180°/sn	7,75±2,32	7,50±2,96
120°/sn	7,25±1,64	9,49±3,22
60°/sn	7,01±1,66	6,37±1,83

Tablo 5. H/Q kuvvet çıktılarının % oranları.

n=8	Dominant	Non-dominant
240°/sn	74,09±6,75	69,42±8,70
180°/sn	71,43±6,36	68,12±7,84
120°/sn	68,33±5,89	62,37±9,56
60°/sn	65,08±10,65	61,60±11,24

TARTIŞMA ve SONUÇ

İzokinetik dinamometrenin kullanımı kas kuvvetinin ölçülmesi ve değerlendirilmesinde oldukça yaygındır. Farklı popülasyonlarda birçok branşta kuvvet profili izokinetik dinamometreler kullanılarak ortaya konulmuştur. Bu çalışma tenis branşı ile antrene edilen çocuklarda diz ekstensiyon-fleksiyon hareketlerinde baskın olan ve olmayan taraf arasında kuvvet farklılıkları olmadığını göstermektedir.

Çocuklarda kuvvet gelişiminin incelenmesi veya takibi yetişkinlere göre daha komplekstir. Büyüme süreci bireysel farklılıklarla birleştiğinde kuvvetin gelişimi farklılaşabilmektedir. Çocuğun antropolojik yaşı, cinsiyeti, uğraştığı spor branşı, pubertenin

neresinde olduğu gibi birçok faktör kuvvet gelişimini etkileyecektir (Kellis ve ark., 2001; Gerodimos ve ark., 2003; Barber-Westin ve ark., 2006). Ancak dönem dönem kuvvet ölçümü ve bunun agonist/antagonist oranları ile bilateral değerlendirilmesi dengeli kuvvet gelişiminin takibi açısından önemlidir. Bu nedenle bu araştırmanın amacı kuvvet çıktısını rakamsal olarak kendi içinde ve diğer araştırma bulguları ile tartışmaktan ziyade, sporculardaki kas kuvvet oranlarını grubun kendi içinde branşa özgü sonuçlar olarak tartışmaktır.

Çocuklarda da yetişkinlerde olduğu gibi kuvvetin gelişimi performansın gelişimine paralel olarak incelenmektedir. Literatürde yetişkinlere göre izokinetik dinamometrede çocuk popülasyonda yapılan daha az araştırma bulunmaktadır. Ancak ölçümler tüm eklemlerde yapılan hareketlerde kuvvet sonuçlarının tekrarlayan ölçümlerde tutarlı olduğu ve bu nedenle güvenle kullanılacağını göstermektedir (Sunnegardh ve ark., 1988). Literatürde izokinetik dinamometrelerde 6 yaşından ergenlik öncesi döneme kadar çocuklarda yapılmış kuvvet ölçümleri bulunmaktadır (Asai ve Aoki 1996). Çocuklarda kuvvet maturasyonla birlikte artmaktadır. Kuvvetteki artış sinir hücrelerindeki miyelinizasyon adı verilen miyelin kılıfının gelişmesi ve motor son plak sayısının artması ile olmaktadır (De Ste ve ark., 1999). Bu açıdan maturasyonun tamamlanması ergenlik dönemine kadar sürdüğünden kuvvet gelişiminin tamamlanması da kronolojik yaşla birlikte artmaktadır. Bu bağlamda sadece kuvvetin esas olarak değerlendirildiği araştırmalarda maturasyon da değerlendirilmektedir (Housh ve ark., 1996). Ancak bu araştırma kuvvetin niteliğini, kas kesit alanını, yetişkinlerle farklılıklar gibi konuları irdelememektedir. Bu araştırmanın amacı, çocuklarda her iki tarafta kronik tekrar eden spor aktivitesinin herhangi bir asimetriye neden olup olmadığının gösterilmesidir.

Çocuk sporcularda literatürde farklı branşlarda diz ekstensiyon-fleksiyon kuvvet değerlerini ve kuvvet simetrisini değerlendiren birçok araştırma bulunmaktadır. Basketbol (Skok ve ark., 2017), futbol (Daneshjoo ve ark., 2013), voleybol (Magalhaes ve ark., 2004), eskrim (Şahin ve Aslankeser, 2016; Poulis ve ark., 2009) gibi branşlarda birçok araştırma yapılmıştır. Ancak teniste diz ekleminde kuvvet simetrisini sorgulayan kısıtlı araştırma bulunmaktadır.

Sannicandro ve ark (2014) yaklaşık olarak 13 yaşlarındaki tenisçilerle yaptıkları çalışmada her iki bacakta kuvvet asimetrisi olduğunu, bunun denge antrenmanları ile düzeltilebileceğini rapor etmiştir. Ancak, bu çalışmadakinden farklı olarak asimetriyi kuvvet ölçen bir dinamometre ile değil; ileri ve yanlara tek bacak sıçrama mesafesi ile ölçmüşlerdir. Ancak Ellenbecker ve ark (1995) elit çocuk sporcularda izokinetik dinamometrede düşük ve

yüksek hızlarda ölçüm yaptıkları çalışmalarında tenisçi çocuklarda bilateral kuvvetin dengede olduğunu, asimetri olmadığını belirtmiştir.

Tenis branşında kuvvet, güç, esneklik ve dayanıklılık bileşenleri performansı belirlemektedir. Kısa sürede kortun farklı bölümlerine vücudu taşımak, topu karşılamak, farklı hızlarda topu karşıya göndermek gibi sportif olayların arka arkaya sıralandığı bir seri hareketler bütününden oluşmaktadır (Groppel ve ark., 1986; Groppel ve Roetert, 1992). Çocuklarda kuvvet gelişimi henüz tamamlanmadığından birbirleri ile karşılaştırmaktan ziyade ekstremite arasındaki kuvvet farklarının karşılaştırılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

İzokinetik dinamometrelerde daha önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere, eklem hareket aralığı yani eklem hareketi hangi aralıkta yapacağı, hareketin türü (konsantrik, eksantrik), tekrar sayısı, dinlenme aralıkları gibi birçok değişken bulunmaktadır. Kaydedilen kuvvet değerlerini etkileyen önemli faktörlerden birisi de kasılmanın hangi açısal hızda gerçekleştiğidir. Temel olarak düşük açısal hızlarda hareket yavaştır ve yüksek kuvvet kaydedilir. Hareketin açısal hızı arttıkça hareket daha hızlı ancak kuvvet daha düşüktür (Brown ve Whitehurst, 2000). Nitekim bu araştırma da yüksek açısal hızdan düşük açısal hıza doğru bir protokol oluşturulmuş ve en yüksek kuvvet değeri gerek salt kuvvet ve gerekse normalize kuvvet değerlendirildiğinde hızın en düşük olduğu açısal hızda ($60^{\circ}/sn$) kaydedilmiştir.

İzokinetik hareketler normalde sportif uygulamalar sırasında kullanılmamakla birlikte, birçok branşta sportif performans ile izokinetik kuvvet arasında ilişki gösterilmiştir (Anderson ve ark., 1991; Ashley ve Weiss, 1994; Atabek ve Sönmez, 2009). İzokinetik dinamometreler önceki bölümlerde de vurgulandığı gibi gerek ölçüm ve gerekse de analiz açısından kolaylıklar içermektedir. Tenis branşında izokinetik değerlendirmeler konusunda oldukça kısıtlı çalışmaya rastlanılmaktadır. Bununla birlikte bu araştırmanın bulguları literatürde bu çalışmadakinden daha yüksek yaşlardaki tenisçilerdeki (11-17 yaş) bulgu ile paralellik göstermektedir (Ellenbecker ve Roetert, 1995). Ayrıca, Read ve Bellamy (1990) de yetişkin tenisçilerde benzer şekilde kuvvet farkı olmadığını belirtmektedir. Sannicandro ve ark (2014)' a göre ise tenis branşında bacak kaslarında kuvvet asimetrisi bulunmamıştır.

Bir raket sporu olan teniste üst ekstremite kuvveti ile performansı inceleyen araştırmalara karşın, alt ekstremite ile ilgili daha az sayıda araştırma bulunmaktadır. Üst ekstremite kuvvetinin teknik, koordinasyon ve esneklikle birlikte top hızını belirleyen önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir (Cohen ve ark., 1994). Ancak, alt ekstremitelerin tenis performansındaki rolü oldukça fazladır (Groppel, 1986). Teniste bütün hareketler alt

ekstremiteden gövdeye ve rakete doğru seyreden kuvvetin transferi ve momentum ile gerçekleşmektedir. Alt ekstremiteler sporcunun tüm kort boyunca yer değiştirmesinin yanı sıra servisten forehand vuruşuna kadar tüm tenis performansında önemli bir bileşendir (Ellenbecker ve ark., 2007). Teniste sporcuyla sayıya ulaştıran önemli faktörlerden olan serviste alt ekstremitte hareketlerinin gövde ve üst ekstremitte ile birlikte kinetik zinciri tamamladığı, başarılı bir serviste alt ekstremitenin rolünün kaçınılmaz olduğu belirtilmektedir (Girard ve ark., 2005; Reid ve ark., 2008). Gelişmiş kas kuvveti sporcunun maksimal şiddetli kısa sprintler ve topa yeterli hızı vermesinde yardımcı olmaktadır (Behm, 1987). Copley (1980) tenisçilerin fonksiyonel asimetri gelişmesi olasılığına karşın kuvvet ve esneklik antrenmanları yapmalarını gerektiğini belirtmektedir.

Salt kuvvet değerleri yetişkinlerde olduğu gibi vücut ağırlığından etkileneceği için normalize kuvvet değerleri daha önce yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında benzer bulguların olduğu görülmektedir. Kellis ve ark (2001) bu çalışmadaki katılımcılardan daha büyük bir futbolcu grupta (13 yaş) yaptıkları çalışmada 180-120-60°/sn hızlarda bu araştırmada kaydedilen değerlere çok yakın sonuçlar sunmuştur.

Çalışmada büyüme çağındaki çocuklar arasında bireysel farklılıkların bulguları etkileme olasılığına karşın vücut ağırlığına normalize edilen kuvvet sonuçları da değerlendirilmiş olup, baskın taraf lehine kuvvet farkı tespit edilmemiştir.

Bilateral Kuvvet Değerlendirmesi

Ekstremiteler arasındaki hamstring asimetrisinin zayıf olan tarafta sakatlık riskini artırdığı ifade edilmektedir. Özellikle klinik olarak sporcuların değerlendirildiği araştırmalarda iki taraf arasındaki hamstring kuvvet değerlendirmesinde bir popülasyondaki ortalamaya ne kadar uyup uymadığından ziyade, kişinin kendi içinde her iki tarafının kuvvet çıktılarının karşılaştırılmasının çok daha değerli olduğu belirtilmektedir (Opar ve ark., 2012). Pek çok araştırma birçok farklı branşta iki taraf arasındaki kuvvet farkının %10 dan fazla olmaması gerektiğinin altını çizmektedir (Heiser ve ark., 1984; Croisier ve ark., 2008; Opar ve ark., 2012). Ellenbecker ve ark (2007) genç tenisçilerde (15 yaş) yaptıkları çalışmada dominant ve non dominant tarafa ait diz ekstensiyon fleksiyon kuvvet çıktılarında anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Hamstring/Quadriceps Kuvvet Oranı (H/Q) Değerlendirmesi

Diz eklemine önden saran quadriceps kas grubu ile arkada femuru kaplayan hamstring grubu kaslarının kuvvet oranı diz eklemine olası sakatlık riskini değerlendirmede

kullanılmaktadır. Bu oran vücudun önemli ekstensör kaslarından olan quadriceps kaslarının kuvveti arttıkça ve-veya hamstring kas kuvveti azaldığında düşmektedir. H/Q oranının düşük olması koşuda dizin öne doğru çekildiği fazda (uyluğun fleksiyonunda ve dizin ekstensiyonunda) hamstring kaslarının quadriceps kaslarına göre zayıf kalmasına neden olacak ve bu durum dizin açıl momentumunda hamstring yetersizliğine neden olacaktır (Aagaard ve ark., 1998; Opar ve ark., 2012). Bu nedenle sıklıkla klasik konsantrik kasılmalarda bakılan H/Q oranlarının dışında eksantrik hamstring konsantrik quadriceps oranlarına da bakılmaktadır. Ancak bu araştırmada konsantrik H/Q oranı değerlendirilmiştir. Tablo 5 de H/Q oranlarının 1'e yakın olduğu görülmektedir. Literatürde bu oranın ideal aralıkları ile farklı rakamlar verilse de hepsinin ortak görüşü 1'e yakın oranın en ideal olduğu, 0,5-0,8 arası değerlerin normal kabul edileceği belirtilmektedir (Grace ve ark., 1984; Coombs ve Garbutt, 2002). Bu açıdan değerlendirildiğinde bu çalışmaya katılan çocuklarda H/Q oranlarının agonist/antagonist kas kuvvet oranının dengede olduğu söylenebilir. Bu oranın değerlendirilmesi sporcuların özellikle de ön çapraz bağ (ACL) yaralanmalarına karşı olan potansiyel risklerinin görülmesi açısından sporcuya, antrenöre ve spor hekimine bilgi verir niteliktedir (Zelisko ve ark., 1982; Ellencecker ve ark 2007).

Tenis tek bir motorik ve-veya fiziksel bileşenle başarısı açıklanacak bir branş değildir. Teknik, taktik, motivasyonel faktörler, motorik özelliklerin hepsinin toplamı başarıyı belirleyecektir. Ancak, kuvvet asimetrisinin elenmesi ve optimal kuvvet dengesinin sağlanması olası yaralanmaları önleyerek başarıya katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

- Aagaard P, Simonsen E, Magnusson S, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring:quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 26: 231-237.
- Akşit T, Özkol MZ. (2004). Elit tenisçilerde anaerobik güç ve kapasite performansının saha ve laboratuvar koşullarında incelenmesi. 10. ICHPER-SD Avrupa Kongresi ve Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, 17-20 Kasım, Bornova, İzmir.
- Anderson MA, Gieck JH, Perrin D, Weltman A, Rutt R, Denegar C. (1991). The relationships among iso- metric, isotonic and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 14: 114-120.
- Asai H, Aoki J. (1996). Force development of dynamic and static contractions in children and adults. *Int J Sports Med*, 17: 170-174.
- Ashley CD, Weiss LW. (1994). Vertical jump performance and selected physiological characteristics of women. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 8: 5-11.
- Atabek HÇ, Sönmez GA. (2009). The relationship between isokinetic strength of knee extensors/flexors, jumping and anaerobic performance, *Isokinetics and exercise science*, 17: 79-83.

- Barber-Westin SD, Noyes FR, Galloway M. (2006). Jump-land characteristics and muscle strength development in young athletes: a gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years of age. *Am J Sports Med*, 34: 375-384.
- Behm D. (1987). Strength and power conditioning for racquet sports. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 9: 37-41.
- Brown LE ve Whitehurst M. (2000). Isokinetics in human performance. The United States of America, Human Kinetics.
- Cohen DB, Mont MA, Campbell KR, Voceutein BN, Loew JW. (1994). Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *American Jozritaf of Sports Mediczne*, 22: 746-750.
- Coombs R, Garbutt G. (2002). Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1: 56-62.
- Copley BB. (1980). Morphological and physiological study of tennis players with special reference to the effects of training. *South African Journal for Research in Sports, Physical Education and Recreation*, 3: 33-44.
- Croisier J, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret J. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med*, 36: 1469-1475.
- Daneshjoo A, Rahnama N, Mokhtar AH, Yusof A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 36: 45-53.
- De Ste Croix MBA, Armstrong N, Welsman JR. (1999). Concentric isokinetic leg strength in pre-teen, teenage and adult males and females. *Biol Sport*, 16: 75-86.
- Dvir Z. (2004). *Isokinetics: muscle testing, interpretation and clinical applications*. Second ed. Edimburgo, Churchill Livingstone.
- Ellenbecker TS, Roetert EP. (1995). Concentric isokinetic quadriceps and hamstring strength in elite junior tennis players. *Isokin Exercise Sci*, 5: 3-6.
- Ellenbecker TS, Roetert EP, Sueyoshi T, Riewald S. (2007). A descriptive profile of age-specific knee extension flexion strength in elite junior tennis players. *Br J Sports Med*, 41: 728-732.
- Flanagan EP, Harrison AJ. (2007). Muscle dynamics differences between legs in healthy adults. *J Strength Cond Res*, 21: 67-72.
- Gerodimos V, Mandou V, Zafeiridis A, Ioakimidis P, Stavropoulos N, Kellis S. (2003). Isokinetic peak torque and hamstring/quadriceps ratios in young basketball players. Effects of age, velocity, and contraction mode. *J Sports Med Phys Fitness*, 43: 444-452.
- Girard O, Micallef JP, Millet GP. (2005). Lower-limb activity during the power serve in tennis: Effects of performance level. *Med Sci Sports Exerc*. 7: 1021-1029.
- Girard O, Millet GP. (2009). Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *J Strength Cond Res*, 23: 1867-1872.
- Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA. (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. *J Bone Joint Surg*, 66: 734-739.
- Groppel JL. (1986). *The biomechanics of tennis: an overview*. Second ed. *Int J Sport Biomech*, p. 141.

- Groppel JL, Conroy B, Hubb E. (1986). The mechanics of the forehand drive, suggestions for training the tennis player. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 8: 5-10.
- Groppel JL, Roetert P. (1992). Applied physiology of tennis. *Sports Medicine*, 14: 260-268.
- Housh TJ, Johnson GO, Housh DJ ve ark. (1996). Isokinetic peak torque in young wrestlers. *Pediatr Exerc Sci*, 8: 143-155.
- Jones PA, Bampouras TM. (2010). A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24: 1553-1558.
- Kellis SG, Gerodimos V, Kellis E, Manou V. (2001). Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinet Exerc Sci*, 9: 31-39.
- Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med*, 19: 76-81.
- Kraemer WJ, Piorowski PA, Bush JA, Gomez AL, Loebel C Volek JS, Newton R, Mazzetti SA, Etzweiler SW, Putukian M, Sebastianelli WJ. (2000). The effects of ncaa division 1 intercollegiate competitive tennis match play on recovery of physical performance in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14: 265-272.
- Magalhaes J, Oliveria J, Ascensao A, Soares J. (2004). Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 44: 119-125.
- Malina RM, Bouchard CG. (1991). Maturation and physical activity. USA, *Human Kinetics*, p. 49-63.
- Muratlı S. (1976). Antrenman ve istasyon çalışmaları. Ankara, Pars Matbaası, s. 97-111.
- Opar D, Williams M, Shield A. (2012). Hamstring strain injuries. *Sports Med*, 42: 209-226.
- Heiser T, Weber J, Sullivan G, Clare P, Jacobs R. (1984). Prophylaxis and management of hamstring muscleinjuries in intercollegiate football players. *Am J Sports Med*, 12: 368-370.
- Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med*, 25: 81-85.
- Parcell AC, Sawyer RD, Tricoli VA, Chinevere TD. (2002). Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Ex*, 34: 1018-1022.
- Poulis I, Chatzis S, Christopoulou K, Tsolakis C. (2009). Isokinetic strength during knee flexion and extension in elite fencers. *Perceptual and Motor Skills*, 108: 949-961.
- Read MTF, Bellamy MJ. (1990). Comparison of hamstring/quadriceps isokinetic strength ratios and power in tennis, squash, and track athletes. *Br J Sports Med*, 24: 178-182.
- Reid M, Elliott B, Alderson J. (2008). Lower-limb coordination and shoulder joint mechanics in the tennis serve. *Med Sci Sports Exerc*, 40: 308-315.
- Sannicandro I, Cofano G, Rosa A, Piccinno A. (2014). Balance Training Exercises Decrease Lower-Limb Strength Asymmetry in Young Tennis Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13: 397-402.

Skok OG, Fajardo JT, Suarez-Arrones L, Arjol-Serrano JL. (2017). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: unilateral versus bilateral combined resistance training. *Int. J Sports Phys. And Performance*, 12: 106-114.

Slughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Loan MD, Bemben DA. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology* 60: 709-723.

Sunnegardh J, Bratteby LE, Nordesjo LO ve ark. (1988). Isometric and isokinetic muscle strength, anthropometry and physical ac tivity in 8 and 13 year old Swedish children. *Eur J Appl Physiol*, 58: 291-297.

Şahin Y, Aslankeser Z. (2016). Evaluation of bilateral asymmetry of concentric and isometric knee extension- flexion strength in male fencers, *Niğde University Journal of Physical Education And Sport Sciences*, 10.

Unierzyski P. (1995). Influence of physical fitness specific to the game of tennis, morphological and psychological factors on performance level in tennis in different age groups. *Science and Racket Sports. E & FN Spon. London*.

Zelisko JA, Noble HB, Porter M. (1982). A comparison of men's and women's professional basketball injuries. *Am J Sports Med*, 10: 297-299.

