

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÜREŞÇİ VE FUTBOLCULARIN QUADRİCEPS VE  
HAMSTRİNG KAS KUVVETLERİNİN İZOKİNETİK SİSTEMLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ VE SAKATLIK EĞİLİMLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Yunus TORTOP**

**ANATOMİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. İsmail TÜRKMENOĞLU**

**Tez No: 2009-003**

**Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Projeleri  
Koordinasyon Birimi tarafından 08.BESYO.02 Proje numarası ile  
desteklenmiştir.**

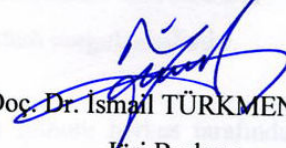
**2009**

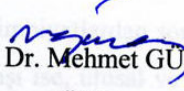
**AFYONKARAHİSAR**

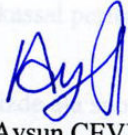
## KABUL VE ONAY

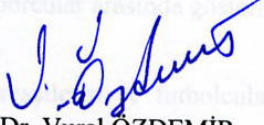
Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Anatomi Ana Bilim Dalı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki  
jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

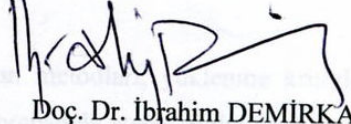
Tez Savunma Tarihi: 09.10.2009

  
Doç. Dr. İsmail TÜRK MENOĞLU  
Jüri Başkanı

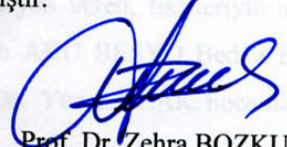
  
Prof. Dr. Mehmet GÜNAY  
ÜYE

  
Doç. Dr. Aysun ÇEVİK DEMİRKAN  
ÜYE

  
Doç. Dr. Vural ÖZDEMİR  
ÜYE

  
Doç. Dr. İbrahim DEMİRKAN  
ÜYE

Anatomi Ana Bilim Dalı Doktora öğrencisi Yunus Tortop' un "Güreşçi ve Futbolcuların Quadriceps ve Hamstring Kas Kuvvetlerinin İzokinetik Sistemle Değerlendirilmesi ve Sakatlık Eğilimlerinin Araştırılması" başlıklı tezi ... / ... /2009 günü, saat .....’da Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Zehra BOZKURT  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

İnsan gücünün var olan gerçek değerlerini öğrenebilmek, egzersiz uzmanları, doktorlar ve fizyoterapistler için her zaman gerekli olmuştur. Profesyonel antrenörler, spor hekimleri ve sporcularla ilgilenen fizyoterapistler kas gruplarının arasındaki kuvvet ilişkilerindeki farklılıkların üstünde durarak, sakatlıkların önlenmesindeki önemli rolünü vurgulamışlardır.

Günümüzde dünya futbolu herkes tarafından tanınan, incelenen, istatistiği yapılan ve tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de popüler olan bir spor dalıdır. Futbol yüksek aerobik ve anaerobik güç, dayanıklılık ve kassal performans gerektirir.

Olimpiyatlardan sonra en eski spor dalı ve ülkemizde ata sporu olarak bilinen güreş branşı ise, ulusal ve uluslararası alanda yoğun bir ilgi ile izlenmekte ve takip edilmektedir. Vücut ağırlığı kriter alınarak yapılan değerlendirmelerde, güreşçiler en kuvvetli sporcular arasında gösterilmektedir.

Güreşçilerin ve futbolcuların antrenman metodları, yüklenme kriterleri ve fiziki yapıları farklılık göstermektedir. Güreş branşında statik, futbolda ise dinamik bir kuvvet kullanımı söz konusudur. Sedanter insanlarla, güreş ve futbol gibi farklı şartlarda antrenman ve müsabaka yapan sporcularda, kas gruplarının izokinetik kuvvetlerinin belirlenmesi antrenör, antrenman bilimi ve sporcular açısından önemlidir. Özellikle agonist ve antogonist kaslar arasındaki orantısız güç kullanımının sakatlık riskini artırdığı konusunda ülkemizde sınırlı çalışmaların bulunması, böyle bir araştırmaya bizi yönlendirmiştir.

Bu çalışmanın her safhasında çalışmama yön veren, fikirleriyle aydınlatan, yöntem ve teknik açıdan yardımını esirgemeyen AKÜ BESYO Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölüm Başkanı Yrd. Doç. Dr. Yücel OCAK hocama teşekkür ederim.

Doktora eğitimime başladığımdan bu yana gerek ders, gerekse tez aşamasında desteklerini esirgemeyen Doç Dr. Aysun ÇEVİK DEMİRKAN ve Doç Dr. Vural ÖZDEMİR hocalarıma, ayrıca çalışmamızdaki istatistik değerlendirmeler konusunda yön gösteren Doç Dr. Aziz BÜLBÜL hocama da teşekkür ederim.

Manevi desteklerini yanımda hissettiğim Afyon Kocatepe Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğretim elemanlarına ve araştırmamıza mali yönden desteklerinden dolayı Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi başkanlığına teşekkür ederim.

**Yunus TORTOP**

**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
<b>Tez Jürisi ve Enstitü Müdürlüğü Onayı.....</b>	<b>II</b>
<b>Önsöz.....</b>	<b>III</b>
<b>İçindekiler.....</b>	<b>V</b>
<b>Simgeler ve Kısaltmalar.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Tablolar Listesi.....</b>	<b>IX</b>
<b>Resimler Listesi.....</b>	<b>X</b>
<b>Grafikler Listesi.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>XII</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>XIV</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Dizin Anatomik Yapısı.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1. Kemik Yapı.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1.1. Uyluk kemiği (Os Femoris) .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1.2. Bacak kemikleri (Ossa cruris) .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.1.3. Dizkapağı kemiği (Patella)... ..</b>	<b>8</b>
<b>1.1.2. Kas Yapısı.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.2.1. M. Quadriceps Femoris .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2.2. M. Sartorius.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2.3. M. Biceps Femoris.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2.4. M. Semimembranosus.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.2.5. M. Semitendinosus.....</b>	<b>11</b>

1.1.2.6. M. Popliteus.....	11
1.1.2.7. M. Gastrocnemius.....	12
1.1.3. Diz Eklemi ( Articulatio Genus).....	12
1.2. Dizin Biyomekaniği.....	13
1.2.1. Diz Eklemi Oluşumuna Katılan Kasların Fonksiyonları.....	14
1.2.2. Diz Eklemi Hareketleri.....	15
1.3. Kasların Kasılma Tipleri.....	16
1.3.1. İzometrik Kasılma.....	17
1.3.2. İzotonik Kasılma.....	17
1.3.3. Tetanik Kasılma.....	18
1.3.4. İzokinetik Kasılma.....	19
1.4. Kasların Rollerini.....	19
1.5. İzokinetik Güç Kavramı ve Ölçüm Sistemi.....	20
1.6. Diz Bölgesinde Orantısız Kas Kuvvetsizliğine Bağlı Sakatlık Eğilimleri	24
2. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
3. BULGULAR.....	33
4. TARTIŞMA.....	44
4.1. Dominant ve Nondominant Ekstremitelerin Hamstring (H) ve Quadriceps (Q) Zirve Tork (Peak Torque-PT) Değerleri.....	44
4.1.1. Dominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör.....	44
4.1.2. Nondominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör .....	47
4.2. Dominant ve Nondominant Ekstremitelerin Hamstring (H) ve Quadriceps (Q) Zirve Tork (Peak Torque-PT) / Vücut Ağırlığı (Body Weight-BW) (Relatif Kuvvet) Değerleri.....	49
4.2.1. Dominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Relatif Kuvvet) .....	49
4.2.2. Nondominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Relatif Kuvvet) .....	51
4.3. Hamstring/Quadriceps (H/Q) Dominant ve Nondominant Ekstremitelerin Zirve Tork(Peak Torque-PT) Oranları ile Sakatlanma Eğilimlerinin İncelenmesi.....	52

<b>4.3.1. Dominant Ekstremitte H/Q Oranları.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.2. Nondominant Ekstremitte H/Q Oranları.....</b>	<b>56</b>
<b>5. SONUÇ.....</b>	<b>60</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>62</b>
<b>7. EKLER</b>	
<b>7.1. İzokinetik Dinamometre Ölçümlerinin Bilgisayar Sonuçları.....</b>	<b>78</b>

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>BW</b>	<b>: Body Weight (Vücut Ağırlığı)</b>
<b>H</b>	<b>: Hamstring</b>
<b>H/Q</b>	<b>: Hamstring Kas Grubunun Quadriceps Kasına Oranı</b>
<b>n</b>	<b>: Gözlem sayısı</b>
<b>No</b>	<b>: Numara</b>
<b>PT</b>	<b>: Peak Torque (Zirve Tork)</b>
<b>s</b>	<b>: Saniye</b>
<b>SD</b>	<b>: Standart hata</b>
<b>Q</b>	<b>: Quadriceps</b>



## TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 3.1.</b> Araştırmaya Katılan Sporcu ve Kontrol Grubunun Yaş (Yıl), Vücut Ağırlığı (kg), Boy Uzunluğu (cm), Vücut Kitle İndeksi Değerleri, Spora Başlama Yaşları ve Aktif Sporculuk Yıllarının Ortalamaları.....	33
<b>Tablo 3.2.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork Değerleri (Nm).....	34
<b>Tablo 3.3.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork Değerleri (Nm).....	35
<b>Tablo 3.4.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork Değerleri (Nm).....	36
<b>Tablo 3.5.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork Değerleri (Nm).....	37
<b>Tablo 3.6.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Relatif Kuvvet) Değerleri (Nm).....	38
<b>Tablo 3.7.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Relatif Kuvvet) Değerleri (Nm).....	39
<b>Tablo 3.8.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Relatif Kuvvet) Değerleri (Nm).....	40

<b>Tablo 3.9.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Relatif Kuvvet) Değerleri (Nm).....	<b>41</b>
<b>Tablo 3.10.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranları (%).....	<b>42</b>
<b>Tablo 3.11.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranları (%).....	<b>43</b>

## RESİMLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Resim 2.1.</b> Deneklerin İzokinetik Test Pozisyonu.....	<b>32</b>
<b>Resim 2.2.</b> İzokinetik Dinamometre.....	<b>32</b>

## GRAFİKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Grafik 3.1.</b> Grupların Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü.....	34
<b>Grafik 3.2.</b> Grupların Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü.....	35
<b>Grafik 3.3.</b> Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü.....	36
<b>Grafik 3.4.</b> Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü.....	37
<b>Grafik 3.5.</b> Grupların Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Nm) Değerlerinin Görünümü.....	38
<b>Grafik 3.6.</b> Grupların Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Relatif Kuvvet)) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Nm) Değerlerinin Görünümü.....	39
<b>Grafik 3.7.</b> Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut (Nm) Ağırlığı Değerlerinin Görünümü.....	40
<b>Grafik 3.8.</b> Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Nm) Değerlerinin Görünümü.....	41
<b>Grafik 3.9.</b> Grupların Dominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranlarının (%) Görünümü.....	42
<b>Grafik 3.10.</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranlarının (%) Görünümü.	43

## TEZ ÖZETİ

**Güreşçi ve Futbolcuların Quadriceps ve Hamstring Kas Kuvvetlerinin İzokinetik Sistemle Değerlendirilmesi ve Sakatlık Eğilimlerinin Araştırılması**

Bu araştırmada, izokinetik dinamometreyle güreşçi ve futbolcuların hamstring ve quadriceps kas kuvvetlerinin farklı açılarda ölçülerek elde edilen bulgular doğrultusunda, antrenman yöntemlerinin değerlendirilmesi ve sporcularda buna bağlı sakatlık eğilimlerinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Çalışmaya 20 güreşçi, 20 futbolcu ve 20 kontrol grubu olmak üzere toplam 60 denek alınmıştır. Sporcu olan deneklerin haftada 5 gün spor yapmaları ve en az 5 yıl aktif sporcu olmaları şartı aranmıştır. Denekler araştırmaya gönüllü olarak katıldı ve bütün deneklerden gönüllülük onan formu alındı.

Araştırmaya katılan deneklerin diz fleksiyon/ekstansiyon kas kuvvetleri 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda “Biodex System 3” marka izokinetik dinamometreyle ölçüldü. Araştırma verilerinin analizleri SPSS istatistik paket programında yapıldı. Güreşçi, futbolcu ve kontrol gruplarının dominant ve nondominant ekstremitelerinin izokinetik kuvvetlerinin ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı.

Dominant ve Nondominant ekstremitelerinin ekstansör (Q) 60°/s açısal hız zirve tork değerlerinde güreşçiler ile kontrol grubu arasında güreşçiler lehine istatistikî olarak anlamlı bir farklılık gözlemlendi ( $p<0.01$ ). 180°/s açısal hızda hem güreşçiler ile kontrol grubu ve hem de futbolcular ile kontrol grubu arasında istatistikî olarak ileri derecede anlamlı farklılık olduğu görüldü ( $p <0.001$ ).

60°/s açısal hızda dominant ekstremitte ekstansör (Q) zirve tork/vücut ağırlığı değerleri, güreşçilerin ve futbolcuların değerlerinin kontrol grubunun değerlerinden yüksek olduğu gözlemlendi ( $p<0.05$ ). 180°/s açısal hızda da, güreşçi ve futbolcu gruplarının değerleri kontrol grubuna göre yüksek bulundu ( $p<0.01$ ). 60°/s açısal hızda nondominant ekstremitte ekstansör (Q) zirve tork/vücut ağırlığı değerlerine göre, güreşçiler ile kontrol grubu arasında istatistikî olarak güreşçiler lehine anlamlı

bir farklılık görüldü ( $p<0.05$ ).  $180^\circ/s$  açısal hızda ise, hem güreşçilerle kontrol grubu, hem de futbolcularla kontrol grubu arasında istatistikî olarak ileri derecede anlamlı farklılık tespit edildi ( $p<0.001$ ).

Güreş, futbol ve kontrol grupları arasında dominant ekstremitelerin  $60^\circ/s$  ve  $180^\circ/s$  açısal hızlardaki H/Q zirve tork oranlarında istatistikî olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0.05$ ). Ancak dominant ekstremitede  $180^\circ/s$  açısal hızdaki H/Q zirve tork oranlarında, kontrol grubunun ortalamalarının futbolculara göre yüksek olduğu görüldü ( $p<0.05$ ).

Bu araştırmada, sporcularda lig seviyesi ve kalite yükseldikçe H/Q oranlarında düşüş gözlemlendi. Ayrıca açısal hız arttıkça H/Q oranının da arttığı tespit edildi. Yapılan bu çalışmada tüm dominant ekstremitede değerlerinin, nondominant ekstremitede değerlerinden yüksek olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ). Ancak farklılıkların sakatlanma konusunda kritik değer olarak kabul edilen % 10'un üzerine çıkmadığı görüldü.

Ayrıca, açısal hız arttıkça quadriceps ve hamstring kas kuvveti zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin düştüğü, tüm açısal hızlarda quadriceps zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerleri hamstring değerlerinden yüksek olduğu görüldü. Alt ekstremitede statik kuvvetin ön planda kullanıldığı güreşçilerin zirve tork değerleri, dinamik kuvvet kullanımına yönelik çalışan futbolculardan tüm açısal hızlarda yüksekti.

Sonuç olarak; Araştırmaya katılan sporcu gruplarının H/Q ve dominant-nondominant oranları ile zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin, sporcuların birinci derecede sakatlanmalarına sebebiyet verecek düzeyde olmadığı, bilakis normal kabul edilen sınırlar içerisinde olduğu görüldü. Başka bir ifadeyle sporcularda orantısız kuvvet gelişimi ve ciddi bir sakatlık eğilimi bulunmadığı belirlendi. Bu durum sporcuların geçmişte doğru antrenman ve yöntemleriyle çalıştıklarını göstermiştir. Dolayısıyla araştırmaya katılan güreşçi ve futbolcuların antrenman metotlarıyla ilgili yeni yaklaşımlar sunmaya ihtiyaç duyulmamıştır.

**Anahtar Sözcükler** : Diz, İzokinetik, Kuvvet, Sakatlık, Spor

**SUMMARY****Assessing Quadriceps and Hamstring Muscle Strength of Wrestler and Footballers with Isokinetic System and Investigation of Their Disability Tendency**

This study aims to assess the training methods and connected to this to investigate disability tendency by measuring hamstring and quadriceps muscle strength of wrestlers and footballers with isokinetic dynamometer in different angles.

20 wrestlers, 20 footballers and 20 controls (a total of 60 subjects) were participated in this study. The tested persons who participated in this study do their sporting activity 5 days a week and active athletes for at least five years. And all of them voluntarily participated in the study and are received a voluntary form.

Knee flexion / extension muscle strength of the subjects was measured with "Biodex System 3" isokinetic dynamometer in 60 deg/sec and 180 deg/sec angular speeds. Research data analysis was performed by SPSS statistical package program. One-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey multiple comparison tests were used for comparing measurement results of isokinetic strength of the dominant and nondominant extremities of wrestler, footballers and controls.

Significant statistical difference was observed between the controls and wrestlers when considering extensor (Q) 60 deg /sec angular speed of the peak torque values of dominant and nondominant extremities. Wrestlers had higher angular speed than the controls (**p<0.01**). Significant statistical difference was also seen between wrestlers and controls as well as footballers and controls when it is 180 deg /sec (**p<0.001**).

It is found out that 60 deg/sec angular speed extensor (Q) peak torque / body weight values of dominant extremities of wrestlers and football were higher than that of the controls (**p<0.05**). It is also observed that the values of wrestlers and footballer higher than that of controls when it is 180 deg/sec (**p<0.01**). Significant statistical difference was observed between wrestlers and control when considering extensor (Q) 60 deg/sec angular speed of the peak torque values of nondominant extremities.

Wrestlers had higher angular speed than the controls (**p<0.05**). Significant statistical difference was also seen between the values of wrestlers and controls as well as the values of footballers and controls when it is 180 deg /sec (**p<0.001**).

No significant statistical difference was observed on dominant extremities of wrestlers, footballers and the controls when it is 60 and 180 deg/sec angular speeds of H/Q peak torque ratios (**p>0.05**). However, it is seen that 180 deg/sec angular speed of H/Q peak torque ratios of controls was higher than that of footballers (**p<0.05**).

In this study, we have seen that the sportsmen have less H/Q ratio as the quality of the game and the league level increases.

In addition, It was found out that the higher of the angular speed, the higher of the H/Q ratio. During the study, we have seen that all dominant extremity results were higher than nondominant extremity results (**p<0.05**). However, the difference between these wasn't 10% which is considered as critical level considering disability.

In addition to these, it is observed that when the angular speed increases, quadriceps and hamstring muscle strength and peak torque, peak torque / body weight values falls, also quadriceps peak torque and peak torque / body weight values were higher than the values of hamstring muscles. Peak torque values of wrestlers who use lower extremity static force more often was higher than that of the footballers who trains using dynamic force in all angular speeds.

In conclusion, it is found out that H/Q, and dominant-nondominant ratio and peak torque and peak torque / body weight values of sportsmen who participated in this study aren't at a level which primarily cause disability, but at a level adopted within limits. In other words, it is determined that there is no disability tendency and development of strength imbalance of sportsmen. This case have shown that they trained with a correct training methods, therefore, there is no need to provide a new approach about the training methods for wrestler and footballers participated in this study.

**Key Words** : Disability, Isokinetic, Knee, Sport, Strength.

## 1. GİRİŞ

Sporcuların iyi bir performans gösterebilmelerindeki önemli etkenlerin başında sahip oldukları fizyolojik ve anatomik özellikler gelir. Performansın artırılması için bu özellik parametrelerinin doğru bir şekilde ölçülmesi şarttır. Bu özelliklerin uygun ve doğru temellere dayanması durumunda, sporcunun performansının yükseltilmesi mümkün olabilmektedir. Bu sistem içerisinde özellikle kas kuvveti, her sporcu ve her spor branşı için daha da önem taşımaktadır.

Kuvvet, gücün ve hızın bileşimidir (1). Kuvvet, sporcunun bir hareketi daha hızlı gerçekleştirmesini, yönünü değiştirebilmesini ve daha yükseğe sıçrayabilmesini sağlar (2). Son yıllarda sporcuların sakatlıklarının önlenmesine yönelik çalışmaların arttığı görülmektedir. Bu nedenle sakatlanmaya sebep olan faktörler tespit edilmeye çalışılırken, aynı zamanda kişiye özel diğer faktörlerin üzerinde durulmaktadır. Yapılan çalışmalarda agonist-antagonist ve bilateral kas kuvvetlerindeki anormal farklılıkların sporcuların sakatlanmalarında önemli etken olduğu görülmüştür (3,4).

Günümüzde dünya futbolu herkes tarafından tanınan, incelenen ve istatistiği yapılan bir spor branşıdır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en popüler spor dalıdır. Futbol yüksek aerobik ve anaerobik güç, dayanıklılık ve kassal performansa dayalıdır. Futbolda kas aktivite durumlarının araştırıldığı çalışmalarda, diz çevresi kas gruplarının topa vuruş, sıçrama ve yön değiştirme esnasında yüksek aktivasyon gösterdiği bildirilmektedir (5,6).

Futbol takımları artık maç kazanmak için daha farklı arayışlara yönelmişlerdir. Teknik kapasitesi yüksek oyuncular takımlarına çok büyük avantajlar sağlamışlardır. Sporsal yaşantının en başından başlayarak kişinin amacı ve eğilimi bir spor dalında özelleşmektir. Özelleşmenin fizyolojik (örn: kuvvet) özelliklerinin yanında tekniksel, taktiksel ve psikolojik özelliklerle de ilgisi olduğu için bu tür bir



uyum sağlamının sadece fizyolojik değişimlere bağlı olmadığı da somut bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır (7).

Futbolun dayanıklılık gerektiren bir spor dalı olmasından dolayı, futbolcularında gelişmiş optimal kas kuvvetine sahip olmaları gerekir. Özellikle alt ekstremitelerde de kas kuvveti sprint, sıçrama, yön değiştirme, pas, şut gibi spesifik hareketlerde önemli olduğu gibi, izokinetik dinamometrelerle de objektif olarak değerlendirilebilmektedir (8).

Olimpiyatlardan sonra en eski spor dalı ve ülkemizde ata sporu olarak bilinen güreş, ulusal ve uluslararası alanda yoğun bir ilgi ile izlenmekte ve takip edilmektedir. Buna rağmen güreş branşına ait bilimsel araştırmaların sayısı oldukça yetersizdir. Diğer sporcular gibi güreşçilerinde sportif başarılarının artırılabilmesi için fizyolojik, morfolojik ve tekniksel yönlerden analizlerinin yapılması şarttır (9).

Güreş çok kısa bir zaman diliminde, çok çabuk hareketlerle yapılması gereken bir spor türüdür. Vücut ağırlığı kriter alınarak yapılan değerlendirmelerde, güreşçiler en kuvvetli sporcular arasında gösterilmektedir. Biyomotor özellik olarak kuvvet, hücum sırasında tekniğin uygulanmasında veya yapılan tekniğe karşı koyabilmeye (kontra-atakta) önemlidir (10). Güreş sporu, atletik performansın değerlendirilmesinde kritik olan vücudun alt ve üst ekstremitelerde kas sisteminin kuvvetini gerektirir. İzokinetik dinamometre ile bu değişkenlere yönelik olarak elde edilen tarafsız sonuçlar sporcular için özellikle önem taşımaktadır (11).

Tüm spor yaralanmalarının % 10-30'unu kas yaralanmaları oluşturmaktadır. Özellikle futbol, spor dalları içinde yüksek sakatlanma oranına sahiptir. Yapılan çalışmalar, kas kuvveti ve endürans gibi fiziksel uygunluk parametrelerinin yetersizliği veya azlığının, kas yaralanmaları için risk faktörleri olduğunu göstermektedir (12,13).

Birçok epidemiyolojik çalışma, elit erkek sporcularda zayıf hamstring kas kuvveti ile akut hamstring sakatlıkları arasındaki ilişkiyi bizlere göstermiştir. Diz ekleminin tek ekstansör kası olan quadriceps femoris ise diz eklemine etkileyen

dinamik yapılardan en önemlisidir. Bu kas grubu, diz ekleminin stabilizesindeki etkisini patella ve patellar tendon aracılığı ile gösterir. Futbol ve güreşte quadriceps ve hamstring kas grupları birinci derecede önemlidir. Quadriceps kas grubu sıçrama, denge ve topa vuruş hareketlerinde önemli rol oynarken, hamstring kas grubu koşma hareketi ve dönüşlerde dizin stabilizesini korumaktadır (14,15).

İnsan gücünün var olan gerçek değerlerini öğrenebilmek egzersiz uzmanları, doktorlar ve fizyoterapistler için her zaman gerekli olmuştur. Profesyonel antrenörler, spor hekimleri ve sporcularla ilgilenen fizyoterapistler kas gruplarının arasındaki güç ilişkilerindeki farklılıkların üstünde durarak, sakatlıkların önlenmesindeki önemli rolünü vurgulamışlardır (16).

Kas hasarı; kasta yapısal değişiklikler, kuvvet kaybı, ağrı ve kassal proteinlerin plazmada artışı ile karakterizedir. Eksantrik egzersiz sarkomerde aşırı mekanik gerilmeler yaratarak, sarkomer bütünlüğünü sağlayan yapısal proteinlerin kopmasına neden olur. Yapısal proteinlerin zarar görmesi sonucunda sarkoplazmik retikulum, T tübül ve sarkolemmaya yayılan kas hasarı gerçekleşir. Kas hasarı görsel ve miktersal olarak histokimyasal ve manyetik görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilebildiği gibi, fizyolojik ölçümler (kuvvet) ve biyokimyasal ölçümler (bazı serum enzim ve proteinlerinin varlığı) kas hasarı tayininde kullanılan pratik ve kolay parametrelerdir. Kas bütünlüğünün bozulması sonucu fonksiyonel kapasitenin kısıtlanması, kas kuvvetinde düşmelere neden olur (17,18).

Antrenman yöntemleri uygulamalarında, sporcuların saha içindeki görevlerine özgü, farklı çalışmalarla bölgelere göre bireysel gelişimler sağlanması gerekmektedir. Bazı çalışmalarda farklı antrenman yöntemleriyle izokinetik gelişimler araştırılmıştır. Sporcuların fiziksel performanslarını en üst düzeye çıkarabilmek için, ayrıntılı bir şekilde analiz edilmeleri gerekir. Antrenmanlarda ağırlık verilecek noktaların belirlenmesinde izokinetik dinamometrelerin önemli katkıları olmuştur (19).

Normal popülasyonda ve spor dallarında normal verileri oluşturmak, sporcunun fiziksel performansının en üst düzeye çıkarılmasında ve yaralanmaların

tanı ve tedavisinin programlanmasında büyük önem taşır. Sportif performansın belirlenmesinde son derece önemli rol oynayan kas gruplarının, kuvvet ve dayanıklılığını test etmede daha net ve duyarlı ölçümler yapan izokinetik sistemlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır (20). İzokinetik sistemler, dünyada fizik tedavi ve spor hekimliği ile ilgili pek çok merkezde kullanılmaktadır. En yaygın kullanım şekli tedavi amacına yönelik olmakla birlikte, sportif performansın değerlendirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (21).

İzokinetik, hareket süratinin (kas kasılma süratinin) sabit tutulduğu maksimal bir kasılma şeklidir. Kas sabit bir hızla kasılırken kasta ortaya çıkan gerim bütün hareket boyunca oynağın tüm açılarında maksimal tutulur. İzokinetik antrenman kas kuvvetini ve dayanıklılığını geliştirmede en iyi yöntem olduğundan, bu araştırmada izokinetik test ölçümlerinden yararlanılmıştır. İzokinetik kasılma ve İzokinetik egzersizlerin yapılabilmesi için oldukça komplike aletlere gereksinim vardır. En tanınmış makinelerin markaları; Cybex, Kinethron, Isothron, Biyodexdir (22).

Bu çalışmada, bireysel ve takım sporlarıyla uğraşan elit düzeydeki sporcuların ve kontrol grubunun kas kuvvetlerinin ölçümü ve karşılaştırılması düşünülmektedir. Bundan dolayı Ülkemizde ve Dünyada en çok ilgi gören takım sporlarından futbol ve bireysel sporlardan güreşle uğraşan elit düzeydeki sporcular teste tabi tutulmuştur. Güreşçilerin ve futbolcuların antrenman metotları, yüklenme kriterleri ve fiziki yapıları farklılık göstermektedir. Güreş branşında statik, futbolda ise dinamik bir kuvvet kullanımı söz konusu olmaktadır. Sedanter insanlarla, güreş ve futbol gibi farklı şartlarda antrenman ve müsabaka yapan sporcularda, kas gruplarının izokinetik kuvvetlerinin belirlenmesi antrenör, antrenman bilimi ve sporcular açısından önemlidir. Özellikle agonist ve antogonist kaslar arasındaki orantısız güç kullanımının sakatlık riskini artırdığı konusunda ülkemizde sınırlı çalışmaların bulunması, böyle bir araştırmaya bizi yönlendirmiştir.

Bu araştırmada, güreşçi ve futbolculardaki izokinetik dinamometreyle ölçülerek ortaya konulması düşünülen sonuçlar neticesinde, doğru ve amaca uygun antrenman yöntemlerine yeni bir bakış açısı getirilmesi ve sporcularda buna bağlı sakatlık eğilimlerinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

### 1.1. Dizin Anatomik Yapısı

Vücuttaki en büyük eklem olan diz eklemi, alt ekstremitenin bir ara eklemi olup, menteşe tipi bir özellik gösterir. Diz eklemi insan vücudunun en komplike eklemlerinden birisidir. Yük taşımadaki önemi dışında postürü sağlama ve yürüme mekanizmasında komplike yapısıyla önemli bir yeri vardır. Hareket eksenini, fleksiyon ve ekstansiyon yapabilecek özelliktedir. Değişen derecelerde fleksiyon yapabilmesi sayesinde büyük bir hareketlilik yeteneği vardır ve bu özellik zemin bozukluklarında optimal oryantasyon ve koşma için esastır. Rotasyon ise yalnızca fleksiyon pozisyonunda gerçekleştirilebilir. Mekanik olarak diz ekstensiyonda stabil iken, fleksiyonda bir mobilizasyona sahiptir. Stabilize durma ve yürümede, mobilite ise yürüme, koşma ve düzensiz zeminlere uyum fonksiyonlarında etkindir (23,24).

Diz eklemi, patella ile femur arasında femuropatellar eklem ve tibia ile femur arasındaki femoratibial eklem olmak üzere iki fonksiyonel eklemden meydana gelir. Distal femur, medial ve lateral olmak üzere iki kondilden oluşur. İki kondil arasında "U" şeklinde derin bir fossa interkondylaris bulunur. Kondillerin ön yüzü patella ile alt yüzleri ise tibial kondillerle artiküler uyum gösterir. Femoral ve tibial kondiller arkaya doğru çıkıntı yaparlar ki, bu çıkıntı nedeniyle diz geniş açılı bir fleksiyon yapabilme yeteneği kazanır (24).

Diz ekleminde yer alan anatomik yapıları normal hareketi sağlayan ve anormal hareketi önleyen statik ve dinamik sınırlayıcı elemanlar olarak ikiye ayırabiliriz. Statik sınırlayıcıları kemik yapılar, menisküs ve bağlar oluştururken, dinamik sınırlayıcıları ise, muskulotendinöz yapılar ve eklem yüklenmesinin stabilizan etkisi oluşturmaktadır (25).

Eklem kondillerini bağlayan iki adet çapraz bağ vardır. Fleksiyon pozisyonunda yan bağlar (kollateral ligamentler) gevşediğinde, tibia başının öne yer değiştirmesi ön çapraz bağ (ACL= Anteriör Cruciate Ligament) tarafından, arkaya yer değiştirmesi ise arka çapraz bağ (PCL= Posteriyör Cruciate Ligament) tarafından engellenir. Diz eklemindeki her pozisyon değişimi, çapraz bağların bazı bölgelerini gerilme kuvvetleriyle karşı karşıya bırakır. Bu dönüş içe rotasyonu frenleyici bir etki

yapar. Diz ekleminin belirgin bir şekilde mekanik yüklere maruz kalan tüm bölgeleri bursalarla desteklenmiştir (26-29).

Diz ekleminin mekanik işlevinin düzgün bir şekilde gerçekleşmesini sağlayan diğer bileşen ise patelladır. Quadriceps femoris kasının terminal tendonuna yerleşen patella, yalnızca bir kirişin düzgün tutulmasını değil, aynı zamanda diz ekleminin önemli ekstansör kaslarının kaldırma kuvvetini de düzenler. Patellanın iç yüzü, dizin eklem yüzeylerindeki sürtünmeyi minimuma indiren bir hiyalin kıkırdak tabakasıyla örtülüdür. Quadriceps femoris kası dinamik ve statik açıdan önemli rol oynar. Statik rolü, ayakta dururken dizin bükülmesini önlemek, dinamik rolü ise, tüm koşu ve atlama egzersizlerinde olduğu gibi dizin kuvvetli bir şekilde ekstansiyonunu sağlamaktır. Ayrıca kalçayada fleksiyon yaptırır (26-31).

### **1.1.1. Kemik Yapısı**

Vücudun yapısal ve fonksiyonel özellikleri arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Hareket sistemini; kemikler, eklemler ve kaslar oluşturur. Kemikler kaldırma kolu, eklemler dayanak noktası, kaslar da aktif unsurlar olarak rol oynarlar (32).

#### **1.1.1.1. Uyluk kemiği (Os Femoris)**

İnsan iskelet sisteminde bulunan kemiklerden en uzun ve en kuvvetlisidir. Genellikle vücut uzunluğunun  $\frac{1}{4}$ ' ü kadardır. İki ucu ve bir gövdesi vardır. Proksimal ucu eklem yapmaya uygun ve küre şeklinde bir çıkıntı yapar. Bu çıkıntı kalça ekleminin oluşumuna katılır ve caput femoris adı verilir. Caput femoris ile gövdeyi birleştiren boğaz kısmına ise, collum femoris denir. Femurun proksimal ucunda aynı zamanda iki büyük kemik çıkıntı daha bulunur ve bu çıkıntılara trochanter major ve trochanter minor adı verilir. Bu çıkıntılara önemli kaslar tutunur. Trochanter major,

klirikte oryantasyon bakımından faydalanılacak bir noktadır. Bunun nedeni, kalça ekleminin dış yüzünden kolayca elle bulunabilmesidir (33,34-36).

Femur'un distal ucu da kuvvetli bir yapı gösterir. Her iki yanında kuvvetli olarak oluşmuş kemik çıkıntılar mevcuttur ve bu çıkıntılara condylus medialis ve condylus lateralis adı verilir. Bunlar diz ekleminin esas elemanlarıdır ve eklem yapmaya elverişli düz yüzeyler taşırlar. İki condylus arasındaki düz ve parlak eklem yüzeyine facies patellaris denir. Buraya diz kapağı kemiği (patella) oturur. İki çıkıntı arasında ve arka yüzde oluşan çukur ise fossa intercondylaris adını alır (29,35,36).

#### **1.1.1.2. Bacak Kemikleri (Ossa cruris)**

Diz kapağından ayakbileğine kadar olan kısım bacak (crus) olarak adlandırılır. Buradaki kemikler tibia ve fibula adını alırlar. Her iki kemiğin arasında, kuvvetli bir yapı şeklinde oluşmuş olan membran (membrana interossea) önemli fonksiyonlar yüklenmiştir. Fibula'nın zayıf oluşmasına karşılık, tibia'nın yapısı daha kuvvetlidir. Bu nedenle, gerek diz ekleminde gerekse ayakbileği ekleminde, önemli rolü tibia yüklenmiştir. Aslında fibula, değişik kasların tutunmasına hizmet eden bir trapez görevi görür (30,33).

**Kaval Kemiği (Os Tibia);** Yatay bir kesitte üçgen şeklinde görülür. Bacağın en kuvvetli ve femurdan sonra en uzun kemiğidir. Hemen hemen bütün vücut ağırlığını taşır ve anatomik duruşta iç yanda bulunur. Kemiğin ön kenarı, deri altında el yardımı ile rahatlıkla bulunabilir. Ayak bileği ekleminin yapısına katılacak olan eklem yüzüne facies articularis inferior adı verilir. Tibia'nın alt ucuna, yani distal ucuna cochlea tibia denir. Arka yüzünde baldır kasının yapışma yeri olan linea musculi solei görülür. Alt ucu extremitas distalis; iç kısımda malleolus medialis denilen bir çıkıntı ve fibula ile eklem yaptığı bir çentik olan incisura fibularis bulunur (30,31,33,37).

**Kamış Kemiği (Os Fibula);** Tibia'nın lateralinde bulunan ince, uzun bir kemiktir.

Bu kemik diz eklemine katılmaz ve bundan dolayı da vücut ağırlığının taşınmasında bir rolü yoktur. Fibula'nın üst ucuna caput fibula denir. Caput fibula'nın medialinde, tibia'nın condylus lateralis'i ile eklem yapan bir eklem yüzü bulunur. Bu eklem yüzüne facies articularis capitis fibula adı verilir. Fibula'nın caput'u ile corpus'u arasında belirgin olmayan bir boyun kısmı, collum fibula bulunur. İnce olan gövdesinin dört yüzü ve dört kenarı vardır. Alt uç üst uca göre daha geniştir, aşağı doğru olan çıkıntıya malleolus lateralis denir. Bu çıkıntının iç tarafındaki eklem yüzü ile talus eklem yapar (30,31,33).

### **1.1.1.3. Dizkapağı Kemigi (Patella)**

Bu kemik insan vücudunun en büyük susam kemiğidir. Üç köşeli ve iki yüzlü bir yapı gösterir. Tabanı yukarıda tepesi aşağıda üçgen şekillidir. Ekleme katılan yüzü düzgün ve parlaktır. Dizin üstünde yer alan diz kapağı kemiğidir. Patelladan kaval kemiğine uzanan ligamentum patella, quadriceps femoris kasının tendonunun devamıdır. Uyluk ön tarafında bulunan önemli bir kasın (quadriceps femoris) sonuç kirişi arasında bulunur (30,31,33).

### **1.1.2. Kas Yapısı**

Diz etrafındaki kaslar distal tendonlarının transvers eksenine olan ilgilerine göre fleksör/ekstansör veya posteriör/anteriör diye ikiye ayrılmıştır. Ekstansör kaslar; M. Quadriceps Femoris (M. Rektus Femoris, M. Vastus Lateralis, M. Vastus Medialis, M. Vastus İntermedialis) dir. Fleksör kaslar ise; M. Biceps Femoris, M. Semitendinosus, M. Semimembranosus, M. Sartorius, M. Gracilis, M. Popliteus ve M. Gastrocnemius'tur.

### 1.1.2.1. M. Quadriceps Femoris

Diz ekleminin tek ekstansör kası olan m. quadriceps femoris aynı zamanda diz eklemine etkileyen dinamik yapılardan da en önemlisidir. Bu kas grubu, diz eklemine stabilizesindeki etkisini patella ve patellar tendon aracılığı ile gösterir (14, 31). Alt ekstremitenin en büyük kası olan quadriceps femoris dört parçadan oluşmuştur. M. quadriceps femoris'in dört parçasından gelen kirişler uyluğun alt bölümünde birleşerek basis patellae'ye yapışan kalın tek bir kiriş oluştururlar. Kirişin bazı lifleri patella üzerinden geçerek ligementum patella'ya karışır. Patella, m. quadriceps femoris ve ligementum patella içinde bir sesamoid kemiktir. Ligementum patellae, apex patellae'den tuberositas tibiae'ye uzanır ve gerçekte m. quadriceps femoris kirişinin devamıdır. M. quadriceps femoris, dize ekstansiyon yaptırır. Ayrıca konumu ve birleşmelerinden özellikle m. rectus femoris gereği uyluğun fleksiyonuna yardım eder. M. vastus medialis'in alt lifleri patella'ya uzanarak, patella'nın laterale kaymasını önler (28,34-36,38,39).

**M. Rectus Femoris;** Uyluğun ön tarafında bulunan iğ şeklindeki bu kas, caput rectum ve caput reflexum olmak üzere iki başı vardır. Caput rectum, spina iliaca anterior inferior'den ve caput reflexum, acetabulum'un üstündeki oluktan başlar. Kasın arka yüzünün üçte iki alt parçasında bulunan kalın aponevrozu, giderek basis patella'ya yapışan kalın ve yassı bir kirişe dönüşür. Sonuçta m. quadriceps femoris kirişinin yüzeysel orta parçasını yapar (28,34).

**M. Vastus Lateralis;** M. quadriceps femoris'in en büyük bölümüdür. Trochanter major'un ön ve alt kenarlarına, tuberositas glutea'nın dış yan kenarına, labium laterale linea aspera'nın üst yarımına ve linea intertrochanterica'nın üst dış kısmına yapışan geniş bir aponevroz ile başlar. Hatta bazı Lifleri septum intermusculare laterale'den gelir. Kasın yassı kirişi basis patellae'ye ve patella'nın yan kenarlarına yapışarak m. quadriceps femoris kirişine katılır (34, 35,39).

**M. Vastus Medialis;** Uyluğun iç tarafında, m. sartorius ve m. rectus femoris'in alt kısımları arasında kalan bu kas, linea intertrochanterica'nın alt-iç yarısından, labium mediale linea aspera'nın iç yan kenarından, linea supracondylaris medialis ve septum



intermusculare mediale'den başlar. Aşağı ve dışa doğru uzanan kas lifleri, kasın derin yüzündeki aponevrozda, patella'nın iç kenarı ile m. quadriceps, femoris kirişinde sonlanır (28,34).

**M. Vastus Intermedialis;** Femur ile m. rectus femoris'in arasında bulunur. Femur cisminin üst ön ve dış yan yüzleri ile septum intermusculare laterale'nin alt parçasından başlar. Lifleri aşağıya doğru uzanırken bazı lifleri patella'nın dış yan kenarında sonlanır. Aponevroz' u alt yüzde m. quadriceps femoris kirişiyle birleşerek patella'nın üst kısmında sonlanır (34).

#### 1.1.2.2. M. Sartorius

Vücudun en uzun kası olan m. sartorius dar bir kemer biçiminde spina iliaca anterior superior'dan başlayarak, uyluğu eğik olarak aşağıya ve iç yana doğru çaprazlar. Epicondylus medialis'in arkasından geçen kirişi, tibia'nın ön yüzüne gelir ve tüberositas tibia'nın iç kenarında, tibianın iç yan yüzünün üst bölümünde, m. semitendinosus, m.gracilis'in önünde, geniş bir aponevroz ile bacak fasyasına yapışır. Özel bir fasya ile sarılmış ve tespit edilmiş olduğundan kas kasıldığı zaman seyirini koruyabilmekte ve böylece eğriliğini kaybetmemektedir. Bacağa fleksiyon yaptıran ve fleksiyondaki bacağı içe döndüren m. sartorius; uyluğun fleksiyon, abduksiyon ve dışa rotasyonunda yardımcı görev alır (32,35,38,39).

#### 1.1.2.3. M. Biceps Femoris

İki başlı bir kas olan biceps femoris kasının uzun başı (caput longum), tuber ossis ischii'nin arka yüzüne m. semitendinosus ile birlikte yapışır. Kısa baş ise (caput breve), kas lifleri ile linea aspera'nın dış dudağına yapışır. Her iki baş birleşerek aşağıda diz ardı çukuru üst yan dış sınırını meydana getirir. Kas kuvvetli bir kirişle

capitulum fibulae'nin tepesine yapışır. Dizin fleksiyonu ve diz fleksiyon pozisyonunda iken tibianın içe rotasyonunu gerçekleştirir (28).

#### **1.1.2.4. M. Semimembranosus**

İnce, basık, yukarısı kirişe benzeyen bir şerit şeklinde, aşağıda kalın bir kas halinde olan semimembranosus kası adduktor magnus'un arkasında yer alır. Bu kas tüber ischiadicum'un dış yan arka yüzüne, kalın ve geniş bir zar halinde bir kirişle yapışır. Buradan başlayan ve uyluğun ortasına doğru gittikçe daralarak ilerleyen bu kirişten iç yan kenarı boyunca uzunluğuna kas lifleri doğar. Diz ardı bölgesinin iç yan sınırında olan bu kiriş üç parçaya ayrılarak sonlanır. Doğru kiriş iç yan kondilinin arka yüzüne, büyük kiriş iç yan kondilinin iç yan yüzüne, dönük kiriş ise, dış yan kondilinin iç yan yüzüne yapışır ve ligementum popliteum obliquum adını alır. Diz fleksiyonu ve diz fleksiyon pozisyonunda iken tibianın içe rotasyonu gerçekleştirir (34,36,39).

#### **1.1.2.5. M. Semitendinosus**

Proksimalde caput longum, m.bicitipis femorisle kaynaşmış olarak, tuber ischiadicum'dan kısa bir kiriş yapı ile başlayan semitendinosus kası, distalde uzun bir kiriş ile tuberositas tibia'nın iç kenarında pes anserinus'u teşkil etmek üzere yayılarak sonlanır. Diz fleksiyon pozisyonunda iken tibianın içe rotasyonunu gerçekleştirir (28,34,36,39).

#### **1.1.2.6. M. Popliteus**

Femurun lateral kondilinin lateral yüzeyinden başlar ve popliteus çizgisinin üstünde tibianın arka yüzeyine yapışır. Diz fleksiyonuna yardım eder, tibiaya iç rotasyon yaptırır (34).

### 1.1.2.7. M. Gastrocnemius

Proksimal yapışma yeri her iki femoral kondilinin ve civar kısımlarının arka yüzeyine iki ayrı baş ile yapışır. Distal yapışma yeri aşil tendonu vasıtasıyla calcaneusun arka yüzeyidir. Diz fleksiyonuna yardım eder (34).

### 1.1.3. Diz Eklemi ( Articulatio Genus)

İskelet sistemindeki, büyük eklemlerden birisi olup, kaval kemiğinin (Tibia) üst ucu ile uyluk kemiğinin (Femur) alt ucu ve diz kapağı kemiği (Patella) tarafından oluşturulur. Diz kapağı kemiği (Patella) sadece eklemün ön yüzünü kapatan bir kapak gibi görev yapar. Eklem, yapı olarak çıkığa çok müsait olmasına rağmen, yapısal özellikleri ve bağların sağlamlığı nedeniyle çıkıklar az görülür (36).

Eklem kapsülü, fibros bir manşon biçiminde olup eklemün kemik yapısını sarmıştır. Eklem kapsülünü destekleyen çok sayıda bağ bulunur. Kapsül ön kısımdan lig.patella tarafından desteklenir. Kapsül yanda kalınlaşarak lig. lateralis adını alır. Arkada ise lig. popliteum arcuatum ve Lig. popliteum obliquum kapsülü destekler (32,34,36,39).

Ayrıca kapsülü destekleyen önemli ligamentler vardır. Bunlar;

- a- Diz kapağı bağı (Lig. Patella):** Geniş, kalın ve sağlam bir bağ olup patellanın tepesinden tuberositas tibia'ya yapışır. Uyluk dört başlı kas kirişinin devamıdır.
- b- Dış yan bağ (Lig. Collaterale Fibulare):** Femurun, dış kondilinin arka kısmından aşağıda fibula başının tepesinin ön kısmına uzanan yuvarlak ve kuvvetli bir bağıdır.
- c- İç yan bağ (Lig. Collaterale Tibiale):** Yukarıda tuberculum adductorium'un hemen aşağısında, femurun epicondylus medialis'inden aşağıda, tibianın iç kondilinin 2–2,5 cm altına

uzanan ve aynı zamanda meniscus medialis'e fibröz kapsül aracılığı ile tutunan geniş ve yassı bir bağıdır (34-36).

**d- Çapraz ön bağ (Lig. cruciatum anterius):** Area intercondylaris anterior'den başlar. Yukarı-arkaya-dışa doğru uzanır. Condylus lateralis'in iç yüzüne yapışır. Bu ligament ekstensiyonda gerilir (36).

**e- Çapraz arka bağ (Lig. cruciatum posterius) :**Area intercondylaris posterior'den başlar, yukarı-öne-içe doğru uzanarak condylus medialis'in dış yüzüne yapışır. Fleksiyonda gerilir (36).

## 1.2. Dizin Biyomekaniği

Diz eklemi, tibiofemoral ve patellofemoral iki eklemden oluşan ve anatomik olarak "menteşe" tipi bir eklem olarak sınıflandırılan yapıdadır. Diz ekleminde yapılan kinematik çalışmalar tibiofemoral eklemdaki hareketin basit bir menteşe tipi bir hareket olmadığını, aksine yürüme hareketi sırasında üç ayrı planda ve çeşitli akslarda son derece kompleks hareketler oluşturduğunu ortaya koymuştur (25). Sagittal planda fleksiyon-ekstansiyon, frontal planda abdüksiyon-addüksiyon, horizontal planda (sadece diz fleksiyonda olduğu zaman) eksternal-internal rotasyon hareketleri yapmaktadır.

Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sabit bir transvers rotasyon aksında değil, aksine devamlı değişiklik gösteren rotasyon merkezlerinde oluşmaktadır. Bu merkezlerin planı çıkarıldığı zaman femur kondillerinde "J" şeklinde bir yüzey ortaya çıkmaktadır (25).

### 1.2.1. Diz Eklemi Oluşumuna Katılan Kasların Fonksiyonları

Dizin ekstansör kası olan m. quadriceps femoris, çok kuvvetli bir kastır. Aktif olarak işgal ettiği yüzey  $148 \text{ cm}^2$  dir. 21-33 yaşları arasındaki erkek deneklerle yapılan bir çalışmada izokinetik ölçüm neticesinde quadriceps femoris kası 30 derece/s'lik hızda dominant tarafta % 62, nondominant tarafta % 70 hamstring kas grubuna göre daha güçlü bulunmuştur (40,41).

Diz hiperekstansiyon pozisyonunda postürün devamı için quadriceps femorisin çalışmasına gerek yoktur. Ancak fleksiyonun başlaması ile işe katılır. Bunun nedeni diz fleksiyonundan ileri gelen bir düşmeyi önlemektir. Quadriceps kasını oluşturan vastus kaslarının dengeli kasılması, uyluğun uzun eksenini boyunca bir kuvvet oluşturur. Bu kaslarda eğer bir güç dengesizliği mevcut ise, patella anormal olarak bir tarafa çekilir. Kalça fleksörü, aynı zamanda dizin ekstansörü gibi çalışan m. rektus femoris kası quadriceps kasının total kuvvetinin 1/5'ini sağlar. Koşma ve yürüme anında, kalça eklemi ekstansiyonda iken rektusun orijini ve yapışma yeri arasındaki mesafe artar (42,43).

M. rectus femoris, kalça eklemi hareketlerinde de etkili bir kastır. Quadriceps kası diz eklemi hafif fleksiyonda iken ayakta durma anında vücut ağırlığına karşı koyar ve ağırlığın etkisi ile diz eklemi gerekinden fazla fleksiyona gitmesine ve vücudun çökmesine engel olur. Yürüyüş koşma ve sıçrama gibi hareketler sırasında bacağın öne atılması açısından m. rectus femoris'in görevi çok önemlidir (44).

Dizin fleksör kasları, hamstring grubu kasları olarak ta adlandırılan semitendinosus, semimembranus ve biceps femoris kaslarıyla birlikte, gracilis, sartorius ve popliteus kaslarından oluşur. Dizin aktif fleksiyon kapasitesinin 8/9'unu semitendinosus, semimembranus ve biceps femoris kasları sağlar. Dizin ana fleksörleri olan bu üç kasın dışında, gracilis, sartorius, popliteus ve gastrocnemiusun medial ve lateral başları da diz fleksiyonunda yardımcı rol üstlenir. Hamstring kas grubu aynı zamanda kalça ekstansörü olarak görev yapar. Kalça fleksiyonu ile birlikte hamstringler gerildiği zaman diz fleksörü olarak etkinliği artar (44).

Fleksör kaslar aynı zamanda rotatörlerdir. Dizin vertikal ekseninin lateraline tutunanlar dış rotatörlerdir. Dizin vertikal ekseninin medialine tutunanlar ise iç rotatörlerdir. Diz ekleminde rotasyon hareketleri sadece fleksiyonda yapılabilmektedir. Diz fleksiyonda olduğu zaman aktif olarak 30 derece kadar iç rotasyon, 40 derece kadar da dış rotasyon mümkün olabilmektedir (25).

### 1.2.2. Diz Eklemi Hareketleri

Diz ekleminde normalde sagittal planda aktif olarak 140 derecelik bir fleksiyon yapılabilirken, pasif olarak 160 dereceye kadar fleksiyon mümkün olabilmektedir. Tam ekstansiyondan fleksiyona doğru öncelikle kayma hareketi olmaksızın yuvarlanma hareketi, fleksiyonun ilk 20 derecesinde görülür. Medial kondilde 10-15 derece, lateral kondilde ise, 20 dereceye kadar devam etmektedir. 20 derece fleksiyondan itibaren kayma hareketi de yuvarlanmaya katılır. Kayma hareketi arttıkça yuvarlanma hareketi azalır ve fleksiyon sonunda kondillerde yuvarlanma olmaksızın sadece kayma hareketi görülür (42,45).

Transversal planda tam ekstansiyonda rotasyonlar yapılamamaktadır. Diz fleksiyon derecesi ile paralel olarak rotasyonlar yapılabilmekte, 90 derece fleksiyonda maximuma ulaşmaktadır. 90 derece fleksiyondan sonra yumuşak dokuların gerginliği nedeniyle rotasyonlar tekrar azalmaktadır. 90 derece fleksiyonda aktif eksternal rotasyon 40 derece, internal rotasyon ise 30 derece kadardır. Pasif olarak gelişen 45-50 derece dış rotasyon, 30-35 derece ise iç rotasyon yaptırılabilir. Frontal planda, tam ekstansiyonda abduksiyon ve addüksiyon maximuma ulaşır. 30 dereceden sonra tekrar azalır. Normal yürüme siklusunda frontal planda oluşan maximum abduksiyon ve addüksiyon toplam miktarıda 11 derece kadardır (42,46).

Normal yükleme siklusu esnasında dizler tam ekstansiyona gelmez ve yaklaşık 5 derece fleksiyondadır. Yürüme sırasında gerekli maksimum fleksiyon derecesi de 75 derecedir. Transversal plandaki rotasyonlar ise 4 derece ile 13 derece

arasında değişmektedir. Temas fazında diz ekstansiyonu sırasında otomatik olarak dış rotasyon meydana gelirken, Salınım fazında ise fleksiyon sırasında otomatik olarak iç rotasyon meydana gelmektedir. Dizin fleksiyon hareketleri sırasında femur kondilleri tibia platosu üzerinde posteriöre doğru yuvarlanır. 20 derece fleksiyona kadar yuvarlanma hareketi dominanttır. Lateral femoral kondil, medial kondilden daha fazla yuvarlandığı için birlikte torsiyonel bir hareket ortaya çıkar. Buna “vida-yuva” (screw home) hareketi adı verilir. Tibia uzun aksı etrafındaki bu rotasyon dizin her fleksiyonda ise rotasyon serbestliğini sağlamaktadır (42,46).

Lateral kollateral bağ, lateral kondilin eğriliğindeki azalma medial kondilden daha fazla olduğu için, medial kollateral bağdan daha gevşektir. Bu tibianın femura göre aktif rotasyonu için önemlidir. Aktif rotasyon kas güçleri ile oluşturulan rotasyondur. Aktif rotasyon femur ve tibianın anatomisi ve diz bağlarının gerginliğiyle kontrol edilmektedir. Diz fleksiyon ve ekstansiyonu sırasında önemli kuvvetlerin çaprazlığı patellofemoral eklemden frontal ve transvers planlarda olmak üzere iki planda hareket vardır. Frontal plandaki hareket transvers plandakinden daha büyüktür. Diz ekstansiyondan tam fleksiyona getirildiği zaman patella, femur kondilleri üzerinde yaklaşık olarak 7 cm. kadar aşağı kaymaktadır. 90 derece fleksiyona kadar patella her iki femur kondiliyle eklemleşmektedir. 90 derecenin ötesinde patella dış rotasyona döner ve patella ile sadece medial femur kondili eklemleşir. Tam fleksiyonda patella interkondiler oluk içerisine yerleşmektedir (42,45-47).

### **1.3. Kasların Kasılma Tipleri**

Kemikler ve eklemler vücudun kaldıraçları olup, iskeletleri oluşturmalarına rağmen, tek başlarına hareket etme yetenekleri yoktur. Hareket etmek vücudun temel fonksiyonudur. Uyarılabilen özellikteki kas hücrelerinin bir araya gelmesiyle meydana gelen kas doku, uyarıları zar yüzeyleri boyunca iletme ve bu elektriksel değişiklik ile mekanik olarak kasılabilme veya boylarını kısaltabilme yeteneğine sahiptir (48-50).

Hareket sisteminin temelini iskelet ve kaslar oluşturur. Tüm sportif etkinlikler kas aktiviteleriyle gerçekleşir. Organizmada üç tür kas vardır. Düz kaslar, iç organların çevresinde yer alır ve otonom faaliyetin oluşmasını sağlar. İkincisi istemli hareketlerin yapılmasını sağlayan çizgili kaslardır. Miyokart çizgili kas özelliğinde olmasına karşın istem dışı kasılır ve üçüncü kas türüdür. Vücudumuzda iki yüz on yedi çift dolayında kas vardır. Erişkin bir insanda tüm vücut ağırlığını yaklaşık % 40-45 kadarını kas dokusu oluşturur (29,48,49). Kasların değişik şekillerde kasılma tipleri mevcuttur.

### **1.3.1. İzometrik Kasılma**

Uzunluğu sabit kalan bir kasta, tonus artmasıyla oluşan statik kasılma şeklidir. Kasın boyunda bir değişme olmadığından ekstremitelerde hareket ortaya çıkmaz. En klasik örneği; iki eli karşı karşıya getirip birbirini itmeye gözlenebilir. Bu kasılma şeklinde hareket ortaya çıkmamasına karşın kuvvet artışı olabilir. Bunu ilk ortaya koyan Hettinger ve Müller adlı iki araştırmacıdır. Bu araştırmacılar submaksimal güçte ve altı saniye süre ile yapılan izometrik kasılmaların kasta belirgin bir güç artışı sağladığını ortaya koymuşlardır. Daha sonraki çalışmalarla bu gözlemi doğrulamış olmakla birlikte izometrik egzersizle gelişen kas gücünü hareketin açısına özgün olduğu, yani yalnızca kasılmanın yapıldığı hareket açısından kasın güçlendiği anlaşılmıştır (29,48,49).

### **1.3.2. İzotonik Kasılma**

Kelime anlamı olarak izo, sabit, tonik ise, gerilim anlamındadır. Bundan da kasın boyunda bir değişim olduğu ve gerilimin sabit kaldığı dinamik kasılmalarda denir. Kasılma ile bir hareket meydana gelerek, mekanik bir iş ortaya çıkar. İzotonik kontraksiyonun iki tipi mevcuttur. Bunlar egzantrik ve konsantrik kasılmalardır (29,48).



Egzantrik kasılma, kasın tonusu sabit kalırken boyunda uzama olmasıdır. Kasın her iki ucunun birbirinden uzaklaştığı kontraksiyondur. Elde tutulan bir ağırlığı, dirsekten ekstansiyon yaparak aşağı doğru indirme sırasında görülen harekette, biceps femoris kasının kasılma şeklini örnek hareket olarak gösterebiliriz. Gözle görülebilen bir hareket ve bu hareketin yeteri kadar sık ve dirence karşı yapılması durumunda kasta güç artışı ve hipertrofisi sağlanabilmektedir. Egzantrik kasılma konsantrik kasılma şekline göre kas içi gerilimi daha çok artırır. Bunun sonucunda egzersiz sonrası kas ağrılarının nedeni olur (48,49).

Konsantrik kasılma ise, egzantrik kasılmaya benzer dinamik ve izotonik bir kasılma şeklidir. Kasın her iki ucunun birbirine doğru hareket ettiği kontraksiyondur. Farklı olarak kasın tonusu sabit kalırken boyunda kısalma olur. Elde tutulan bir ağırlığın dirsekten fleksiyonla kaldırılması sırasında biceps femoris kasında gerçekleşen hareket, bir konsantrik kasılma örneğidir. Kas gücünü artırmak ve kasta hipertrofi oluşturmak için en çok kullanılan ve tercih edilen kasılma türüdür. Egzantrik ve konsantrik kasılmalarından hangisinin kas kuvvetini geliştirmede daha etkili olduğu konusunda henüz kesin kanıya varılamamıştır (48,49).

Fiziksel aktivitelerde kas kasılmaları, izometrik ve izotonik kasılmaların beraber olması şeklinde, yani kasılma sırasında kasın hem uzunluğunun hem de geriliminin değişmesi ile sağlanır. Yani izometrik ve izotonik kasılmalar birbirinin ardı sıra gerçekleşir. Bu tür kasılmalara oksotonik kasılmalar adı verilir (50). Örneğin koşma sırasında bacak kaslarında oksotonik kasılma görülür. Bacağın yere basma fazında izometrik, ekstremitte hareketi sırasında izotonik kasılma görülür (48).

### **1.3.3. Tetanik Kasılma**

Kasa gelen ve tek bir uyarıcının ortaya çıkardığı kasılma şeklidir. Kasılma bitmeden önce tek tek uyarılar verilirse, kas gevşemeye vakit bulamadığı için sürekli bir kasılma gösterir. Tetanik kasılmanın meydana getirdiği en düşük uyarın

frekansına **kritik frekans** denir. İstemli hareketlerimiz tetanik kasılmalar şeklinde kendini gösterir (51).

#### **1.3.4. İzokinetik Kasılma**

Bütün bir hareket esnasında sabit ve maksimal bir hızla yapılan kasılma şeklidir. Serbest stil yüzme esnasında kol kaslarının çalışması buna örnek olarak gösterilebilir (51). Hareketin her açısında en yüksek güçte kasılma olur ve bu kasılma tüm hareket boyunca devam ettirilir. Böylece tüm hareket açıklığı boyunca kaslar aynı dirençle yüklenmiş olur.

İzokinetik kasılma ve izokinetik egzersizlerin yapılabilmesi için oldukça karışık ve pahalı sistemlere ihtiyaç vardır. Böyle bir sistemde egzersiz yapılırken kişi ne kadar hızlı kasılma yapmak isterse istesin, hız ayarlayıcı dinamometre buna olanak tanımaz. Hareket ancak belirli bir hızda yapılabilir. Buna karşılık kasılma gücü artar. Sabit hıza karşın kişi daha çok efor harcadığı zaman daha çok dirençle karşılaşır ve bu direnç hareketin her noktasında kasa aynen yansıtılır (48,49,52).

Teknolojinin gelişmesi pek çok alanda olduğu gibi insan kasının eğitilmesi ve rehabilitasyonu konusunda da olumlu gelişmelere sebep olmuştur. Önceleri izometrik ve izotonik egzersizler daha çok tercih edilirken, son yıllarda bunlara ek olarak bazı makinelerin yardımıyla yapılan izokinetik egzersizlerde tercih edilir hale gelmiştir.

#### **1.4. Kasların Rollerini**

Bir kas birçok ekleme hareketi oluşturabilir. Bunun için kasın tendonu aracılığı ile ilgili eklemi kat etmesi gerekir. İskelet kasları agonist, antagonist, stabilizör ve nötralizör olarak rol oynayabilir. Bu roller onların performanslarındaki kısmi fonksiyonlarınca belirlenir (31).

Kasın yaptığı konsantrik kasılma, vücut üyesinin hareket isteği yönünde ise, bu kas agonist rol oynamaktadır (31,53). Örneğin quadriceps femoris kasının en önemli görevi dizde ekstansiyon hareketini gerçekleştirmektir. Buradaki görevi agonist bir roldür.

Antagonist kaslar, agonist kasların tam tersi hareketi gerçekleştiren kaslardır. Dizin fleksiyonunda etkili olan hamstring grubu kasları quadriceps femoris kasının antagonistidir. Bir hareket yapılırken antagonist kaslar gevşeyerek bu harekete izin verirler (31,53).

Stabilizatör rol üslenen kaslar, statik olarak kasılarak vücudun bazı parçalarını, yerçekiminin yol açtığı çekme kuvvetine veya istenen hareketin yapılmasına engel olan diğer güçlere karşı desteklerler. Şınav sırasında karın kaslarının çalışması örnek verilebilir. Eğer karın kasları şınav hareketi sırasında kasılmasalardı, gövde doğruluğunu koruyamaz ve duruş bozulurdu (31,53).

Bir hareket meydana gelirken, agonist kasların istenmeyen hareketlerinin önlenmesi, kasların nötralizör rolünü ortaya çıkarır. Örneğin mekik hareketi sırasında dış yan karın kasları birbirinin hareketini nötralize ederek, gövdenin öne fleksiyonunu sağlarlar. Sol eksternal oblik kas gövdeyi sola bükme ve sağa döndürme işlevini gerçekleştirirken, sağ eksternal oblik kas gövdenin sola döndürülmesi ve sağa bükülmesini gerçekleştirir. Ayrıca her iki kas ortak olarak gövdenin öne bükülmesini de sağlarlar. Böylece bu kasların antagonist rolleri nötralize olarak gövdenin öne bükülmesi gerçekleştirilir (31,53).

### **1.5. İzokinetik Güç Kavramı ve Ölçüm Sistemi**

İzokinetiğin kelime anlamı sabit hızdır ve sabit hızlarda yapılan ölçümlerdir. İzokinetik güç ise; önceden hız derecesi sınırlanmış ve sabitlenmiş özel bir alete karşı, kas veya kas gruplarının ortaya çıkardığı maksimum güçtür. İzokinetik

kontraksiyonla kasın oluşturduğu gerilim, tüm eklem hareket açıklığı boyunca sabit (izo), hızda (kinetik) ve maksimumdur.

İzokinetik sistem kas performansının hızını sabit tutmaktadır. İzokinetik sistemde uygulanabilecek karşı direnç sınırsızdır. Bu özellik sayesinde artan kas gücünün açısal hızı değiştirmesi, cihaz tarafından otomatik olarak karşı sabit direnci uygulayarak önlemekte ve harcanan güç torka dönüşmektedir. Belli bir açısal hızda eklem hareket açıklığı boyunca her noktada kasın oluşturabileceği en yüksek performansı izokinetik dinamometreyle belirlenebilmektedir (54).

Bütün izokinetik sistemlerde temel prensip, ekleme hareket açıklığı boyunca değişen miktarlarda direnç uygulanmasıdır. Bu sayede hareketin sabit bir hızda yapılması sağlanır. Burada testi yapan kişi hızı arttırmak amacıyla fazla güç kullandığında, dinamometre otomatik olarak direnci artırır. Bu yolla mevcut açısal hızın çok dar sınırlarda kalması sağlanır. Bu sınırın genişliği her sistem için bir performans göstergesidir. Normal bir ağırlıkla egzersiz sırasında kas üzerindeki direnç, eklem hareket açıklığının uçlarında maksimuma erişir. Hareket aralığının ortasında kaldıraç en etkin haldedir ve kas üzerindeki yükün etkisi en azdır. İzokinetik kasılmada ise tüm açısal hareket boyunca, her derecede kas dışarıya maksimum gücünü verebilir. İzokinetik dinamometre eklem hareketinin tam ortasında da hızını korumaktadır. İzokinetik uygulamalar vücuttaki eklemlerin çoğunda uygulanabilir (54-57).

İzokinetik sistemde, seçilen farklı açısal hızlar sayesinde kasın performansı değerlendirilebilmektedir. Açısal hızlar 10-60°/saniye yavaş, 60-180°/saniye orta ve 180-400°/saniye yüksek olan değerlerdir. 0°/saniye hız ise izometrik olarak yapılan ölçümlerdir. Düşük açısal hızlar hastaların kompresif güçlere karşı koyma özelliğinin incelenmesinde tercih edilir (58). Orta ve yüksek açısal hızlar, fonksiyonel hızlardaki kas kapasitesini değerlendirme olanağı verirler. Açısal hız seçilirken kişilerin günlük aktivite düzeyleri ve kooperasyonları göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin atletler atlet olmayan kişilere göre daha yüksek hızlara gereksinim duyarlar (58).

Düşük hızlarda kuvvet, yüksek hızlarda ise güç gelişimi olur. İzokinetik yük mekanizması, kaslarda meydana gelen kuvvete eşit fakat zıt yöndeki direnci otomatik olarak sağlar. İzokinetik aletler yalnızca kas kuvvetinin ölçümünde değil, kas dayanıklılığının ölçümünde de sıklıkla kullanılır (54).

Kas kapasitesi, statik veya dinamik kasılma sırasında ölçülebilir. İzometrik (statik) değerlendirmede, kasta gözlenebilir eklem hareketi olmaksızın, dirence karşı oluşan gerilim gözlenir. İzotonik (dinamik) kuvvet ise, eklem hareket açıklığının bir kısmına veya tümüne uygulanan direnç ile, eksantrik veya konsantrik kasılma yoluyla ölçülür (59).

İzokinetik egzersiz sistemlerinde denekler sabit bir hızla, ayarlanabilen ve ekstremiteye tümü ile nakledilebilen bir dirence karşı egzersiz yapabilmektedirler. Böylece izokinetik sistem çalıştırdığı kas grubunun, eklem hareket açıklığının her noktasında maksimum kapasiteyle yüklenebilmesine olanak tanımaktadır (54,60,61).

Kasılma hızı ile kuvvet arasındaki ilişki göz önüne alındığında ölçülen kuvvetin hangi hızda gerçekleştiğinin ifade edilmesi şarttır. Bu nedenle hızlanma ve yavaşlama evrelerinde ölçülen kuvvet değerleri, hız sabit olmadığından dolayı bu ilişkiyi yansıtmamaktadır. Ancak hareketin izokinetik faz, ölçülen değerler ile kuvvet doğru şekilde ifade edilebilir (62). İzokinetik sistemlerde değerlendirilen parametreler;

**Kuvvet:** Eklemlerde oluşan rotasyonel moment ya da bir başka deyişle dönme kuvveti izokinetik sistemde tork şeklinde ölçülür. Rotasyonel momenti, uygulanan kuvvet ile bu kuvvetin dönme eksenine dik olan mesafenin çarpımıyla oluşur. Tork, foot-pound veya Newton-metre (Nm.) birimiyle ifade edilir. Tork, hareket açısı boyunca değişir ve ekstremitenin değişik açısal hızlarında ölçülebilir. Kuvvet, 30-60°/saniyelik yavaş açısal hızlarda ölçülen ve o açısal hızda ulaşılabilen en yüksek torktur (54,55).

**Güç:** 180°-240°/saniye açısal hızlarda ölçülen en yüksek torktur. İzokinetik sistemlerde ölçülen gücün fizikteki güç kavramı ile ilişkisi yoktur.

Bu sistemlerde ölçülen parametre özellikle sporcular için hızlı hareketle yüksek kuvvetler ortaya koyabilme yeteneğidir. Açısal hız arttıkça ortaya konabilen kuvvette azalma görülür (54,55).

**Dayanıklılık:** 180°/saniyelik açısal hızda ölçülen en yüksek tork değerinin %50' sinden fazlasının yapılamadığı noktaya kadar olan tekrarlanma sayısıdır.

**Tork tepe noktasına ulaşma süresi (Hız):** Kasılma hızı olup, ulaşılabilen en yüksek torka ulaşmak için geçen süredir (54).

**Fatigue Index (Yorgunluk İndeksi):** Elde edilen en yüksek güç ile en düşük güç arasındaki farkın, en yüksek güce bölünmesiyle elde edilir.

**Tork Akselerasyon Enerjisi:** Kas kontraksiyonunun patlayıcılığını ölçen bir parametredir. Kasın kasılmaya başladığı ilk 125 milisaniyesinde yaptığı toplam işin ölçümüdür. Bu evre kuvvet çıkışının en hızlı arttığı ve en çok ivmelendiği evredir. Birimi Joule ya da Newton-metredir. İzokinetik sistemlerde değerlendirilen diğer parametreler:

—Gerilim artışı / zaman oranı

—Agonist / antagonist oranı

—Resiprokal innervasyon zamanı

—Eklem hareket açıklığı ölçümü

—Toplam yük

—Toplam iş

—Ortalama iş

—Tork çizgisinin karakteristiği

—Her iki ekstremitenin karşılaştırılması'dır (52,54,55).

## 1.6. Diz Bölgesinde Orantısız Kas Kuvvetsizliğine Bağlı Sakatlık Eğilimleri

Sporcuların kas kuvvetlerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, uygun antrenman programlarının oluşturulmasında, performansın artırılmasında, sporcunun kuvvetsizliğinden kaynaklanan yaralanmaların önlenmesinde ve sakatlıkların tedavisindeki uygun programların oluşturulmasında önemli rol oynar.

Yüksek Performans gerektiren sporlarda, hareket organının giderek yetersizleşen mekanik kapasitesi, sporda zorunlu olarak kazalara ve buna bağlı olarak da yaralanmalara yol açar. Spor yaralanmalarının tüm yaralanmalara olan oranı % 5 - % 15 arasındadır. Yaralanma riski sadece spor dalının çok özel karakterine değil, kişisel yaralanma eğilimine de bağlıdır. Bağ dokusu zayıflığı, kas dokusu zayıflığı ve kondisyona bağlı anlık kaza eğilimleri buna örnek verilebilir. Avrupa'da futbol, spor yaralanmalarından en çok sorumlu olan spor dalıdır ve futbol nedeniyle olan yaralanmalar tüm spor yaralanmalarının % 50-60'ını oluşturur (4,63).

Bir yıl boyunca takip edilen 264 futbolcunun % 82'sinde değişik derecelerde sakatlık saptanmıştır (64). 2002 Dünya Kupasında maç başına 2,7 sakatlık saptandığı bildirilmiştir. Görülen sakatlıklar arasında en çok rastlanan diz sakatlıklarıdır (65,66). Sakatlanmalara neden olan faktörler; esneklik, kas kuvveti, fonksiyonel instabilite, önceki yaralanmalar, tamamlanmamış rehabilitasyon ve sporcunun psikososyal özellikleridir.

Son yıllarda sporcu sakatlıklarının önlenmesi ile ilgili çalışmalar artmıştır. Bu sebeple yaralanmaya ortam hazırlayan faktörler saptanmaya çalışılmıştır. Özellikle son çalışmalar, agonist-antagonist kas kuvvetlerindeki anormal farkların sporcu yaralanmalarında önemli bir faktör olabileceği yönünde gerçekleşmiştir (3). Belirli bacak kasları arasındaki kas kuvveti dengesizliği, alt ekstremitelerdeki yaralanmalarına sebep olan bir etken olarak kabul edilir. Ekstremiteler arasındaki kuvvet dengesizliğinin azaltılmasıyla, özellikle hamstring incinmelerinin azaltılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, dominant bacakla nondominant bacak arasındaki kuvvet

farkının % 10 ve daha fazla olması, sakatlığı artıran bir etken olarak gösterilmiştir (67,68).

Hamstring/quadiceps kuvvet oranı diz fleksörlerinin diz ekstansörleriyle karşılaştırılması neticesinde ortaya çıkan kuvvet oranıdır. hamstring/quadiceps dengesi eklem stabilizasyonunda önemli bir rol oynar ve oran normalin dışına çıktığında eklem ve kas yaralanmaları için bir risk faktörü oluşturur. Literatürlerde hamstring/quadiceps kuvvet oranı için çok sayıda değer bildirilmiştir. Çeşitli çalışmalara göre hamstring/quadiceps oranı % 30–90 arasındadır. Pek çok çalışmada da en uygun oranın % 50–80 arasında olduğu bildirilmiştir (67,69,70).

Spor sakatlıklarının % 42'si eklem instabilitesi, kas gerginliği ve kas kuvvetsizliği gibi sporcuya özgü faktörlerden meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalar, kas kuvveti ve endurans gibi fiziksel uygunluk parametrelerinin yetersizliği veya azlığı kas yaralanmaları için risk faktörleri olduğunu desteklemektedir. Birçok epidemiyolojik çalışmada, elit erkek sporcularda azalmış hamstring kuvvetiyle akut hamstring straini arasındaki ilişki kanıtlanmıştır. Tüm temas sporlarında olduğu gibi kalça ve diz bölgesi kasları çok fazla bir yük altındadır. Yaralanma tipi sporcunun fizyolojik yaşı ve genel fiziksel kondisyonuna bağlı olduğu kadar uygulanan kuvvete de bağlıdır (12,13,71,72).

H/Q oranı, hamstring ve quadiceps arasındaki moment-hız kalıplarının benzerliklerini incelemek ve dizin fonksiyonel yeterliliği ile kas dengesini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu oran konvansiyonel konsantrik hamstring-quadiceps kuvvetini ve eksantrik hamstring-quadiceps kuvvetini belirtmektedir (80).

H/Q oranı, hız ile konuma bağlıdır ve sakatlığa eğilimi yansıtır. Bu eğilim ekstansiyon yüklenmelerde, antagonist hamstring'in faal hale gelmesi sırasında azalmalarla sonuçlanabilir. Bu oran ayrıca sakatlıklara eğilimleri gösteren uygun bir araç olarak sınınmıştır. Genel diz stabilizasyonun da fleksör-ekstansör kas kuvvet dengesinin önemli olmasından dolayı, diz sakatlanması durumunda H/Q oranı rehabilitasyona yönelik kullanılır (80-82).



Birçok faktöre rağmen H/Q oranı, eklemin fonksiyonel analizinde sakatlık sebepleri oluşturabilir ve spor yaralanmalarının gelişimindeki risklerin göstergesi olmakla birlikte, rehabilitasyon sürecinde de kılavuzluk eder (83).

Kas hasarı, kasta yapısal değişiklikler, kuvvet kaybı, ağrı ve kassal proteinlerin plazmada artışı ile karakterizedir. Travma, mekanik yüklenme, egzantrik egzersiz kas hasarına yol açabilir. Egzantrik egzersiz sarkomerde aşırı mekanik gerilmeler yaratarak, sarkomer bütünlüğünü sağlayan yapısal proteinlerin kopmasına neden olur. Yapısal proteinlerin zarar görmesi sonucunda sarkoplazmik retikulum, T tübül ve sarkolemmaya yayılan kas hasarı gerçekleşir (17,73).

Yürürken patellofemoral eklem yüzeyinde yük en az düzeyde iken, ortalama 90 derece fleksiyon gerektiren merdiven inip çıkma sırasında patellofemoral yüzeydeki yükler vücut ağırlığının 3.3 misline kadar çıkmaktadır. Bu değer yürüme sırasındaki hareketten yaklaşık 7 misli daha fazladır. Yürüme ve koşma sırasında diz devamlı olarak yüklere maruz kalır. Örneğin vücut mediale doğru eğildiğinde, medial aralığın genişlemesi ile aşırı fizyolojik valgus gelişir. Yük devam ederse iç yan bağ yırtığı oluşur. Vücut laterale doğru eğilirse lateral eklem aralığı genişler, fizyolojik valgus düzelir ve yükün devamında dış yan bağ yırtığı oluşur (19,42,47).

Kas hasarı görsel ve miktarsal olarak histokimyasal ve manyetik görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilebildiği gibi, fizyolojik ölçümler (kuvvet) ve biyokimyasal ölçümler (bazı serum enzim ve proteinlerinin varlığı) kas hasarı tayininde kullanılan pratik ve kolay parametrelerdir. Kas bütünlüğünün bozulması sonucu fonksiyonel kapasitenin kısıtlanması kas kuvvetinde düşmelere neden olur (18). Bazı kas enzimleri, kastaki yapısal bozulmalar sonucunda kas membranından dışarı çıkarak dolaşıma karışır ve bu enzimlerin plazma seviyeleri artar (74,75).

Diz ekleminde mevcut yan bağlar dizi iç ve dış yanlardan açılmaya karşı korurlar. Ön ve arka çapraz bağlar dizin ön ve arka plandaki stabilitesini sağlarken, dizin aşırı burkulması ve aşırı açılmasını da engellerler. Menisküsler iç ve dış olarak yarım ay şeklindeki kıkırdak yapılarıdır. Bu yapılar dizin stabilitesini sağlamakla beraber uyluk ve kaval kemikleri arasındaki mesafeye yerleşerek darbeleri yumuşatır

ve bu kemiklerin temasını engeller. Diz etrafındaki kaslar diz hareket halindeyken eklemin stabilitesini sağlarlar. Bu kaslar ön tarafta quadriceps grubu, arka tarafta hamstring grubu olarak bilinir.

Arka kas grubu biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kaslarının birleşiminden meydana gelen hamstring kas grubu olarak isimlendirilir. Bu kasların iki yapışma noktası vardır. Bunlar; her iki kalça kemiğinin altında hissedilen kemik çıkıntısı ve dizin arka kısmıdır. Bu kas grubunun kasılması, dizi büker ve bacağın bütün olarak geriye gitmesini sağlar. Bu kasların yürüme, koşma, sıçrama ve gövde hareketlerinin kontrolünde büyük önemi vardır (76).

Hamstring çekmesi herhangi sportif aktivite sırasında (akut) veya tekrarlanan küçük hasarlar (kronik) sonucu ortaya çıkabilir. Bu sakatlık genelde ani çıkışlar, sıçrama ve hızlı hareketler gerektiren aktivitelerde ortaya çıkar. Bazen akut travma, kronik bir durumun kası zayıflattığı ve hasara açık hale getirmesi sonucunda gelişebilir (76). Hamstring çekmeleri anatomik ve klinik açıdan ele alınır. Hamstring çekmesi (yaralanmaları) kas liflerinin aşırı gerilmesi veya yırtılmasıdır. Bu çekme kasın iki yapışma noktasında veya kasın herhangi bir noktasında oluşabilir. Şiddetine göre üç dereceye ayrılır.

**Birinci derece;** aşırı gerilme veya birkaç lifin hafif yırtılmasıdır. Ağrı bir parmak ile lokalize edilebilir. Bir sertlik ve güçsüzlükte söz konusu olabilir. Egzersiz yapılırsa ağrı ve sertlik egzersiz sırasında azalabilir ama daha sonra daha şiddetli bir şekilde geri dönebilir.

**İkinci derece;** orta şiddette kas liflerinin yırtılmasıdır ve birinci dereceye göre ağrı daha geniş bir alana yayılmaktadır. Sertlik ve güçsüzlük görülebileceği gibi, bazen kanamaya bağlı olarak ağrılı bölgedeki ciltte siyah ve mavi renklenme ile birlikte, yürürken bariz sekmede görülebilir.

**Üçüncü derece ise;** kasın tam yırtılmasıdır. Geniş ağrı, kanama ve ödem mevcuttur. Kasta bombeleşme elle hissedilebilir. Bu yırtıklar nadir olarak görülür (3,77,78).

Yapılan araştırmalarda en çok sportif yaralanmanın alt ekstremitelere görüldüğü belirlenmiştir. Bacağın kalça eklemindeki belirli bir pozisyonda yinelenen aşırı zorlanmalarında ortaya bazı sorunlar çıkar. Bu sorunlar kasların bağlantı noktalarında, gerek tendonlarında, gerekse kemiklerde yapısal bozukluklara neden olabilir. Burada kas-kiriş-eklem yapılarındaki dokuların değişik şiddetteki zorlanmalar karşısında dayanıklılık dereceleri, sınırları ve işlevsel yeterlilikleri önem kazanır.

Kalça, diz ve ayak bağlantısındaki düzensizlikler, alt ekstremitelerin aşırı zorlanmasına ve belirli noktalara fazla yüklenmesine neden olur. Bu durum, yürüme ve koşma siklusunda yer alan fazların işleyişine engel olur ve böylece normal biyomekanik işlevi bozan yapısal düzensizlikler oluşturur. Bu ve buna benzer sorunlar yüzünden sporcunun alt ekstremitelerinin yeterli oranda güçlü olması gerekmektedir. Bunun aksi durum yaralanmalara yol açıcı bir ortam hazırlar (79).

Spor yaralanmalarına yol açıcı ve performansı düşürücü etkenlerden biri de az kullanımdır. Yapılan spor dalında vücudun bazı bölümlerinin veya taraflarının (sol el/sol ayak) az kullanılması, sporcuların ve bazı çalıştırıcıların o bölgeleri veya tarafları yeterli oranda hazırlanmamasını getirir. Örneğın futbolda vücudun üst tarafı, göğüs, kafa gibi bölgeler, sağ ayağını kullanan bir futbolcu için sol ayağı, sağ elini kullanan bir basketbolcu, voleybolcu veya hentbolcu için sol eli, zayıf bölgeleri ve taraflarıdır (79). Yarışma veya antrenman sırasında bu az kullanılan bölge veya taraf yarışma veya antrenman sırasında kullanılmak zorunda kalırsa, yeterli hazırlığı olmadığından hem sporcunun performansını düşürür, hem de yaralanma riski doğurur.

Sporcunun fiziksel yapısındaki bazı kusurlar onun çeşitli riskler altında olduğunu gösterir. Postürdeki bozukluklar ile kas ve kemik yapısındaki bazı olumsuzluklar onun performansını etkileyebileceği gibi, sakatlık riskini de artırır (79).

Fleksörlerin zayıflığı nedeniyle fleksiyon/ekstansiyon kuvvet oranındaki düşüklüğün, hamstring sakatlıklarında önemli bir faktör olduğu ortaya konmuştur.

Bilateral kuvvet farklarının da önemli olduğu vurgulanmış ve kritik fark % 10 olarak bildirilmiştir (68). Diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetlerinin bir dengeye oturtulması için uğraşmak, atletik kondisyon kazanma ve yaralanmaların önlenmesi amaçlıdır. Kas sakatlıklarından yalnızca kuvvet dengesizliği sorumlu değildir. Hareketin türü, yüklenmenin şiddeti, temas sporlarında eksternal mekanik faktörler ve yetersiz ısınma gibi faktörlerde etkilidir (3,68,72). Yaralanmadan sonraki rehabilitasyon aşamasında da dizin fleksör/ekstansör farklarına dikkat edilmelidir. Sakatlanmış bir diz bölgesi için tavsiye edilen, hamstring/quadriceps kuvvet oranının sağlıklı karşı taraf ekstremitesi seviyesine çıkarılmasıdır (70).

## GEREÇ VE YÖNTEM

### 2.1. Gereç

Elit seviyedeki güreşçi (Grekoromen) ve futbolcuların diz izokinetik kas kuvvetlerinin değerlendirilmesi amacıyla planlanan çalışma, Afyonkarahisar ilinde bulunan Korel Otel Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 20 güreşçi ( $20,75 \pm 2,8$ ), 20 futbolcu ( $20,95 \pm 2,4$ ) ve 20 kontrol grubu ( $20,90 \pm 2,8$ ) alınmıştır. Sporcu olan deneklerin en az haftada 5 gün spor yapmaları ve en az 5 yıl aktif sporcu olmaları şartı aranmıştır.

### 2.2. Yöntem

Araştırmaya katılan deneklerin diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetleri  $60^\circ$ /saniye ve  $180^\circ$ /saniyelik açısal hızlarda Biodex System-3 marka izokinetik dinamometreyle ölçülmüştür. Çalışmaya katılan tüm deneklerin dominant ve nondominant ekstremiteleri teste alınmıştır. Toplam 60 deneğin hikâyeleri alınarak, aşağıdaki özelliklerin bulunmasına dikkat edilmiştir;

1. Geçmişte kalça, diz ve uyluk bölgesine ait herhangi bir kırık bulunmaması,
2. Geçmişte her iki alt ekstremitenin fonksiyonunu etkileyecek nörolojik bir probleme ait bir bulgu olmaması,
3. Alt ekstremitelerde testten önceki iki yıl içerisinde 48 saatten fazla normal aktiviteyi kısıtlayan, kas veya ligamente ait bir sakatlığın olmaması,
4. Geçmişte diz eklemi artrit ve kontraktürüne ait bir durumun olmaması.

Deneklerin yaşları, takvim yaşları dikkate alınarak saptanmış, boy ve ağırlık ölçümleri ise, üstlerinde yalnızca şort olmak üzere hassas boy ve ağırlık ölçen aletlerle yapılmıştır.

Denekler teste başlamadan önce koşu bandında 7 dakika hafif şiddette bir tempoyla ısındıktan sonra, diz eklemine yönelik 3–4 dakikalık esnetme ve gerdirme çalışmaları yaptılar. Isınma sonrasında denekler, ölçüm yapılacak olan izokinetik dinamometreye tek tek alındı ve fiziki yapılarına uygun şekilde dinamometrenin ayarlamaları yapıldı. Vücut ağırlıkları bilgisayara girilerek programlama tamamlandı. Bilgisayar tarafından diz eklemının hareket genişliği, deneğe çok düşük hızda örnek bir hareket yaptırılarak belirlendi.

Denekler 60°/saniye ve 180°/saniyelik 2 ayrı açısal hızda programa alındılar. Her ölçüm hızıyla ilgili dominant ve nondominant bacakta 3 tekrar ısınma hareketi yaptırıldı. Daha sonra aynı açısal hızda ölçüm gerçekleştirildi. Test için 60°/saniye açısal hızda 3 submaksimal ısınma tekrarı ve kişi hazır olunca 5 maksimal tekrar yaptırılarak, 20 saniye dinlenme süresi verildi. 180°/saniye açısal hızda 3 submaksimal ısınma tekrarı ve kişi hazır olunca 15 maksimal tekrar yaptırılarak diğer ekstremiteye geçildi. Bu iki açısal hızda deneklerin izokinetik kuvvet ölçümü yapıldı (**Resim 2.1 ve Resim 2.2**). Test pozisyonu üretici firma kılavuzunda önerildiği şekilde gerçekleştirildi (55). Eklem hareket açıklığı 90° olarak ayarlandı. Yapılan testler sonucunda quadriceps ve hamstring zirve tork (**PT**) (**Nm**), zirve tork/vücut ağırlığı (**PT/VA**) oranları ile agonist/antagonist zirve tork oranı olarak ta, fleksör/ekstensör (**H/Q**) zirve tork oranları ölçüldü. Deneklerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ( $\pm$ ) standart sapma olarak değerlendirildi.

### 2.3. İstatistik Analiz

Araştırma verilerinin analizleri SPSS istatistik paket programında yapılmıştır. Güreşçi, futbolcu ve kontrol gruplarının dominant ve nondominant bacaklarının izokinetik kuvvetlerinin ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



**Resim 2.1. Deneklerin İzokinetik Test Pozisyonu**



**Resim 2.2. İzokinetik Dinamometre**

### 3. BULGULAR

Araştırmaya katılan güreşçi (n=20), futbolcu (n=20) ve kontrol gruplarının (n=20) yaş ortalamaları sırasıyla  $20,75\pm 2,8$ ,  $20,95\pm 2,4$  ve  $20,90\pm 2,8$ 'dir. Güreşçilerin vücut ağırlıkları  $75,05\pm 14,2$  kg, boy uzunlukları  $174,85\pm 7,1$  cm, vücut kitle indeksleri  $24,24\pm 2,8$ , spora başlama yaşları  $10,45\pm 2,5$  ve aktif sporculuk yılları ortalaması ise,  $9,15\pm 3,4$  olarak tespit edilmiştir. Futbolcuların vücut ağırlıkları  $69,25\pm 6,6$  kg, boy uzunlukları  $177,40\pm 7$  cm, vücut kitle indeksleri  $22,16\pm 2,1$ , spora başlama yaşları  $9,30\pm 1,5$  ve aktif sporculuk yılları ortalaması ise,  $7,60\pm 2,1$  olarak bulundu. Araştırmaya katılan kontrol grubunun vücut ağırlıkları,  $71,95\pm 10,9$  kg, boy uzunlukları  $178,75\pm 8$  cm ve vücut kitle indekslerinin ise;  $22,45\pm 3,4$  olduğu görüldü. Yapılan değerlendirmelerde güreşçi, futbolcu ve kontrol grupları arasında yaş, vücut ağırlığı, boy ve vücut kitle indeksi farklılıkları önemsiz bulunmuştur. Değerlerle ilgili istatistikî bilgiler Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1. Araştırmaya Katılan Sporcu ve Kontrol Grubunun Yaş (Yıl), Vücut Ağırlığı (kg), Boy Uzunluğu (cm), Vücut Kitle İndeksi Değerleri, Spora Başlama Yaşları ve Aktif Sporculuk Yıllarının Ortalamaları**

	<b>Güreşçi n=20</b>	<b>Futbolcu n=20</b>	<b>Kontrol Grubu n=20</b>
<b>Yaş (yıl)</b>	$20,75\pm 2,8$	$20,95\pm 2,4$	$20,90\pm 2,8$
<b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>	$75,05\pm 14,2$	$69,25\pm 6,6$	$71,95\pm 10,9$
<b>Boy Uzunluğu (cm)</b>	$174,85\pm 7,1$	$177,40\pm 7$	$178,75\pm 8$
<b>Vücut Kitle İndeksi</b>	$24,24\pm 2,8$	$22,16\pm 2,1$	$22,45\pm 3,4$
<b>Spora Başlama Yaşı</b>	$10,45\pm 2,5$	$9,30\pm 1,5$	Sedanter
<b>Aktif Sporculuk Yılı</b>	$9,15\pm 3,4$	$7,60\pm 2,1$	Sedanter

**p>0.05**



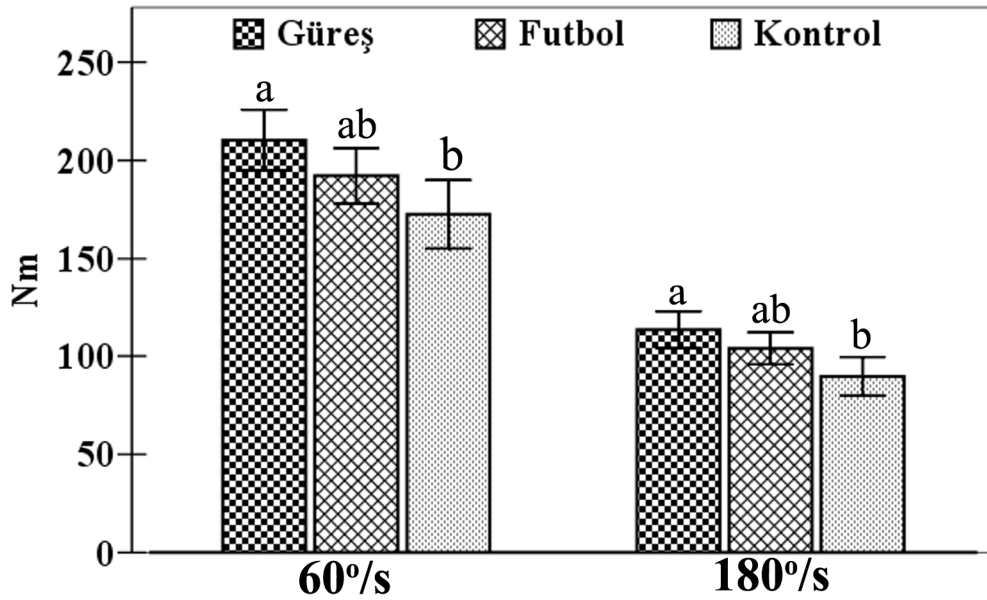
**Tablo 3.2. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	210,30±34,6 <sup>a</sup>	192,25±31,3 <sup>ab</sup>	172,60±38,8 <sup>b</sup>	,005**
180°/s	113,45±20,8 <sup>a</sup>	103,90±18,2 <sup>ab</sup>	89,60±22,2 <sup>b</sup>	,002**

\*\* : p<0.01

Aynı satırlarda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklar önemlidir.

Tablo 3.2 ve Grafik 3.1’de görüldüğü gibi çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki dominant ekstremitelerin ekstansör (quadriceps) zirve tork değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılığa rastlandı (p<0.01).



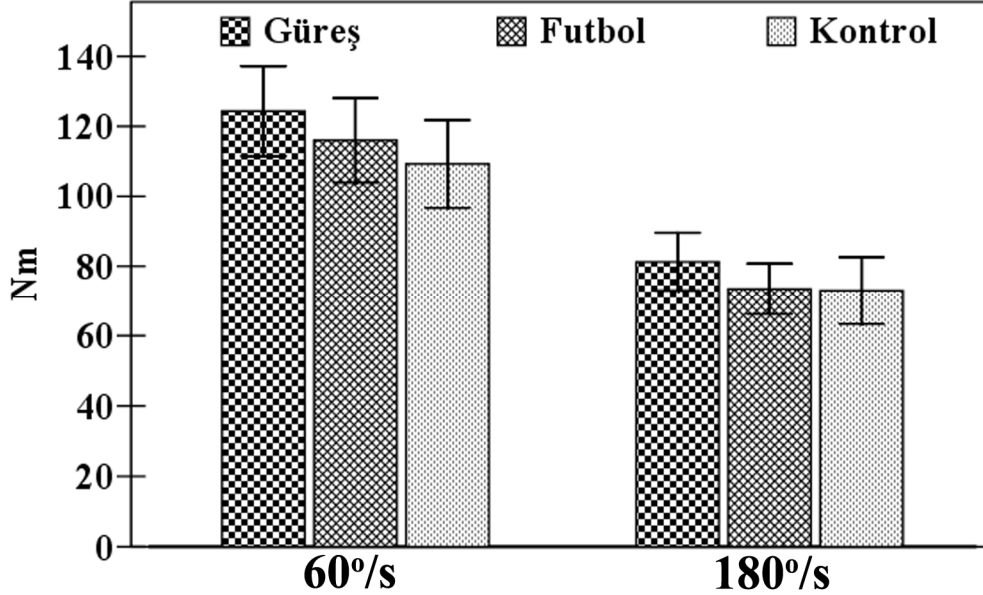
**Grafik 3.1. Grupların Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü**

**Tablo 3.3. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	124,35±28,7	116,00±26,9	109,25±28,0	,239
180°/s	81,25±18,6	73,45±16,2	73,00±21,4	,307

**p>0.05**

Tablo 3.3 ve Grafik 3.2’de çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki dominant ekstremitelerin fleksör (hamstring) zirve tork değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görüldü (**p>0.05**).



**Grafik 3.2. Grupların Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü**

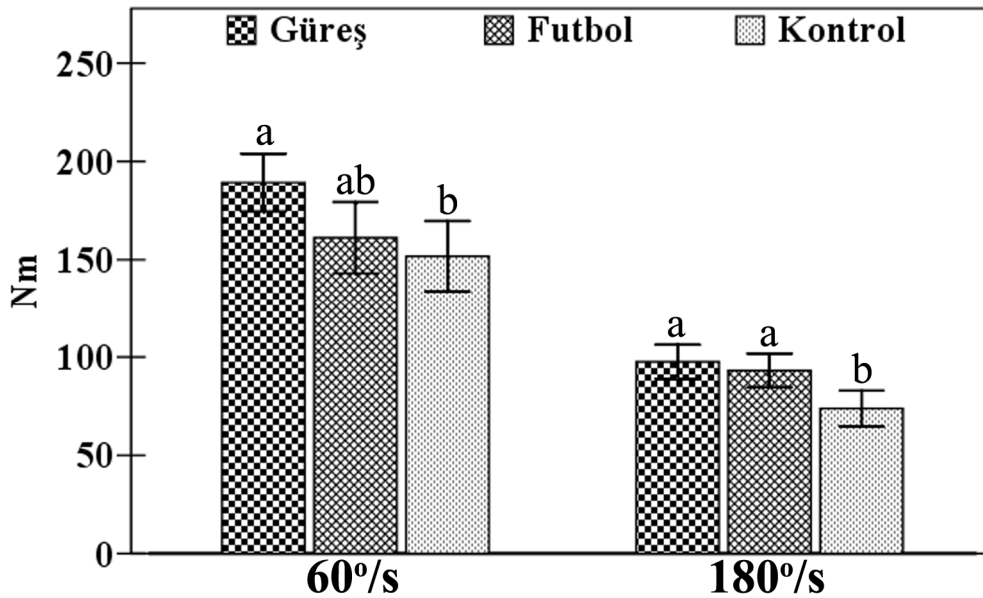
**Tablo 3.4. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	189,20±32,9 <sup>a</sup>	161,20±40,5 <sup>ab</sup>	151,75±40,1 <sup>b</sup>	,008**
180°/s	97,60±19,3 <sup>a</sup>	93,15±19,3 <sup>a</sup>	73,80±20,2 <sup>b</sup>	,001***

\*\* :  $p < 0.01$  \*\*\* :  $p < 0.001$

Aynı satırlarda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklar önemlidir.

Tablo 3.4 ve Grafik 3.3'de görüldüğü gibi çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s açısal hızdaki nondominant ekstremitelerin ekstansör (quadriceps) zirve tork değerleri arasında ( $p < 0.01$ ) ve 180°/s açısal hızdaki nondominant ekstremitelerin ekstansör (quadriceps) zirve tork değerleri arasında istatistiki açıdan ileri derecede anlamlı farklılık bulundu ( $p < 0.001$ ).



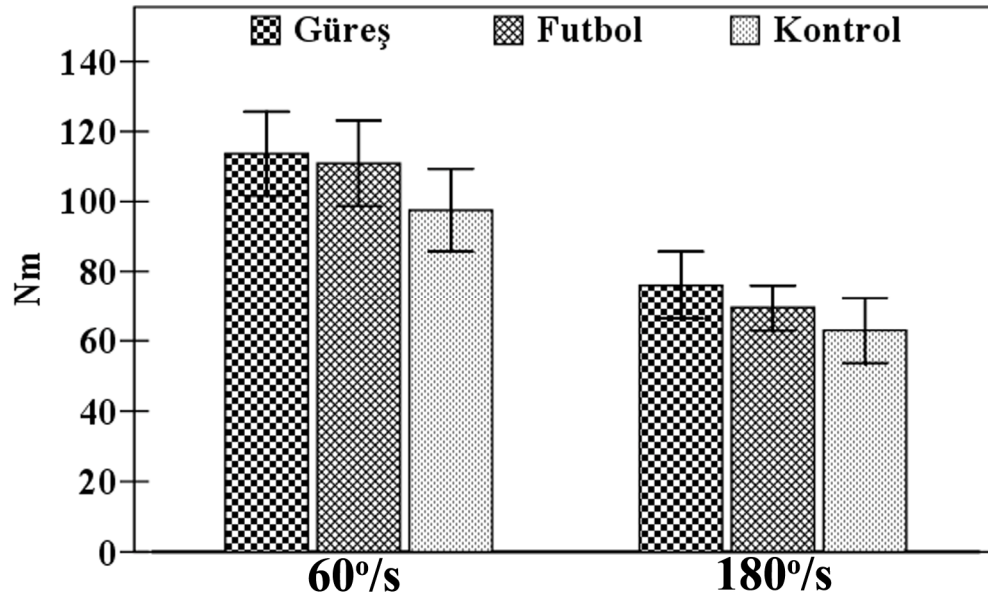
**Grafik 3.3. Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Quadriceps) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü**

**Tablo 3.5. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	113,65±26,7	110,90±27,4	97,50±26,4	,136
180°/s	76,00±21,6	69,45±14,5	62,95±20,9	,112

**p>0.05**

Çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki nondominant ekstremitelerin fleksör (hamstring) zirve tork değerleri arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmadı (**p>0.05**) (Tablo 3.5 - Grafik 3.4).



**Grafik 3.4. Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Hamstring) Zirve Tork (Nm) Değerlerinin Görünümü**

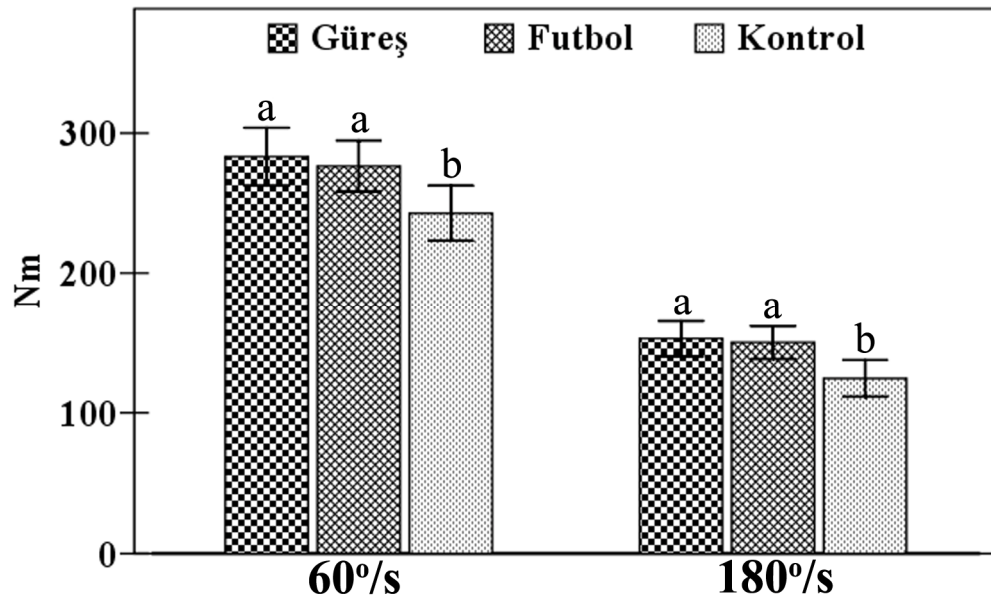
**Tablo 3.6. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	283,20±46,2 <sup>a</sup>	276,45±41,1 <sup>a</sup>	242,70±44,0 <sup>b</sup>	,011*
180°/s	152,75±28,0 <sup>a</sup>	150,05±26,2 <sup>a</sup>	124,40±29,0 <sup>b</sup>	,003**

\* :  $p < 0.05$  \*\* :  $p < 0.01$

Aynı satırlarda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklar önemlidir.

Tablo 3.6 ve Grafik 3.5’de çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s açısal hızda dominant ekstremitelerin ekstansör (quadriceps) zirve tork/vücut ağırlığı (Relatif Kuvvet) değerleri arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p < 0.05$ ). 180°/s açısal hızda dominant ekstremitelerin ekstansör (quadriceps) zirve tork/vücut ağırlığı (Relatif Kuvvet) değerleri arasında da, önemli farklılık olduğu görüldü ( $p < 0.01$ ).



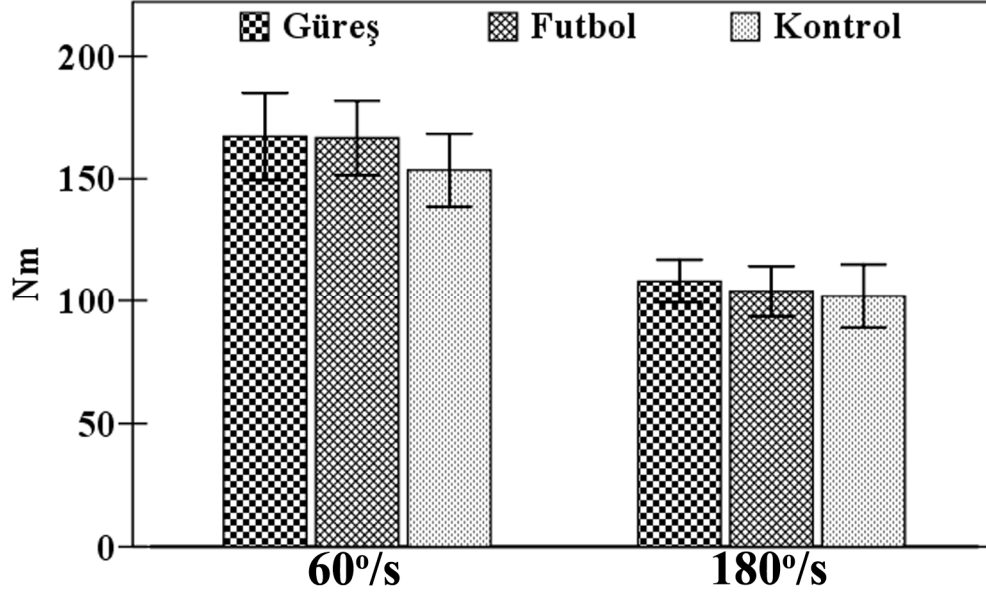
**Grafik 3.5. Grupların Dominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Nm) Değerlerinin Görünümü**

**Tablo 3.7. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	167,30±39,7	166,70±34,0	153,55±33,2	,396
180°/s	108,10±19,8	104,00±23,1	101,95±29,3	,721

**p>0.05**

Tablo 3.7 ve Grafik 3.6'da çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki dominant ekstremitelerin fleksör (hamstring) zirve tork/vücut ağırlığı (Relatif Kuvvet) değerleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görüldü(p>0.05).



**Grafik 3.6. Grupların Dominant Ekstremitelerinin Fleksör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Nm) Değerlerinin Görünümü**

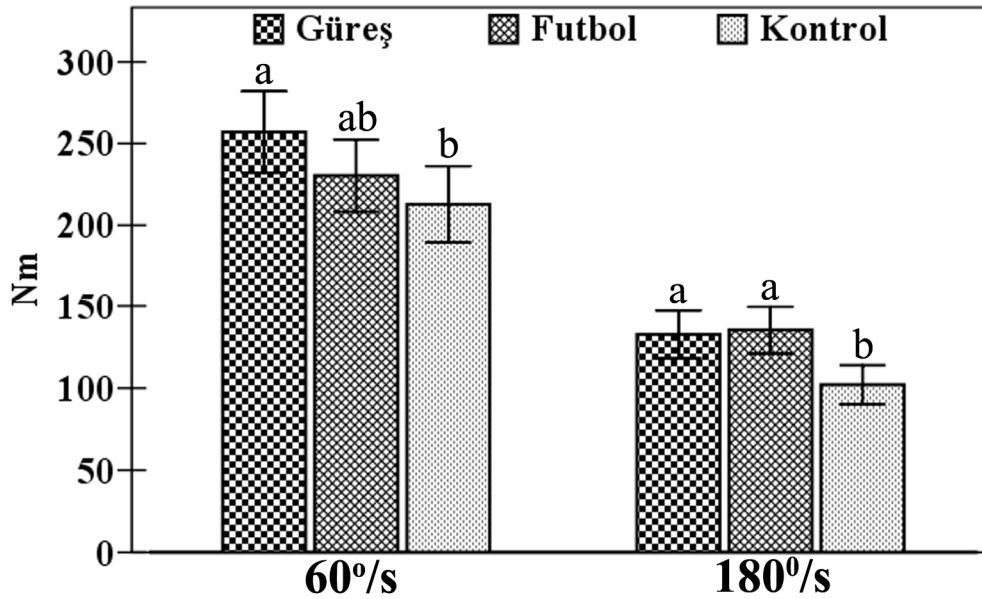
**Tablo 3.8. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	257,15±55,6 <sup>a</sup>	230,45±49,5 <sup>ab</sup>	212,85±52,2 <sup>b</sup>	,034*
180°/s	132,70±32,7 <sup>a</sup>	135,35±31,6 <sup>a</sup>	102,05±26,4 <sup>b</sup>	,001***

\* :  $p < 0.05$  \*\*\* :  $p < 0.001$

Aynı satırlarda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklar önemlidir.

Çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s açısal hızdaki nondominant ekstremitelerin ekstansör (quadriceps) zirve tork/vücut ağırlığı (Relatif Kuvvet) değerleri arasında anlamlı farklılığa rastlandı ( $p < 0.05$ ). 180°/s açısal hızdaki nondominant ekstremitelerin ekstansör (quadriceps) zirve tork/vücut ağırlığı (Relatif Kuvvet) değerleri arasında ise, ileri derecede farklılık olduğu tespit edildi ( $p < 0.001$ ) (Tablo 3.8 - Grafik 3.7).



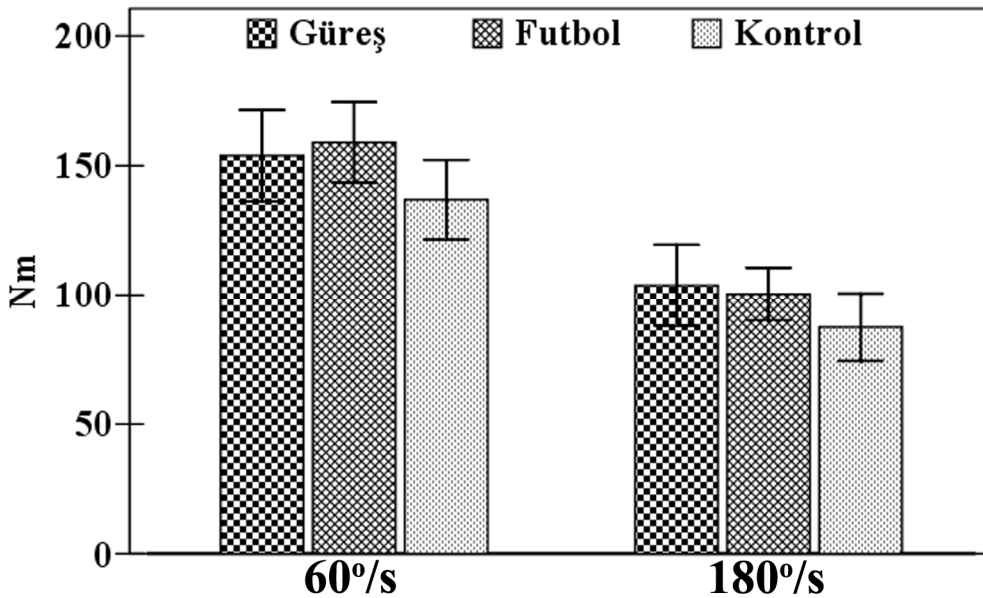
**Grafik 3.7. Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Ekstansör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut (Nm) Ağırlığı Değerlerinin Görünümü**

**Tablo 3.9. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı Değerleri (Nm)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	153,90±39,2	159,00±34,6	136,90±34,2	,138
180°/s	103,80±35,0	100,40±22,9	87,45±29,3	,190

**p>0.05**

Çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki nondominant ekstremitelerin fleksör (hamstring) zirve tork/vücut ağırlığı (Relatif Kuvvet) değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılığa rastlanmadı (**Tablo 3.9 - Grafik 3.8**).



**Grafik 3.8. Grupların Nondominant Ekstremitelerinin Fleksör (Relatif Kuvvet) Zirve Tork/Vücut Ağırlığı (Nm) Değerlerinin Görünümü**



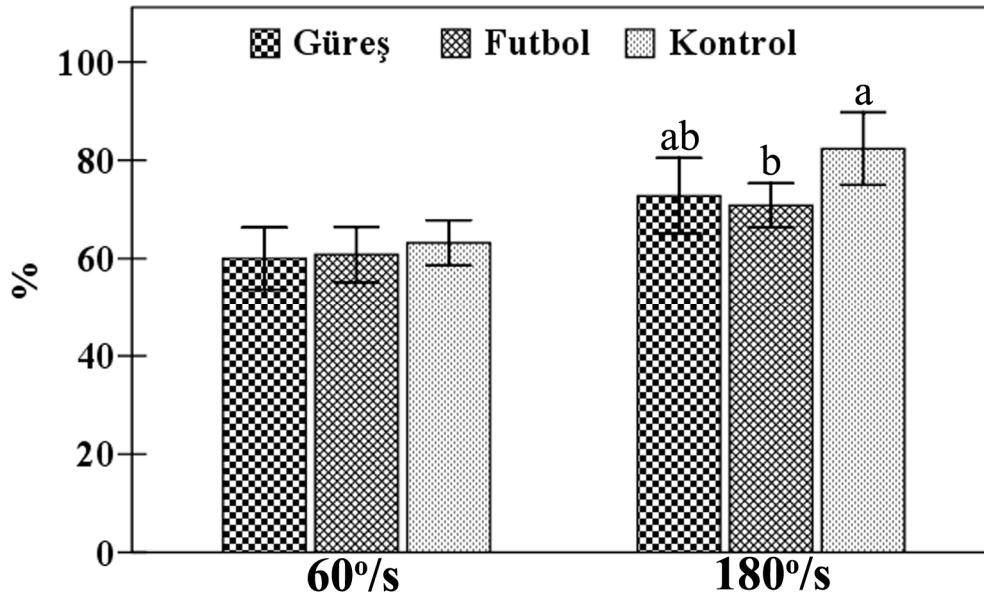
**Tablo 3.10. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Dominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranları (%)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	60,00±14,1	60,85±12,6	63,20±10,3	,703
180°/s	72,75±17,2 <sup>ab</sup>	70,80±10,0 <sup>b</sup>	82,35±16,5 <sup>a</sup>	,040*

\* :  $p < 0.05$

Aynı satırlarda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklar önemlidir.

Çalışma ve kontrol gruplarının 60°/s açısal hızdaki dominant ekstremitelerin fleksör/ekstansör (H/Q) % oranları arasında anlamlı farklılığa rastlanmadı ( $p > 0.05$ ). Ancak, 180°/s açısal hızdaki dominant ekstremitelerin fleksör/ekstansör (H/Q) % oranlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p < 0.05$ ) (Tablo 3.10 - Grafik 3.9).



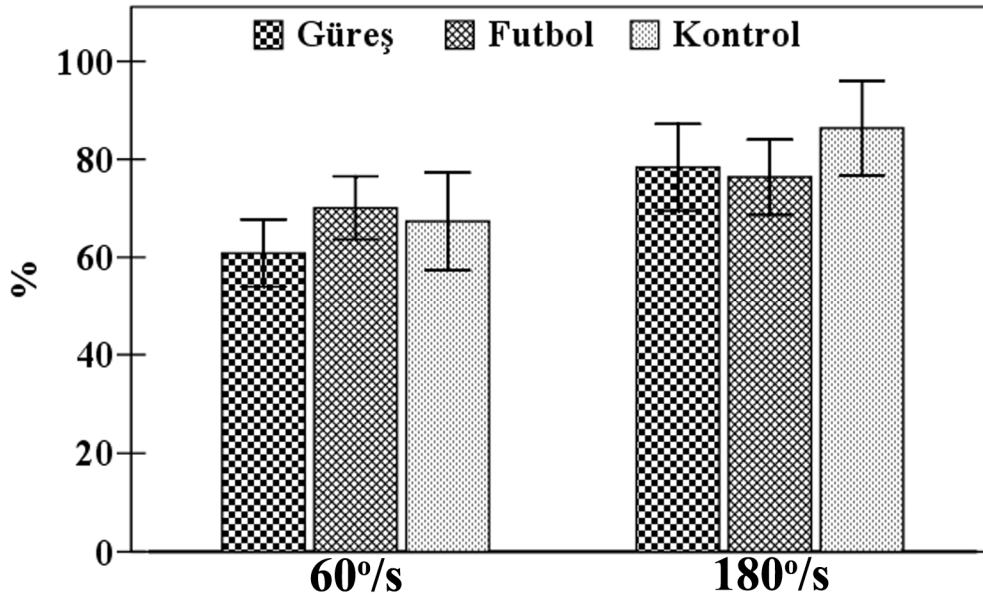
**Grafik 3.9. Grupların Dominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranlarının (%) Görünümü**

**Tablo 3.11. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranları (%)**

Açısal Hız	Güreşçi n=20 Ortalama ± SD	Futbolcu n=20 Ortalama ± SD	Kontrol Grubu n=20 Ortalama ± SD	P
60°/s	60,85±15,3	70,10±14,3	67,35±22,2	,245
180°/s	78,35±19,8	76,40±17,0	86,35±21,6	,244

**p>0.05**

Tablo 3.11 ve Grafik 3.10'da grupların 60°/s ve 180°/s açısal hızdaki dominant ekstremitelerinin fleksör/ekstansör (H/Q) % oranları arasında anlamlı farklılığa rastlanmadı (**p>0.05**).



**Grafik 3.10. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Nondominant Ekstremitelerinin Zirve Tork Fleksör/Ekstansör (H/Q) Oranlarının (%) Görünümü**

## 4. TARTIŞMA

### 4.1. Dominant ve Nondominant Ekstremitelerin Hamstring (H) ve Quadriceps (Q) Zirve Tork (Peak Torque-PT) Değerleri

#### 4.1.1. Dominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör

Yapılan bu araştırmada; 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda dominant ekstremitelerin ekstansör (Q) zirve tork değerlerinde, güreşçiler ile kontrol grupları arasında, güreşçiler lehine istatistikî olarak anlamlı bir farklılık olduğu görüldü ( $p<0.01$ ). Ancak 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda dominant ekstremitte fleksör (H) zirve tork değerlerinde, üç grup arasında da istatistikî olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmadı ( $p>0.05$ ).

Güreşte müsabaka formatı patlayıcı kuvvete yönelik anaerobik enerji tüketimini gerektirir. Ama futbolda dayanıklılığa yönelik olan aerobik güç kullanımı daha ön plandadır. Bu durum, bu çalışmadaki güreşçilerin özellikle 60°/s zirve tork değerlerinin futbolculardan daha yüksek olmasını açıklamaktadır.

60°/s ve 180°/s açısal hızlarda dominant ekstremitte ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerleri incelendiğinde, güreşçilerin değerlerinin diğer grupların değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlendi. En düşük zirve tork değerlerinin ise kontrol grubunda olduğu görüldü. Bu durumda izokinetik kassal performansları açısından güreşçilerin, futbolcu ve kontrol grubuna göre daha fazla anaerobik güce sahip oldukları söylenebilir. Güreşçilerin ve futbolcuların antrenman metodları, yüklenme kriterleri ve fiziki yapıları farklılık gösterir. Güreşçiler 6 dakikaya kadar devam eden müsabakalarında, çok yüksek bir anaerobik güç ve anerobik dayanıklılık uygulamaktadırlar. Futbolcular ise aerobik ve anaerobik gücü neredeyse eşit oranda kullanırlar. Dolayısıyla bu durum müsabaka şartlarına yönelik antrenman programları uyguladıklarını göstermektedir.

60°/s açısız hızda güreşçilerin değerlerinin futbolculara göre çok yüksek olmasına rağmen, 180°/s açısız hızda futbolcuların zirve tork değerlerinin güreşçilerin değerlerine yaklaştığı görüldü. Bu durum, sporcuların branşlarında ve antrenman yöntemlerinde farklılık olduğu göz önüne alındığında, güreşçilerin anaerobik güç kullanımına ve patlayıcı kuvvete, futbolcuların ise kassal dayanıklılığa ihtiyaç duymalarıyla paralellik göstermektedir. Ayrıca alt ekstremite de güreş branşında statik, futbolda ise dinamik bir kuvvet kullanımı söz konusudur.

Türkiye’de ve farklı ülkelerde profesyonel 1. ve 2. lig düzeyindeki futbolculara yönelik yapılan benzer çalışmalarda bulunan 60°/s ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerlerinin bu çalışmadaki futbolcu grubunun değerlerinden yüksek olduğu görüldü (8,52,84-89). Bu çalışmadaki futbolcuların zirve tork değerlerinin 3. lig futbolcularına yönelik yapılan çalışmalarda elde edilen değerlere yakın, amatör lig futbolcularının değerlerinden yüksek olduğu tespit edildi (8,85). Bu durum faaliyetlerin üst liglerde olması dolayısıyla, üst düzey bir performans gerekliliği, futbolcuların farklı fiziksel ve fizyolojik özelliklere sahip olmaları ve farklı liglerde performans sergilemelerinden kaynaklandığıyla açıklanabilir.

İnce’nin (52) yaptığı benzer çalışmadaki, güreşçilerin 60°/s ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerlerinin, bu çalışmadaki güreşçilerin değerlerinden düşük, 180°/s ekstansiyonda yüksek, fleksiyonda ise yakın olduğu tespit edildi. Ayrıca İnce’nin çalışmasındaki futbolcuların 60°/s ve 180°/s açısız hızdaki ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerleri, aynı çalışmadaki güreşçilerden de çok yüksekti. Bu durum bu çalışmadaki güreşçi ve futbolcu gruplarının sonuçlarından tamamen farklılık göstermektedir. Bu farklılık araştırma grubumuzdaki güreşçilerin elit düzeyde ve çok fazla Uluslararası deneyime ve başarıya sahip olmaları durumuyla ifade edilebilir.

Pehlivan’ın (90) genç ve büyükler güreş milli takımları üzerinde yaptığı benzer çalışmada, 60°/s ve 180°/s açısız hızlardaki dominant ekstremite ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork bulguları, bu çalışmaya alınan güreşçilerin değerlerinden düşüktü (90). Bu durum çalışmadaki güreşçilerin izokinetik performansları açısından Pehlivan ve İnce’nin çalışmalarındaki güreşçilerin değerlerinden daha fazla

anaerobik güce ve kassal dayanıklılığa sahip olduklarını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, bu araştırma grubundaki güreşçilerin değerlerinin, diğer araştırmacıların değerlerinden daha iyi olduğudur. Bu çalışmaya katılan güreşçilerin büyük çoğunluğunun Milli sporculardan oluşması ve Uluslararası müsabakalarda derece almış olmaları bu durumu açıklamaktadır.

Bu çalışmada elde edilen 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki zirve tork değerlerinin diğer branşlardaki sporcularla karşılaştırılması yapıldı. Buna göre; Koutedakis ve arkadaşlarının (91) elit erkek ve bayan kürekçiler ile erkek dansçılarda tespit ettiği 60°/s ekstansiyon zirve tork değerlerinin, bu çalışmadaki tüm grupların değerlerinden yüksek olduğu görüldü. Bu çalışmadaki sporculara göre, bayan kürekçiler ile erkek dansçıların değerleri yakındı. Appen ve Duncan'ın (93) kolej atletlerine yönelik yaptıkları çalışmada, 60°/s ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerleri, bu çalışmadaki güreş grubunun değerleriyle yakın, futbol grubunun değerlerinden yüksekti. 180°/s ekstansiyon ve fleksiyon değerlerinin bu çalışmadaki tüm grupların değerlerinden yüksek olduğu görüldü. Alexander'ın (67) erkek sprinterlere, Gür ve arkadaşlarının (93) elit kayakçılara yönelik yaptıkları çalışmalarda buldukları değerler, bu çalışmadaki tüm grupların zirve tork değerlerinden yüksekti. Özkan ve arkadaşlarının (94) üniversiteler Amerikan futbolu takımlarına yönelik yaptıkları çalışmadaki bulgular, bu araştırmadaki tüm grupların hem ekstansiyon, hemde fleksiyon zirve tork değerlerinden düşüktü.

Elit erkek sprinterlerin, kayakçıların ve kürek sporuyla uğraşan bayan ve erkek sporcuların patlayıcı kuvvetlerinin bu çalışmadaki güreş ve futbolculardan fazla olduğu, branş farklılığının gerekliliği göz önüne alındığında normal olarak gözükmemektedir. Sprinterlerin, kayakçıların ve kürekçilerin bacak kaslarını daha fazla kullandıkları ve patlayıcı kuvveti geliştirmeye yönelik çalışmalara daha önem verdikleri muhakkaktır. Üniversitelerin Amerikan futbolu sporcularının değerlerinin, bu çalışmadaki futbolcu ve güreşçi gruplarının zirve tork değerlerinden daha düşük olması durumu, bu sporun ülkemizde yeni tanınan bir branş olması ve sporcuların performans sporcusu olmamalarıyla açıklanabilir.

Tura'nın (44) ve İnce'nin (52) çalışmalarındaki kontrol gruplarının veya sedanterlerin zirve tork değerlerinin, bu çalışmadaki kontrol grubunun değerlerinden yüksek olduğu görüldü. Tura'nın çalışmasındaki kontrol grubu değerleri, diğer literatürlerdeki kontrol grubu değerlerine göre de yüksekti.

Kontrol ve sporcu grupları arasında ortaya çıkan önemli kuvvet farkları, kontrol grubundaki deneklerin pasif, sporcuların ise yoğun ve planlı bir sportif aktivite içerisinde olmalarıyla izah edilebilir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde hareketin hızı arttıkça tork değerlerinde azalma olduğu görüldü. Bu çalışmada da en yüksek değerler 60°/s açısal hızda elde edilmiştir. Bu durum, kontraksiyon hızı arttığında artan hızın çok sayıda kas fibrilinin maksimum hızını geçmesi, kas geriliminin azalması ve kas tork değerinde düşüş meydana gelmesiyle açıklanabilir. Açısal hızın artmasıyla quadriceps ve hamstring kas kuvveti zirve tork değerlerinin düşmesi, tüm hızlarda quadriceps zirve tork değerlerinin hamstring değerlerinden yüksek olması durumu, literatürdeki diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik gösterdi. (44,52,67,91,93)

Sporcuların benzer antrenman programlarına ve yakın biyolojik yaşa sahip olmalarına rağmen, branşlar ve sporcular arasında ortaya çıkan kuvvet farklılıklarının, genetik ve performans farklılıklarından da kaynaklanabileceği göz ardı edilmemelidir.

#### **4.1.2. Nondominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör**

Yapılan bu araştırmada, nondominant ekstremitenin ekstansör (Q) 60°/s açısal hız zirve tork değerlerinde, güreşçiler ile kontrol grubu arasında, güreşçiler lehine istatistikî olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.01$ ). 180°/s açısal hızda nondominant ekstremitenin ekstansör (Q) zirve tork değerlerinde, kontrol grubuna göre hem güreşçilerin, hem de futbolcuların zirve tork değerleri yüksekti. Aradaki farklar istatistikî olarak ileri derecede anlamlıydı ( $p<0.001$ ).

Nondominant ekstremitelerin 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki fleksör (H) zirve tork değerlerinin ortalamasına göre, üç grup arasında da anlamlı bir farklılık görülmedi ( $p>0.05$ ). Her iki açısal hızdaki zirve tork değerlerinde, güreş grubunun değerlerinin diğer grupların değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlendi. En düşük zirve tork değerlerinin ise kontrol grubunda olduğu görüldü.

Türkiye veya farklı ülkelerde Kayatekin (95), İnce (52), Stafford ve arkadaşları (88), İşleğen ve arkadaşları (87) ile Malliou (8) ve arkadaşlarının profesyonel 1. 2. ve 3. lig düzeyindeki futbolculara yönelik yaptıkları çalışmalarda, 60°/s ve 180°/s açısal hızda bildirdikleri nondominant ekstremitelerde ekstansör (Q) ve fleksör (H) zirve tork değerlerinin araştırmamızdaki futbol grubunun zirve tork değerlerinden yüksek olduğu görüldü.

Bu çalışmadaki güreşçilerin zirve tork değerlerinin futbolculara göre yüksek çıkması, aktivitelerinde izometrik (statik) kas kasılmasının daha fazla olduğu güreşçilerin, izotonik (dinamik) kas kasılmasının daha fazla olduğu futbol branşındaki sporculara göre, zirve tork açısından daha yüksek değerlere sahip olduklarını göstermektedir.

Sporcuların normal yaşları ve aktif sporculuk yılları ile izokinetik kas kuvvetleri arasında ilişki bildirilmiştir. Özellikle aktif spor yapma yılları arttıkça zirve tork değerlerinde de artış görülmektedir (127,128). Bu çalışmadaki güreşçilerin aktif spor yapma yılları da, futbolculardan fazlaydı. Güreşçilerin zirve tork değerlerinde futbolcuların değerlerinden yüksek olması durumu, literatürü desteklemektedir.

## 4.2. Dominant ve Nondominant Ekstremitelerin Hamstring (H) ve Quadriceps (Q) Zirve Tork (Peak Torque-PT) / Vücut Ağırlığı (Body Weight-BW) Değerleri

### 4.2.1. Dominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör Zirve Tork/Vücut Ağırlığı

Farklı branşlardaki sporcular ile farklı cinsiyetlerdeki sporcuların kas kuvvetlerinin karşılaştırılmasında, zirve tork değerinin vücut ağırlığına (zirve tork/vücut ağırlığı) olan oranının kullanılmasının daha uygun olacağı görüşünü benimseyen araştırmacılar mevcuttur (98,99). Kişinin dominant-nondominant ekstremitte veya aynı ekstremitede bulunan agonist-antagonist kuvvet oranlarının karşılaştırmaları normal değerler gösterse de, vücut ağırlığına göre tork ilişkisi değişik olabilmektedir (100).

Yapılan bu araştırmada, 60°/s açısal hız dominant ekstremitte ekstansör (Q) zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinde, güreşçilerin ve futbolcuların değerlerinin kontrol grubunun değerlerinden yüksek olduğu gözlemlendi ( $p<0.05$ ). 180°/s açısal hız dominant ekstremitte ekstansör (Q) zirve tork/vücut ağırlığı zirve tork değerlerinde, güreşçi ve futbolcuların değerlerinin kontrol grubuna göre yüksek olduğu görüldü ( $p<0.01$ ).

Araştırmada dominant ekstremitelerin 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki fleksör (H) zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin ortalamalarına göre, üç grup arasında da istatistikî olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmadı ( $p>0.05$ ).

Çalışmada güreşçilerin dominant ekstremitte 60°/s ve 180°/s açısal hız ekstansiyon ve fleksiyonda zirve tork değerlerinin futbolculara göre yüksek olduğu görüldü. Ancak zirve tork değerlerinde tespit edilen güreşçiler lehine olan yüksek farkın, zirve tork/vücut ağırlığı değerlerine göre azaldığı gözlemlendi. Bu durum kas kuvvetlerinin karşılaştırılmasında, zirve tork değerinin vücut ağırlığına (zirve tork/vücut ağırlığı) olan oranının kullanılmasının daha uygun olacağı görüşünü desteklemektedir.



Akın ve ark.'nın (2) amatör futbolculara, Güner'in (96) paf takımına yönelik yaptıkları çalışmalarda, 180°/s ekstansiyon ve fleksiyonda elde ettikleri zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin bu çalışmadaki futbolcuların ve güreşçilerin değerlerinden düşük olduğu görüldü. Güner'in 60°/s ekstansiyon değerleri bu çalışmadaki değerlere yakın, fleksiyon değerleri ise yüksekti.

Meriç ve ark.'nın (84) futbolculara yönelik yaptıkları bir çalışmada defans oyuncularının 60°/s zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin, orta saha ve forvet oyuncularından fazla olduğunu belirlemişlerdir ( $p<0.05$ ). Bu da defans oyuncularının izokinetik performans açısından, diğer mevkilerdeki oyunculardan daha fazla patlayıcı kuvvete sahip olduklarını göstermektedir. Orta saha ve forvet oyuncuları oyun içerisinde daha çok koşmaları gerektiğinden dolayı yavaş kasılan fibrillerinin (ST), defans oyuncularının ise, orta saha ve forvet oyuncularına göre daha az koştukları ve karşı takımın ataklarını engellemek için oyun içerisinde daha anlık hareket etmeleri gerektiğinden dolayı hızlı kasılan fibrillerinin (FT) daha fazla geliştiği söylenebilir. Güreşçilerde statik kuvvet özelliği, futboldaki savunma oyuncularıyla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada 60°/s açısal hızda tespit edilen zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin yüksekliği, güreşçilerin futbolculara göre patlayıcı kuvvetlerinin yüksek oluşunun nedenini açıklamaktadır.

Dowson'un (101) değişik branşlardaki elit sporculara, Alexander'in (67) elit sprinterlere ve Thorstensson ve ark.'nın (102) sprinterler ve kayakçılara yönelik yaptıkları çalışmalarda bildirilen tüm değerler, bu çalışmadaki tüm grupların değerlerinden yüksekti. Yürüyüş, oryantiring sporcularının değerleri ise, güreş ve futbol gruplarının değerlerinden düşüktü. Worrell ve arkadaşları'nın (103) erkek atletler üzerinde yaptıkları çalışmada, 60°/s ekstansör ve fleksör zirve tork/vücut ağırlığı değerleri, bu çalışmadaki grupların değerlerinden düşük, 180°/s açısal hızda ise tüm değerlerin atletler lehine yüksek olduğu tespit edildi. Bu durum atletlerin orta ve uzun mesafe branşına yönelik olmalarından dolayı, bu farklılığı ortaya çıkardığı söylenebilir. Branş farklılıklarının zirve tork/vücut ağırlığı değerleri açısından da önemli olduğu görüldü. Değişik branşlarda faaliyet gösteren sporcuların izokinetik kuvvetlerinde bulunan farklı değerler, yapılan branş için gerekli olan patlayıcı kuvvet

ve kassal dayanıklılık gibi özelliklerin, hangi açısal hızla ilişkili olduğunun bilinmesiyle daha anlaşılır hale gelecektir.

Şahinkaya'nın (97) sedanterlere ve Tura'nın (44) hiç spor yapmayan üniversite öğrencilerine yönelik yaptıkları dikkat çeken çalışmalarda elde edilen tüm değerler, bu çalışmadaki futbol, güreş ve sedanter gruplarının tamamının zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinden yüksekti. Bu durum kontrol grubu belirlenirken, deneklerin spordan uzak olma durumlarının daha titiz bir şekilde irdelenmesi gerektiğinin önemini ortaya çıkarmaktadır.

#### **4.2.2. Nondominant Ekstremitte Ekstansör ve Fleksör Zirve Tork/Vücut Ağırlığı**

Yapılan bu araştırmada, güreşçilerin 60°/s açısal hız nondominant ekstremitte ekstansör (Q), zirve tork/vücut ağırlık değerleri ile kontrol grubu arasında güreşçiler lehine istatistikî olarak anlamlı bir farklılık olduğu görüldü (**p<0.05**). 180°/s açısal hızda ise; hem güreşçilerin, hem de futbolcuların kontrol grubuna üstünlüğü vardı. Bu farklılıklar istatistikî olarak ileri derecede anlamlıydı (**p<0.001**).

60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki nondominant ekstremitenin fleksör (H) zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinde, üç grup arasında da istatistikî olarak anlamlı bir farklılık görülmedi (**p>0.05**).

Güner'in (96) paf takımına yönelik yapmış olduğu çalışmadaki 60°/s nondominant ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri bu çalışmadaki değerlerden yüksek bulunurken, 180°/s bildirilen değerlere göre ise düşüktü. Şahinkaya'nın (97) sedanterlere yönelik plyometrik egzersizler yaptırdığı çalışmada elde ettiği tüm değerlerin, bu araştırmadaki tüm grupların zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinden yüksek olduğu görüldü.

Brown ve Wilkinson'un (104) alp kayakçılarının üç ayrı seviyedeki sporcularında bildirilen nondominant ekstremite ekstansör zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin ve Worrell ve arkadaşları'nın (103) elit erkek atletlerde yaptıkları çalışmada bildirdikleri değerlerinin bu çalışmadaki tüm grupların değerlerinden yüksek olduğu görüldü.

Elit erkek atletlerin ve kayakçıların patlayıcı kuvvetlerinin bu çalışmadaki güreş ve futbolculardan fazla olması, branş farklılığından dolayı normal gözükmektedir. Sprinterlerin ve kayakçıların bacak kaslarını daha fazla kullandıkları ve patlayıcı kuvveti geliştirmeye yönelik çalışmalara daha önem verdikleri muhakkaktır.

### **4.3. Hamstring/Quadriceps (H/Q) Dominant ve Nondominant Ekstremitelerin Zirve Tork(Peak Torque-PT) Oranları ile Sakatlanma Eğilimlerinin İncelenmesi**

#### **4.3.1. Dominant Ekstremitte H/Q Oranları**

Hamstring/quadriceps kuvvet oranı ile ilgili araştırmalar kas dengesi ve diz ekleminde dinamik stabilizasyon hakkında doğru kararlar verilebilmesini sağlar. Bazı araştırmacılar bu oranların diz eklem sakatlıklarını önceden belirleyebildiğine inanırlar (3,13,91,105). H/Q oranı, maksimum diz fleksörü (hamstring kas grubu) ve maksimum diz ekstansörü (m. quadriceps femoris) torklarının aynı açısal hız ve konsantrik kasılmasındaki ölçümlerinin birbirine oranı ile hesaplanır.

Yapılan bu araştırmada güreş, futbol ve kontrol grupları arasında dominant ekstremitelerin 60°/s açısal hızdaki H/Q zirve tork oranlarında istatistikî olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmadı ( $p>0.05$ ). Ancak 180°/s açısal hızdaki H/Q zirve tork oranlarında, kontrol grubunun oranlarının futbolcu grubuna göre yüksek olduğu görüldü. Bu durum istatistikî olarak anlamlı bir farklılığı gösterdi ( $p<0.05$ ). Gruplar arası H/Q oranlarında dominant ekstremite de anlamlı bir farklılık bulunmamasına

rağmen, kontrol grubunun oranlarının her iki açısal hızda da, güreş ve futbol gruplarının oranlarından yüksekti.

Bu çalışmada fleksiyon/ekstensiyon oranları literatüre uygun olarak kabul edilen sınırlar içindedir. Futbolcuların H/Q oranlarının 180°/s'de güreşçilere göre düşük olması, futbolcuların antrenmanlarında tek yönlü çalışmalarla orantısız güç gelişimine sebebiyet verdiklerini düşündürmektedir. Bu durumun özellikle futbolcularda H/Q oranlarının gittikçe düşerek bir yaralanma faktörü haline gelebileceği sonucunu ortaya çıkardığıda söylenebilir.

Kontrol grubunun dominant ekstremitede H/Q oranlarının tüm açısal hızlarda güreşçi ve futbolculardan yüksek bulunması, sedanterlerin inaktif bir yaşantı içerisinde olmalarıyla açıklanabilir. Başka bir ifadeyle hamstring ve quadriceps kas grupları genel itibariyle daha güçsüz bir yapıya sahiptir. Kas grupları özel bir çalışmaya tabi tutulmadıkları için kassal gelişimlerinde birbirleri arasında bir farklılık oluşmamaktadır. Dolayısıyla kas güçleri arasındaki bu yakınlık H/Q oranlarının yüksek olmasına sebebiyet vermektedir.

Literatürde yüksek hızlarda hamstring kas grubunun, quadriceps kas grubuna oranla daha yüksek kuvvete erişebildiği vurgulanmaktadır (124). Bu çalışmada da hem güreş ve futbolcu gruplarında, hem de kontrol grubunda açısal hız arttıkça H/Q oranlarında artış gözlemlendi. Bu durum araştırmadaki sporcularda tespit edilen bulguların literatür bulgularıyla örtüştüğünü göstermektedir.

Spor dalları içinde futbol, yüksek sakatlanma oranına sahiptir. En çok rastlanan sakatlığın diz bölgesinde olduğu bildirilmiştir (65,66). İngiltere profesyonel futbol liginde sezon öncesi yaralanmaların incelendiği bir çalışmada, 6030 yaralanmanın % 23'ü uyluk ve % 17'si diz bölgesinde olduğu saptanmıştır (125). Çek Cumhuriyetinde 398 futbolcu üzerinde yapılan bir çalışmada, bir yıl boyunca bu sporcularda toplam 686 yaralanma meydana geldiği bildirilmiştir. Bu yaralanmaların % 30'u eklem burkulması, % 16'sı kırıklar, % 15'i kas yırtılması, % 12'si ligament kopması olduğu ve bu yaralanmaların % 29'unun diz bölgesinde olduğu belirtilmiştir (126). Diz eklem bölgesinde ortaya çıkan sakatlıkların, bölgedeki kasların kuvvetli

veya kuvvetsiz olma durumunada bağılı olduğu göz ardı edilmemelidir. Elit bir futbolcunun bir yıl boyunca en az bir kez performansı sınırlandırıcı yaralanmaya maruz kaldığı bildirilmektedir (122). Yaralanmalar ve önceki yaralanmaların şekilleri oyuncu performansını etkileyebilmektedir (123). Beneka ve ark. (106), quadriceps ile hamstring kas kuvvetleri arasındaki dengenin 3/2 olması gerektiğini söylemişlerdir.

Adamczyk ve Luboinski, futbolcuların yaralanma riskinin yüksek olduğunu, özellikle profesyonel futbolcularının yaralanma riskinin, yüksek riskli olarak kabul edilen diğer endüstriyel iş kollarından yaklaşık 1000 kat daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (121).

Özberk ve ark.'nın (108), Kayatekin'in (95), Coşkun ve arkadaşlarının (109) ve Parker ve ark.'nın (110) 1., 2. ve 3. lig futbolcularına yönelik yaptıkları çalışmalarda tespit ettikleri 60°/s açısal hızdaki dominant ekstremitte H/Q oranlarının, bu çalışmadaki futbolcu grubunun H/Q oranlarından düşük olduğu görüldü. Öberg ve ark.'nın (5) bildirdiği H/Q oranlarının, bu çalışmadaki futbolcuların değerlerine yakın, İşleğen ve ark.'nın (107) tespit ettiği H/Q oranlarının yüksek olduğu belirlendi.

Bu çalışmadaki futbolcu grubunun 180°/s açısal hızdaki dominant ekstermite H/Q oranlarının, İşleğen ve arkadaşları (107) ile Özberk ve ark.'nın (108) 1. lig futbolcuları üzerinde yaptıkları çalışmalarda bildirilen oranlardan düşük olduğu belirlendi. Bu çalışmadaki bulguların, Kayatekin'in (95) 2. lig futbolcularına yönelik yaptığı çalışmadaki sezon öncesi değerlere yakın, sezon içi değerlerinden düşük olduğu görüldü. Güner'in (96) Gençlerbirliği Spor Kulübü PAF takımı futbolcularında, İşleğen ve ark.'nın (107) amatör futbolcularda tespit ettiği 180°/s açısal hızdaki dominant ekstermite H/Q oranlarının, bu çalışmadaki değerlerden yüksek olduğu tespit edildi.

Futbolcular üzerinde H/Q oranlarına yönelik yapılan değişik çalışmalar incelendiğinde, futbolcularda lig seviyesi ve kalite yükseldikçe H/Q oranlarının düştüğü görüldü. Güner, İşleğen ve bu çalışmada bulunan H/Q oranlarının 1., 2. ve 3. lig seviyesindeki futbolcuların oranlarından yüksek olduğu görüldü. Bu durum

futbolcuların fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin farklılığıyla ve antrenman yıllarının artmasıyla birlikte kas kuvvetlerindeki orantısızlığın fazlalaşması, quadriceps kas grubunun aşırı güçlenmesi veya hamstring kas grubunun güçsüz kalması durumuyla açıklanabilir.

H/Q oranı kassal dengeyi göstermekle birlikte sakatlıkların önlenmesinde belirleyici olarak kullanılmaktadır. Agonist ve antagonist kas gruplarının arasındaki dengesizliğin, özellikle Hamstring kas grubunun zayıf olmasının yaralanmalara ortam oluşturacağı bilinmektedir. H/Q oranı sadece yaş, cinsiyet ve dominantlık durumundan değil, açısal hızında etkilenmektedir. Dolayısıyla hız arttıkça H/Q oranında arttığı görülür. Literatürde oranların 30-60°/s açısal hızlarda % 50-60, 120-180°/s hızlarda % 60-70 ve 180°/s üzerindeki açısal hızlarda % 70-80 arasında olduğu belirtilmiştir. Futbolcularda bu oran % 60'ın üzerinde ve sedanter bireylere göre daha yüksek olarak saptanmıştır (67,69,95,111,119).

Bu görüşe farklı olarak, Tourny-Chollet ve Leroy çalışmalarında H/Q oranında sedanterler ve futbolcular arasında fark bulamamışlardır (120).

Eski tarihlerde yapılan çalışmalar ile yakın zamanda yapılan çalışmalar arasında, özellikle H/Q oranları açısından ortaya çıkan aşırı farklılıklar, kullanılan izokinetik dinamometrelerin teknolojik gelişmelere bağlı olarak zaman içinde hassasiyetlerinin artmış olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca sportif organizasyonların güç ve gövde gösterisi yapıldığı arenalar olması, sporun çok güçlü bir sektör haline gelmesi ve kazanmanın çok zorlaşması sporcu profilinde değiştirmiştir. Bilimsel metodlarla ve sistematik olarak yapılan çalışmalarla daha güçlü, hızlı ve dayanıklı sporcular yetiştirilmiştir. Bu şekilde ortaya çıkan fiziksel ve fizyolojik değişiklikler, doğal olarakta H/Q oranlarını geçmişe göre değiştirmiştir.

Bu araştırmadaki 60°/s açısal hızdaki dominant ekstremite oranları, Pehlivan'ın (90) çalışmasındaki serbest güreş genç milli takımının oranlarıyla benzerlik gösterirken, grekoromen genç milli ve büyükler serbest güreş milli takımlarının değerlerinden düşük bulundu. Yine bu çalışmadaki 180°/s açısal hızdaki H/Q oranları dominant ekstremitede Pehlivan'ın çalışmasındaki tüm takımların

değerlerinden düşüktü. Futbolcularda olduğu gibi, güreşçilerde de sporcu kalitesi arttıkça H/Q oranlarında düşüş gözlemlendi. Bu durum, bu çalışmadaki güreşçilerin elit düzeyde ve çok fazla Uluslararası başarıya sahip olmaları durumuyla paralellik göstermektedir.

#### 4.3.2. Nondominant Ekstremitte H/Q Oranları

Bu ortalama değerler ışığında güreş, futbol ve kontrol grupları arasında nondominant ekstremitelerde  $60^\circ/s$  ve  $180^\circ/s$  açısal hızlardaki fleksör/ekstansör H/Q zirve tork oranlarında istatistikî olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmadı ( $P>0.05$ ). Gruplar arasında nondominant ekstremitte H/Q oranlarında anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen, kontrol grubunun oranlarının her iki açısal hızda da güreşçilerden yüksek olduğu görüldü. Aynı zamanda  $180^\circ/s$  açısal hızda kontrol grubunun değerleri futbolculara göre de yüksekti.

Yapılan çalışmadaki futbolcu grubunun  $60^\circ/s$  açısal hızdaki nondominant ekstremitte H/Q oranı 1., 2. ve 3. lig futbolcuları üzerinde yapılan çalışmalardaki oranlardan dominant ekstremitede olduğu gibi yüksek bulunurken, PAF takımı futbolcularının değerlerine yakın olduğu tespit edildi. Bu çalışmadaki futbolcuların  $180^\circ/s$  açısal hızdaki nondominant ekstremitte H/Q oranları, 1. ve 2. lig futbolcularının oranlarıyla yakın, Gençlerbirliği Spor Kulübü PAF takımı futbolcularının oranlarından ise düşük olduğu görüldü (6,96,107,108,109). Yabancı futbolcuların H/Q zirve tork oranları da Türkiye liglerinde tespit edilen sonuçlara yakındı. Yabancı futbolcularda da lig seviyesi yükseldikçe H/Q oranlarında düşüş gözlemlendi. İncelenen tüm çalışmalardan farklılık gösteren sonuç; Paton ve arkadaşlarının (78), Manchester United'li futbolcularda H/Q oranını  $60^\circ/s$  açısal hızda ortalama % 70 bulmuş olmasıydı. Stafford ve Grana'nın (7) yaşları 18 ile 24 arasındaki amatör futbolcularda yaptığı çalışmada  $60^\circ/s$  açısal hız nondominant ekstremitte H/Q oranları, bu çalışmadaki değere yakındı. Farklı bir yaklaşımla, Öberg ve ark. bir çalışmalarında, futbolcuların oynadıkları mevkilere göre de H/Q oranının değişebileceğini bildirmişlerdir (111).

Çalışmadaki kontrol grubu nondominant H/Q oranlarının, Güner'in (96) çalışmasındaki kontrol grubunun oranlarına yakın, İşleğen ve ark.'nın (107) çalışmasındaki sedanterlerin H/Q oranlarından yüksek olduğu görüldü.

Literatürde farklı branşlara yönelik yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde; erkek Alp kayakçıları üzerinde yapılan çalışmada, düşük ( $60^{\circ}/s$ ) açısal hızda H/Q oranının, 10 ulusal düzeydeki sporcu için 58, 10 bölgesel düzeydeki sporcu için 62 ve 22 kulüp kayakçısı için ise 66 olduğu bildirilmiştir (104). Kayakçılara yönelik yapılan bu çalışmada da, futbolcular ve diğer branş sporcularında olduğu gibi, sporcu kalitesi düşüktüğü H/Q oranının arttığı görüldü. Farklı branşlardaki sporcular üzerinde yapılan benzer bir çalışmada elde edilen H/Q oranlarının yüksek veya düşük olması, bu spor dallarının gereği olarak hamstring kasının kuvvetine göre belirlenmektedir. Farklı spor branşlarının izokinetik konsantrik H/Q oranını etkilediği incelenen araştırmalarda da görüldü (104,112-114,116).

Bu araştırmadaki  $60^{\circ}/s$  açısal hızdaki nondominant ekstremite oranları, Pehlivan'ın (90) üç milli takımın üzerinde yapmış olduğu benzer çalışmadaki bildirilen oranlarından da yüksekti.

Dominant ve nondominant arasındaki belirgin kuvvet farkı sakatlık öncesi değerlendirmede de önemlidir. Bu değerlendirme rehabilitasyon sonrasında elde edilen değerlerle kıyaslamaya fırsat verecektir. Dominant ve nondominant ekstremitelerin değerleri karşılaştırıldığında, dominant ekstremite değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Literatürde kabul gören bilateral H/Q oranı % 90 sınırları içindedir. (68,107) Futbolcularda ve çeşitli spor dallarındaki sporcularda yapılan bazı çalışmalarda, dominant ile nondominant ekstremite diz zirve torkları arasında anlamlı fark saptanmamıştır (6,7,78,117,118) Futbolcularda yapılan benzer çalışmalarda dominant ekstremite  $60^{\circ}/s$  ve  $180^{\circ}/s$ 'deki diz zirve tork değerleri, nondominant ekstremiteden anlamlı yüksek bulunmasına rağmen, farkların % 90' ı geçmediği bildirilmiştir (6,7,95).

Yapılan bu çalışmada dominant veya nondominant ekstremitelerin, ekstansör ve fleksör zirve tork değerleri ile zirve tork/vücut ağırlığı değerleri



karşılaştırıldığında, güreşçi, futbolcu ve kontrol grubunda dominant ekstremite değerlerinin yüksek olduğu görüldü. Dominant ve nondominant ekstremiteler arasında tüm gruplarda zirve tork değerleri açısından dominant ekstremite lehine anlamlı farklılık olduğu saptandı ( $p<0.05$ ). Ancak farklılıkların sakatlanma konusunda kritik değer olan %10'un üzerine çıkmadığı görüldü.

Bu araştırmada dominant ekstremite ile nondominant ekstremite arasındaki H/Q oranlarında karşılaştırıldı. Buna göre; nondominant ekstremite H/Q oranlarının dominant ekstremite H/Q oranlarından daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edildi. Bu durum sporcuların dominant ekstremitelerini doğal olarak daha fazla kullandıklarını, fakat dominant ekstremite hamstring kas grubunun kuvvet gelişimine yönelik antrenmanlara yeteri kadar önem vermediklerini düşündürmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi nondominant ekstremitenin, dominant ekstremiteye göre H/Q oranları açısından yüksek olabileceği eğilimini gösteren literatürde benzer sonuçların alındığı çalışmalar olduğu gibi (117,118), farklı sonuçların alındığı çalışmalarda mevcuttur (68,95).

Ergün (115), düzenli antrenman yapan futbol oyuncularını ile yaş ve fiziksel özellikleri yakın sedanterlere yönelik yaptığı bir çalışmada, kontrol grubunun 60°/s açısal hız dominant diz H/Q oranının, nondominant dizdeki orana göre istatistik olarak anlamlı yüksek olduğunu bildirmiştir. Futbolcularda ise, 180°/s açısal hız dominant ekstremite H/Q oranını, nondominant ekstremiteye göre anlamlı şekilde yüksek bulmuştur. Ancak bu farklılığın kritik sınırlar dahilinde olduğu görülmüştür. Magalhaes ve arkadaşlarının (106) farklı spor dallarında yaptıkları çalışmada, H/Q oranlarının futbolculara oranla voleybolcularda önemli derecede düşük olduğunu saptamışlardır. Bu veriler branşların özel gerekliliklerinin ve futboldaki farklı mevkilerin bilateral ekstremite dengesizliğine neden olmadığını, fakat spor branşlarının gerekliliklerinin izometrik konsantrik H/Q oranını etkilediğini göstermiştir.

Bu çalışmanın sonuçları aşağıda açıklanan konularda, literatürdeki çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik gösterdi. Açısal hız arttıkça quadriceps ve hamstring kas kuvveti zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin düştüğü

görülürken, tüm hızlarda quadriceps zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin hamstring değerlerinden yüksek olduğu görüldü. Branşlar arasındaki dominant ve nondominant ekstremitelerdeki zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinde tespit edilen farklılıklarda, özellikle bacak kas kuvvetlerinin yüksek olmasının gerekli olduğu branşlarda yüksek, tersi durumlarda da düşük olduğu gözlemlendi.

Araştırmaya katılan sporcu gruplarının H/Q oranları, dominant ve nondominant oranları ve zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin sporcuların birinci derecede sakatlanmalarına sebebiyet verecek değerlerde olmadığı, bilakis normal kabul edilen sınırlar içerisinde olduğu görüldü. Başka bir ifadeyle sporcularda orantısız kuvvet gelişimi ve ciddi bir sakatlık eğilimi bulunmadığı belirlendi.

Ayrıca, kas kuvvetinin tek başına sakatlanma riski oluşturmayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Kas kuvvetinin yanı sıra yorgunluk, proprioseptif duyu ve esneklik gibi özelliklerinde sakatlık riskini artırabileceği değerlendirilmelidir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmadaki değerlendirmelere göre; 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda dominant ekstremite ekstansör (Q) zirve tork değerlerinde, güreşçiler ile kontrol grubu arasında güreşçiler lehine istatistikî olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülürken (**p<0.01**), 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda fleksör (H) zirve tork değerlerinde ise, üç grup arasında da istatistikî olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görüldü (**p>0.05**).

Nondominant ekstremite 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki ekstansör (Q) zirve tork değerlerinde, güreşçiler ile kontrol grupları arasında, güreşçiler lehine istatistikî olarak anlamlı bir farklılık olduğu görüldü (**p<0.01**). 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda dominant ve nondominant ekstremite ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerleri incelendiğinde, gruplar arasında istatistikî olarak anlamlı farklılıklar olmamasına rağmen, güreş grubunun değerlerinin diğer grupların değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlendi. En düşük zirve tork değerlerinin ise kontrol grubunda olduğu tespit edildi.

Güreşçi ve futbolcuların 60°/s açısal hızda dominant ekstremite ekstansör (Q) zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin kontrol grubundan yüksek olduğu görüldü (**p<0.05**). 180°/s açısal hızda da, güreşçi ve futbolcu gruplarının değerleri kontrol grubuna göre yüksekti (**p<0.01**). 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda ekstansiyon ve fleksiyonda dominant ekstremitede güreşçilerin zirve tork değerleri, futbolculara göre yüksekti. Ancak aynı açısal hızlardaki zirve tork/vücut ağırlığı değerlerine göre, zirve tork değerlerinde güreşçiler lehine olan farkın azaldığı gözlemlendi.

180°/s açısal hızdaki H/Q zirve tork oranlarında, kontrol grubu ortalamalarının futbol grubundakilere göre yüksek olduğu görüldü (**p<0.05**). Dominant ekstremite de gruplar arası H/Q oranlarında anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen, kontrol grubunun oranları her iki açısal hızda da güreşçi ve futbolcu gruplarının ortalamalarından yüksek bulundu.

60°/s ve 180°/s açısal hızlarda nondominant ekstremite H/Q oranlarında gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, kontrol grubunun oranlarının güreşçilere göre her iki açısal hızda da yüksek olduğu tespit edildi. Aynı zamanda 180°/s açısal hızda kontrol grubunun değerleri futbolculara göre de yüksek bulundu.

Bu araştırmada, sporcularda lig seviyesi ve kalite yükseldikçe H/Q oranlarının düştüğü görüldü. Ayrıca açısal hız arttıkça H/Q oranının da arttığı tespit edildi. Yapılan bu çalışmada tespit edilen dominant ve nondominant ekstremitelerin ekstansör ve fleksör zirve tork değerleri, zirve tork/vücut ağırlığı değerleri ve H/Q oranlarının karşılaştırılması sonucunda, tüm grupların dominant ekstremite değerlerinin, nondominant ekstremite değerlerinden yüksek olduğu gözlemlendi (**p<0,05**). Ancak farklılıkların sakatlanma konusunda kritik değer olarak kabul edilen % 10'un üzerine çıkmadığı görüldü.

Ayrıca, açısal hız arttıkça quadriceps ve hamstring kas gruplarının zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin düştüğü gözlenirken, tüm açısal hızlarda quadriceps zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinin hamstring değerlerinden yüksek olduğu görüldü. Branşlar arasındaki dominant ve nondominant ekstremitelerdeki zirve tork/vücut ağırlığı değerlerinde tespit edilen farklılıklar, özellikle bacak kas kuvvetlerinin yüksek olmasının gerekli olduğu branşlarda yüksek, tersi durumlarda da düşük olduğu sonucunu ortaya çıkardı. Ayrıca alt ekstremitede statik kuvvetin ön planda kullanıldığı güreşçilerin zirve tork değerleri, dinamik kuvvet kullanımına yönelik çalışan futbolculardan tüm açısal hızlarda yüksekti.

Sonuç olarak; Araştırmaya katılan sporcuların H/Q oranları, zirve tork ve zirve tork/vücut ağırlığı değerleri ile dominant ve nondominant oranları arasında genelde anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Bu durum futbolcu ve güreşçilerin bilimsel ve doğru antrenman yöntemleriyle çalıştıklarını göstermektedir. Bu bulgular sonucunda sporcuların birinci derecede sakatlanma eğilimi içerisinde olmadıkları söylenebilir.

**KAYNAKLAR**

1. Hahn T., Foldspang A., Ingeman T. (1999) *Dinamic Strength Of The Quadriceps Muscle and Sports Activity*, British Journal Of Sports Medicine, (33), pp.117-120.
2. Üstdal M., Köker H. (1998) *Sporda Yüksek Performans Nasıl Kazanılır*, Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti., s. 98-100, Ankara.
3. Çolakoğlu M. (1993) *Türk Elit Sprinter ve Atlayıcılarının diz Fleksiyon/Ekstansiyon Kuvvet Oranlarının Tespiti ve İzometrik Egzersiz Programı ile Düzeltilmesi*, Doktora Tezi, s. 1-2, İzmir.
4. Ekstrand J., Gillquist J., Liljedahl S. (1983) *Prevention of Soccer Injuries*, Am J. Orthopaedic Society for Sports Med. **11** (3) pp.116-120.
5. De Proft E., Clarys J., Bollens E., et al. (1988) *Muscle activity in the soccer kick*, E&FN Spon, pp.434-440, London
6. Poulmedis P., Rondoyannis G., Mitsou A., Tsarouchas E. (1988) *The Influence of Isokinetic Muscle Torque Exerted in Various Speeds on Soccer Ball Velocity*, J Orthop Sports Phys Ther, (10), pp.93-96.
7. Canüzmez A. E., Acar M. F., Özçaldıran B. (2006) *İç Üst Vuruşta Kullanılan Kas Grupları Peak Torq Güçlerinin Topa Vuruş Mesafesiyle Arasındaki İlişki*, The 9<sup>th</sup> International Sports Sciences Congress, Congress proceedings, Muğla University, s.246-248, Muğla.
8. Malliou P., Ispirlidis I., Beneka A., Taxildaris K., Godolias G. (2003) *Vertical Jump And Knee Extensors Isokinetic Performance İn Professional*

*Soccer Players Related To The Phase Of The Training Period*, *Isokinetics And Exercise Science*, (11), pp.165–169.

9. Zakas A., Galazoulas C., Doganis G, Zakas N. (2005) *Bilateral Peak Torque of the Knee Extensor and Flexor Muscles in Elite and Amateur Male Soccer Players*, *Physical Training*, Greece.
10. Bayku S. (1989) *The Analysis of Physiological Characteristics of 17-20 years old the Turkish National Free Style and Greco-romen Espoir Teams Wrestlers*, (Unpublished Master Thesis), Middle East Technical University.
11. Zeren Ç., Özgünen K., Korkmaz S., Yazıcı Z., Kurdak S. (2006) *Elit Adölesan Güreşçilerde Dominant Omuzda Abdüksiyon–Addüksiyon Hareketlerinin Değerlendirilmesi*, The 9<sup>th</sup> International Sports Sciences Congress, Congress proceedings, Muğla Üni-versity, s.165-166, Muğla.
12. Mair S. D., Seaber A.V., Glisson R.R., Garret W.E. (1996) *The Role of Fatigue in Susceptibility to Acute Muscle Strain Injury*. *Am J. Sport Med.* (24), pp.137-143.
13. Taylor D. C., Dalton J. D., Seaber A. V., Garret W. E. (1993) *Experimental Muscle Strain Injury early functional and Structural Deficits and the Increased Risk for Injury*. *Am J. Sport Med.* (21), pp.190-194. (Alıntı: Özey D. (2003) *Profesyonel Futbolcularda Kalça Eklemünde Konsantrik İzokinetik Fleksör-Ekstansör Kas Kuvvetinin Sedanterlerle Karşılaştırılması*. Hacettepe Üni. Sağ. Bil. Ens. Spor Fizyoterapistliği, Bilim Uzmanlığı Tezi. s.1-5, Ankara.)
14. Karsan O., Yünceviz R., Aydın Ş. (1999) *Beden Eğitimi ve Spor Bölümü Öğrencilerinde Quadriceps (Q) Açısı Değerleri*, *Dinamik Spor Bilimleri Dergisi*, (1), s.45-52, Muğla.

15. Kartal A. (1999) *Futbolcuların Boyun Omurlarının Radyolojik Manyetik Renozans ve Biyomekanik İncelenmesi*, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.5-8, Ankara.
16. Kannus P., Cook L., Alosa D. (1992) *Absolute and Relative Endurance Parameters in Isokinetic Test of Muscular Performance*, Journal of Sport Reh., (1), pp.2-12.
17. Friden J., Lieber R.L. (2001) *Eccentric Exercise- Induced Injuries to Contractile and Cytoskeletal Muscle Fibre Components*, Acta. Physiol. Scand., (171), pp.321-326.
18. Warren G. L., Lowe D. A., Armstrong R. B. (1999) *Measurement Tools Used in the Study of Eccentric Contraction-Induced Injury*, Sports Med., (27), pp.163-172.
19. Miller K. E., Pierson L. M., Richardson S. M., et al. (2006) *Knee Extensor and Flexor Torque Development With Concentric and Eccentric Isokinetic Training*, Research Quaterly For Exercise Sport, (77), No:1, pp.58-63.
20. Agard P, Simonsen E.B, Magnusson P., Larsson B., Dyrhe-Poulsen P. A. (1998) *New Concept for Isokinetic Hamstring/ Quadriceps Muscle Strength Ratio*. Am j Sports Med., (26), pp.231-237.
21. Kalyon T. A., Açıkgöz E., Gündüz Ş. ve ark. (1992) *Fiziksel Performansın Ölçülmesinde İzokinetik Sistemlerin Değeri*, Spor Hekimliği Dergisi, (27), s.9-15, Ankara.
22. Ilgazlı, B., Özçaldıran, B., Durmaz, B., Özkol, M. Z., Nalçakan, G. R. (2006) *Elit Erkek Yüzücülerde Ayak Bileği Tork Gücünüün Branşlara Göre Karşılaştırılması*. The 9<sup>th</sup> International Sports Sciences Congress, Congress proceedings, Muğla University, s:242-245, Muğla. (Alıntı: Erdinç T. (1993)

*İzokinetik Kuvvet Ölçen Dinamometrenin (Cybex) Özellikleri, Yayınlanmamış Ders Notları, s. 1-2.*

23. Acarer N. (1995) *Diz Osteoporozunda Egzersizlerin Quadriceps Hipertrofisi Etkisi Üzerine Etkisi*, Uzmanlık Tezi, s.198-209, Konya.
24. Oğuz H. (1992) *Romatizmal Ağrılar*, Atlas Kitapevi, s. 218-220, Konya.
25. Frankel V. H., Nordin M. (1980) *Basic Biomechanics of the Skeletal System, Biomechanics of the Knee*. Lea and Febiger, pp.113-148. Philadelphia.
26. Elmacı S. (1998) *Spor Anatomisi*, Bağırğan Yayımevi, Kültür Ofset, s.140-147, Ankara.
27. Ziyagil M. A. (1995) *Kinesiyoloji ve Fonksiyonel Anatomi*, Emel Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
28. Kaya Y. (2003) *İnsan Anatomisi ve Kinesiyolojisi*, Marmara İletişim Bas. Yay. Dağ. Elek. Tur. İnş. San.Tic. Ltd. Şti., s.54, 92-94, İstanbul.
29. Aktümsek A. (2004) *Anatomi ve Fizyoloji*. Nobel Yay. Dağ. Ltd. Şti. s.58-66, Ankara.
30. Dursun N. (2005) *Veteriner Anatomi I*, Medisan yayın Evi, 9. Baskı, s.59, Ankara.
31. Demirel H. A., Koşar N. Ş. (2002) *İnsan Anatomisi ve Kineziyoloji*. Nobel Yay. Dağ. Ltd. Şti. s.125-127, 219, Ankara.
32. Dere F., Yücel B. (1994) *Spor Eğitimi İçin Fonksiyonel Anatomi*, s. 68, Adana.



33. Sağlam E. (2003) *Profesyonel Futbolcularda Musculus Quadriceps Feoris'in CT görüntüleri ile Hacimlerinin Hesaplanması (Cavalieri Yöntemi)*, Ondokuz Mayıs Üni., Sağ. Bil. Ens., s.5-10. Samsun.
34. Arıncı K., Elhan A.(1997) *Anatomi*, Güneş Kitapevi, Cilt.I, s.28-33,120-129, 260-261, Ankara.
35. Williams P., Warwick R., Dyson M., Bannister L. (1992) *Gray's Anatomy*, ELBS Edition, Barnes and Noble Boks, pp.28-33, 120-129, 260-261, New York
36. Dere F. (1999). *Anatomi Atlası ve Ders Kitabı*, Cilt.I, Nobel Tıp Kitapevi, s.317-350, Adana.
37. Ortuğ G. (1991) *Anatomi*, Anadolu Üniv., Açıköğretim Fak., Hemşirelik Ön Lisans Eğitimi, T. C. Anadolu Üniv. Yay., No:492, Açıköğretim Yay. No.221, Eskişehir.
38. April E. (1984) *Anatomy*. Publication, pp.369-380, New York.
39. Çimen A. (1992) *Anatomi*, Uludağ Üniversitesi Basım Evi, 3. Baskı, s 55-70, Bursa.
40. Dilberezzo R., Gench B.E. (1988) *Peak Torque Values of the Knee Extensor and Flexr Muscles Females*, J. Orthp. Sports Phy. Ther., pp.65-68.
41. Sapega A.A., Saraniti A. (1982) *The Nature of Torque "Over-Shoot" in Cybex Isokinetic Dynamometry*, Med.and Sci. İn Sports and Exrcise, (14), pp.368-375.
42. Jessen C.R., Schultz G.W., Bangerter B.L. (1984) *Applied Kinesiology and Biomechanics*, III. Edition, Mcgraw Hill Company, pp.138-150.

43. Kramer J.F., Vaz M.D. (1991) Effect of Activation Force Knee Extensor Torques, *Medicine and Science in Sport Exercise*, (23), pp.231-237.
44. Tura A. (1996) *Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Kas Gücünün İzokinetik Dinamometrede Değerlendirilmesi*. İstanbul Üni., İstanbul Tıp Fak., Fizik Tedavi ve Rehabiltasyon Böl., Yüksek Lisans Tezi, Tez No: 48893, s.44-70, İstanbul.
45. Labubenthal K.N., Smidt G.L., Kettelkampt D.B. (1972) *A Quantative Analysis of Knee Motion During Activities of Daily Living*, *Phys.Ther.*, pp.52:36
46. Bunch W.H., Keagy R. (1985) *Atlas of Orthotics, Biomechanical Principles and Application*, pp.89-92.
47. Rach P.J., Burke R.K. (1978) *Kinesiology and Applied Anatomy*, Lea ebiger, VI. Edition, s. 293, Philadelphia.
48. Günay M., Cicioğlu İ. (2001) *Spor Fizyolojisi*. Gazi Kitapevi. Tic. Ltd. Şti., s.103-105, Ankara.
49. Kalyon T. A. (1997) *Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları*, Gata Basımevi, 4. Baskı, s.8-19, Ankara.
50. Akgün N. (1992) *Egzersiz Fizyolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi, 4.Baskı Cilt I. s.16-17, İzmir.
51. Kaya Y. (2003) *İnsan Anatomisi ve Kinesiyolojisi*, Marmara İletişim Bas. Yay. Dağ. Elek. Tur. İnş. San.Tic. Ltd. Şti.,s.54, 92-94, İstanbul.
52. İnce A. (2005) *Sporcularda diz İzokinetik Kas Kuvveti ve Kemik Yoğunluğu Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi*, Selçuk Üni., Sağlık. Bil. Ens., Spor Yön. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.20–23, Konya.

53. Günay M., Tamer K., Cicioğlu İ. (2006) *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*, Gazi Kitapevi, s.103.105, Ankara.
54. Cybex Division of Lumex Ine A. Handbook For Using the eybex data reduction computer, Cybex, Ronconcoma, (1983) Newyork.
55. Biodex System 3 Pro manual. Applications/ operations(#835-000). Biodex Medical Systems, Inc., (1998) s.38-41
56. [http://www.sportomed.com.tr/sub\\_page.asp?section=2&content=46-13/09/2008](http://www.sportomed.com.tr/sub_page.asp?section=2&content=46-13/09/2008).
57. Aydoğdu T. J., Atay G., Kalyon T. A., Yağmur H. (1992) *Bayan Basketbolcularda Diz Ayak Bileği İzokinetik Ölçümleri ve Uyluk Baldır Kalınlıkları Arasındaki İlişki*, II. Spor Bilimleri kongresi, s.19,22, Ankara.
58. Dvir Z. (1996) *Izokinetics Muscle Testing, Interpretation and Clinical Application*, Churchill Livingstone Second edition, pp.245-255.
59. Dostal W. F., Soderberg G. L., Andrews J. G. (1986) *Actions of hip Muscles*, Phys. Ther., (66), pp.351-361.
60. Kalyon T. A., Bilgiç F, Erkan H., Özdemir A. (1988) *Kas Reedükasyonunda İzokinetik Egzersiz Sistemlerinin Yeri*, Spor Hekimliği Dergisi, (23), s.79-83. Ankara.
61. Rothstein J. M., Lamb R. L., Ayhew T. P. (1987) *Clinical Uses of Isokinetic Measurements*. Physical Therapy. (67), pp.1840-1844.
62. Zeren Ç., Özgünen K., Korkmaz S., Yazıcı Z., Kurdak S. (2006) *Elit Adölesan Güreşçilerde Dominant Omuzda Abdüksiyon–Addüksiyon Hareketlerinin Değerlendirilmesi*. The 9<sup>th</sup> International Sports Sciences Congress, Congress proceedings, Muğla Üniwersity, s.165-166, Muğla.

63. Wiktorsson-Möller M., Öberg B., Ekstrand J., Gillquist J. (1983) *Effects of Warming up, Massage, and Streching on Range of Motion and MuscCle Strength in the Lower Extremity*, Am J. Of Sport Med., 11(4), pp.249-252.
64. Dvorak J., Junge A., Chomiak J., et al. (2000) *Risk Factor Analysis for İnjuries in Football Players*, Am J. Sports Med., (28), pp.69-74.
65. Kujala U.M., Kurist M., Osterman K. (1986) *Knee İnjuries in Athlete*, Rewiew of Exertion İnjuries and Retrospective Study of Outpatient Sports Clinic Material. Sports Med. 3: 447-460
66. Gündoğdu C., Özmerdivenli R. (2003) *Amatör ve Profesyonel Futbolculardaki Spor Sakatlıklarının Vücut Kütlesi ve Yaş Gruplarına Göre Dağılımlarının Analizi*, Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Der., 8(4), s.58-66. Ankara.
67. Alexander M. J. L. (1990) *Pak Torque Values for Antagonist Muscle Groups and Concentric and Eccentric Contraction Types for Elite Sprinters*. Arch Phys Med., Rehabil., (71), pp.334-339.
68. Burket L. N. (1970) *Causative Factors in Hamstring Strains*. Med. and Sci. İn Sports. 2 (1), pp.39-42. (Alıntı: Kayatekin B. M. (1994) *Düzenli Antrenmanın Futbolcularda Diz Fleksör ve Ekstansör Kas Kuvvetlerine Etkisi*, Douz Eylül Üni., Tıp Fak., Fizyoloji A.B.D., Uzmanlık Tezi, s.1-6, 25-27, İzmir.)
69. Kannus P. (1989) *Hamstring/quadriceps Strength Ratios in Knees With Medial Collateral Ligament İnfufficiency*, The J. Of Sports Med. And Physical Fitness, (29), pp.194.
70. Kannus P., Jarvinen M. ( 1990) *Knee Flexor/extensor Ratio in Follow-up of Acute Knee Distortion İn Juries*, Arch Phys Med. Rehabil, (71), pp.38-42. (Alıntı: Kayatekin B. M. (1994) *Düzenli Antrenmanın Futbolcularda Diz*

*Fleksör ve Ekstansör Kas Kuvvetlerine Etkisi*, Douz Eylül Üni., Tıp Fak., Fizyoloji A.B.D., Uzmanlık Tezi, s.1-6, 25-27, İzmir.)

71. Fitch K. D., Bloomfield J., Fricker P. A. (1992) *Textbook of Science and Medicine in Sport*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. (Alıntı: Özyay D. (2003) *Profesyonel Futbolcularda Kalça Eklemine Konsantrik İzokinetik Fleksör-Ekstansör Kas Kuvvetinin Sedanterlerle Karşılaştırılması*. Hacettepe Üni., Sağ. Bil. Ens., Spor Fizyoterapistliği, Bilim Uzmanlığı Tezi, s.1-5, Ankara.)
72. Safran M. R., Garret W. E., Seabar A. V., Glisson R. R., Ribbeck B. M. (1988) *The Role of Warm-up in Muscular Injury Prevention*, Am J. Sport Med., (16), pp.123-129.
73. Lieber R. L., Frieden J. (1993) *Muscle Damage is not a Function of Muscle Force But Active train*, J. Appl. Physiology, (74), pp.521.
74. Sayers S.P., Clarkson,P.M, Lee, J. (2000) *Activity and Immobilization After Eccentric Exercise*, II. Serum CK., Medicine and Science in Sports and Exercise, (32), pp.1593-1597.
75. Nasaka K., Sakamoto K. (2001) *Effect of Elbow Joint Angle on The Manitude of Muscle Damage to The Elbow Flexor Muscle Damage*. Med. Sci. Sports Exerc., 33(1), pp.22-29.
76. <http://www.saglik-yasam.net/ortopedik-tedavi/569-uyulukta-arka-adalecekmesi-13/09/2008>
77. Baker B. E. (1984) *Corrent Concepts in the Diagnosis and Treatment of Musculotendinous Injuries*, Med.and Sci. İn Sports and Exercise.,16(4), pp.323-327.

78. Paton R. W., Grimshaw P., McGregor J., Noble J. (1989) *Biomechanical Assessment of the Effects of Significant Hamstring Injury*, An Isokinetic Study. *J. Biomed Eng.*, (11), pp.229-230.
79. <http://www.sporbilim.com/index.php?s=icerik&katid=85&id=170-14.09.2008>
80. Rosene, J. M., Fogarty, T. D., Mahaffey, B. L. (2001) *Isokinetic Hamstrings: Quadriceps Ratio In Intercollegiate Athletes*, *Journal Of Athletic Training*, 36(4), pp.378–383.
81. Fillyaw M., Bevins T., Fernandez L. (1986) *Importance of Correcting Isokinetic Peak Torque for the Effect of Gravity when Calculating Knee Flexor to Extensor Muscle Ratios*, *Phys. Ther.*, (66), pp.23-29.
82. Pruitt A. (1982) *Combining Faradic Muscle Stimulation and Isotonic Exercise Clinically*, *Athletic Training*, 17(4), pp.262-263.
83. Calmels P., Minaire P. (1995). *A Review Of The Role Of The Agonist/ Antagonist Muscle Pairs Ratio In Rehabilitation*, *Disabil Rehabil.*, Aug-Sep, 17(6), pp.265–76.
84. Meriç B., Aydın M., Çolak T., Çolak E., Son M. (2007) *Farklı Mevkilerde Oynayan Profesyonel Futbolcuların Diz Eklemlerinin Antropometrik Ölçümlerinin ve İzokinetik Performanslarının Karşılaştırılması*, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, ISSN: 1303-5134, Cilt: 4, Sayı: 2.
85. Akın S., Coşkun Ö. Ö., Özberk Z. N., Ertan H., Korkusuz F. (2004) *Profesyonel ve Amatör Futbol Oyuncularının Fiziksel Özellikleri ve İzokinetik Diz Kaslarının Konsantrik Kuvvetinin Karşılaştırması*, *Klinik Araştırma / Clinical Research*, (15), No.3, s.161-167. Ankara.

86. Öberg B., Ekstrand J, Möller M., Gillquist J. (1984). *Muscle Strength and Flexibility In Different Positions Of Soccer Players*, Int. J. Sports Med., 5(4), pp.213-216.
87. İşleğen Ç., Erdinç T., Selamoğlu S. et.al. (1992) *Elit ve Elit Olmayan Sporcularda Diz Extention ve Flexion Kas Kuvvetlerini İzokinetik Metodla Değerlendirilmesi*. Hacettepe Spor Bil., Ulusal Kongre Bild., s. 258-264, Ankara.
88. Stafford M.G., Grana W.A. (1984) *Hamstring / Quadriceps Ratios In College Football Players: A High Velocity Evaluation*, The American Journal Of Sports Medicine, (12), pp.209-211.
89. Poulmedis P. (1985) *İsokinetik Maximal Torque Power of Greek Elite Soccer Players*, J. Of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, (6), pp.293-295.
90. Pehlivan M. (1991) *Değişik Branş Sporcularında İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirmenin Önemi*, Hacettepe Üni., Sağlık Bil. Ens., Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Bilim Uzmanlığı Tezi, Tez No: 16695, s.58-68. Ankara.
91. Koutedakis Y., Frischknecht R., Murthy M. (1997) *Knee Flexion o Extension Peak Torque Ratios and Low-Back Injuries in Highly Aktive Individuals*, International J. Of Sports Medicine, pp.290-295.
92. Appen L., Duncan P.W. (1986) *Strength Relationship of the Knee Musculature Effects of Gravity and Sport*, J. of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, (7) pp.232-235
93. Gür H., Akkurt S., Küçüköğlü S. (1996) *Kuzey Kayak Başarısında Eksentrik Kas Kuvvet Özelliklerinin Önemi*, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 2(3), s.18-24.

94. Özkan A., Arıburun B., Kin-İşler A. (2008) *Amerikan Futbolu Oyuncularında Vücut Kompozisyonu, İzokinetik Bacak Kuvveti ve Anaerobik Performans Arasındaki İlişki*, Spor Bil. Der., ISSN: 1308-0938, Cilt: 1, Sayı: 1, Ankara.
95. Kayatekin B. M. (1994) *Düzenli antrenmanın Futbolcularda Diz Fleksör ve Ekstansör Kas Kuvvetlerine Etkisi*. Dokuz Eyl. Üni., Tıp Fak., Fzyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Tez No:38077, s.44-70, İzmir.
96. Güner R. (1996) *Kafeinli ve Kafeinsiz Kahvenin İzokinetik Kuvvet, Wingate Testi ve Egzersiz Sonrası İdrar Kafein Yoğunluğu Üzerine Etkileri*. Ankara Üni., Sağ. Bil. Ens., Fiz. Anabilim Dalı, Spor Hek. Bil. Dalı, Doktora Tezi, s.46, 69-83, Ankara.
97. Şahinkaya T. (1996) *Sedanter Erkeklerde İzokinetik Diz Ekstansiyon/Flexion Ve Ayak Bileği Plantar/Dorsi Flexion Çalışmalarının Patlayıcı Güce Etkisi*, İstanbul Üni., Sağ. Bil. Ens., Spor Fiz. Arş. ve Uyg. Merkezi, Egzersiz Fiziyojisi, Yüksek Lisans Tezi, s.38-55, İstanbul.
98. Housh T. J, Thorland W. G, Tharp G. D, Johnson G. O, Cisar C. J. (1984) *Isokinetic Leg Flexion and Extension Strength of Elite Adolescent Female Track and Field Athletes*, Res Quar Exerc Sport, (55), pp.347-350.
99. Perrin D.H. (1993) *Isokinetic Exercise and Assessment. Ist edition*, Human Kinetics Publishers, United States of America.
100. Davies G.J. (1987) *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques*. 3rd ed Wiskonsin, S & S Publishers, (51).
101. Dowson M. N., Nevill M. E., Lakomy H.K.A., Nevill A. M., Hazeldine R. J. (1988) *Modelling The Relationship Between Isokinetic Muscle Strength And Sprint Running Performance*, Journal of Sports Science, (16), pp.257-265.



102. Thorstensson A., Larsson L., Tesch P., Karlsson J. (1977) *Muscle Strength and Fiber Composition in Athletes and Sedentary Men*, *Medicine Science in Sports and Exercise*, (9), pp.26-30
103. Worell T.W., Perrin D.H., Gansneder B.M., Gieck J.H. (1991) *Comparison of Isokinetic Strength and Flexibility Measures Between Hamstring Injuries and Non-Injured Athletes*, *J. of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (13), pp.118-125.
104. Brown S.L., Wilkinson J.G. (1983) *Characteristics Of National, Divisional And Club Male Alpine Ski Racers*, *Medicine Science And Sports Exercises*, (15), pp.491-495
105. Yamamoto T. (1993) *Relationship between hamstrings strains and leg muscle strength*, *J. Sports Med Phys. Fitness*, (33), pp.194-199.
106. Benaka A., Malliou P., Gioffsidou A., et al. (2003) *Restoration of Muscles Imbalances with a Specific Strength Training*.
107. İşleğen Ç., Karamızrak O., Ertat A., Varol R. (1989) *15 ve 17 Yaş Genç Milli Futbol Takımlarının Bazı Sağlık Muayene Sonuçları, Vücut Kompozisyonu ve Fiziksel Uygunluk Özellikleri*, *Spor Hekimliği Dergisi*, 24(3).s.71-77. Ankara.
108. Özberk Z. N., Coşkun Ö., Akın S., Korkusuz F. (2008) *Farklı Liglerde Oynayan Futbolcularda Quadriceps-Hamstring Kasların İzokinetik Kuvvetleri*. *Spor Bil. Der.*, ISSN: 1308-0938. Cilt: 1. Sayı: 1. Ankara.
109. Coşkun Ö., Özberg Z. N., Akın S., Korkusuz F. (2008) *Futbolcularda Diz Kaslarının İzokinetik Konsantrik ve Eksantrik Kuvvetleri Üzerine Yaşın Etkisi*, *Spor Bil. Der.*, ISSN: 1308-0938, Cilt: 1, Sayı: 1, Ankara.

110. Parker M. G., Holt D., Bauman E., Drayna M., Ruhling R. O. (1982) *Descriptive Analysis of Bilateral Quadriceps and Hamstring Muscle Torque in High School Football Players*, Med.Sci.Sports Exerc., (14), pp.152.
111. Öberg B., Möller M., Gillquist J., Ekstrand J. (1986) *Isokinetic Torque Levels for Knee extensor and knee Flexor in Soccer Players*, Int. J. Sports Med, 7(1), pp.50-53.
112. Özçaldıran B., Acar M., Durmaz B.(1998) *Yüzücülerde İzokinetik Tork Değişimleri: Kurbağalamacı Dizi*, Performan Dergisi, Ege Üniversitesi, 3,4:93-98, İzmir.
113. Nalçakan G. R. (2001) *Voleybolcuların İzokinetik Kas Kuvvetleri ile Dikey sıçrama Yükseklikleri arasındaki İlişki Düzeyi*. Ege Üni., Sağ. Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, s.75-87, İzmir.
114. Çolakoğlu M., Selamoğlu S., Gündüz N., Acarbay Ş., Çolakoğlu S. (1993) *Sprinter ve Atlayıcıların Hamstring/Quadriceps Kuvvet Oranlarının Düzeltmesinde İzometrik Egzersizin Etkileri*, Hacettepe Üni., Spor Bilimleri Der., 4 (1), s.24-33, Ankara.
115. Ergün M. (2001) *Sporcularda ve Normal Bireylerde Dizin Sagittal Plandaki Laksitesi ile İzokinetik Kas Kuvvetinin Korelasyonu*, Ege Üni., Tıp Fak., Spor Hek. A.B.D., Uzmanlık Tezi, Tez No:111812, s.23-29, İzmir.
116. Magalhaes J., Oliveira J., Ascensao A., Soares J. (2004) *Concentric Quadriceps And Hamstrings Isokinetic Strength In Volleyball And Soccer Players*, J. Sports Med Phys Fitness, 44(2):119–25.
117. Pavone E., Moffat M. (1985) *Isometric Torque of The Quadriceps Femoris After Concontric, Eccentric and Isometric Training*, Arch Phys Med. Rehabil., (66), pp.168-170.

118. Perrin D.H., Robertson R.J., Ray R.L. (1987) *Bilateral Isokinetic Peak Trque, Torque Acceleration Energy, Power and Work Relationship in Atletes and Nonathletes*, J. Orthop Sports Phys. Ther., **(9)**, pp.184-189.
119. Grace T.G., Sweetse E.R., Nelson M.A. et al. (1984) *Isokinetic Muscle Imbalance and Knee-Joint Injuries*. J. Bone Joint Surg., **(66)A**, pp.734.
120. Tourny-Chollet C., Leroy D. (2002) *Conventional vs. Dynamic hamstring-quadriceps strength ratios: A comparison between players and sedentary subjects*. Isokinetics Exer Sci, **(10)**, pp.183-192.
121. Adamczyk G. and Luboinski L. (2002) *Epidemiologia of Football, Related Injuries part I*. *Acta Clinica* **(2)**, pp.236-250.
122. Junge A. and Dvorak J. (2004) *Soccer Injuries, A Review On Incidence and Prevention*. Sports Medicine, **(34)**, pp.929-938,.
123. Arnason A., Sigurdsson S. B., Gudmundsson A. Et al. (2004) *Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **(36)**, pp.278-285.
124. Rankin J.M., Thompson C.B. (1983) *Isokinetic Evaluation Ofquadriceps and Hamstrings Function: Normative Data Concerning Body Weight and Sport*. *Athletic Training, Artroplasti Artroskopik Cerrahi/Journal Of Arthroplasty & Arthroscopic Surgery* 167, pp.110-114.
125. Woods C., Hawkins R., Hulse M. and Hodson A. (2002) *The Football Association Medical Researc Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries*, *British Journal of Sports Medicine*, **(36)**, pp.436-441.

126. Chomiak J., Junge A., Peterson L. Dvorak J. (2000) *Severe Injuries in Football Players. Influencing Factors*, *American Journal of Sports Medicine*, (28), pp.58-68.
127. Gür H, Akova Z, Pündük Z, Küçükoğlu S. (1999) *Effects of Age on The Reciprocal Peak Torque Ratios During Knee Musclescontractions in Elite Soccer Players*. *Scand J. Med. Sci. Sports*, (9), pp.81-87.
128. 128. Rochconcar P., Morvan R., Dasonville J.J., Beillot J. (1988) *Isokinetik Investigation of Knee Extensors and Knee Flxors in Young French Soccer Players*. *Int J. Sports Med.*, (9), pp.448-450.

## 7. EKLER

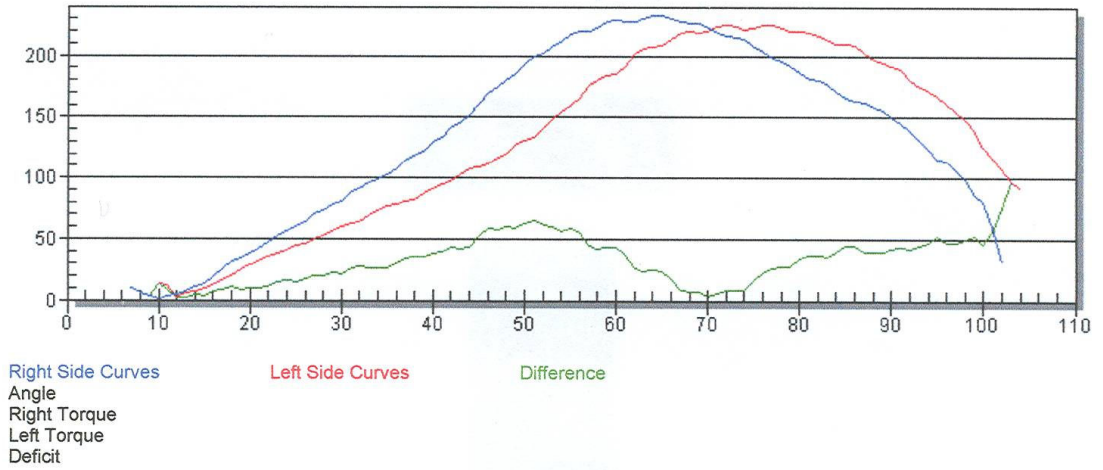
### 7.1. İzokinetik Dinamometre Ölçümlerinin Bilgisayar Sonuçları

#### Özel Korel Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi

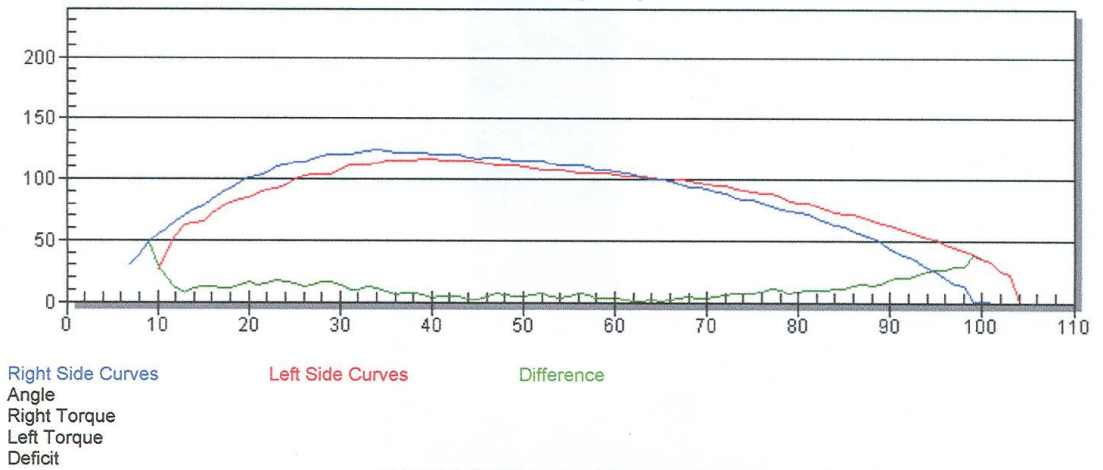
Knee Extension/Flexion

Name:	ARIK, MEVLÜT	ID:	GÜREŞ	Right/Left:	03.04.2008 03.04.2008
Birth date:	01.01.1988	Involved Side:		Group 1:	
Height:	170 Centimeters	Preferred Side:	Left	Group 2:	
Weight:	66 Kilograms	Doctor:			
Sex:	Male	Tester:	FZT BURÇAK		
Diagnosis:					
Surgery:					

#### Extensors (Con)



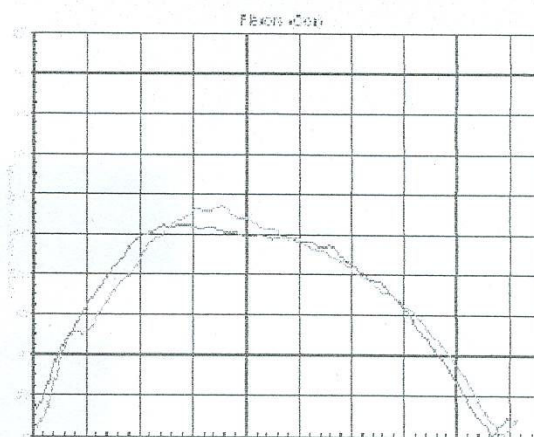
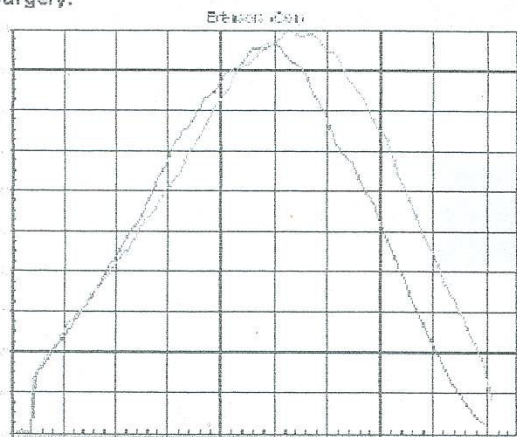
#### Flexors (Con)



## Özel Korel Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi

### Knee Extension/Flexion

Name: SERT, RAŞİT ID: FUTBOL Right/Left: 22.04.2008 22.04.2008  
 Birth date: 01.01.1986 Involved Side: Group 1:  
 Height: 178 Centimeters Preferred Side: Right Group 2:  
 Weight: 75 Kilograms Doctor:  
 Sex: Male Tester: FZTBURÇAK  
 Diagnosis:  
 Surgery:



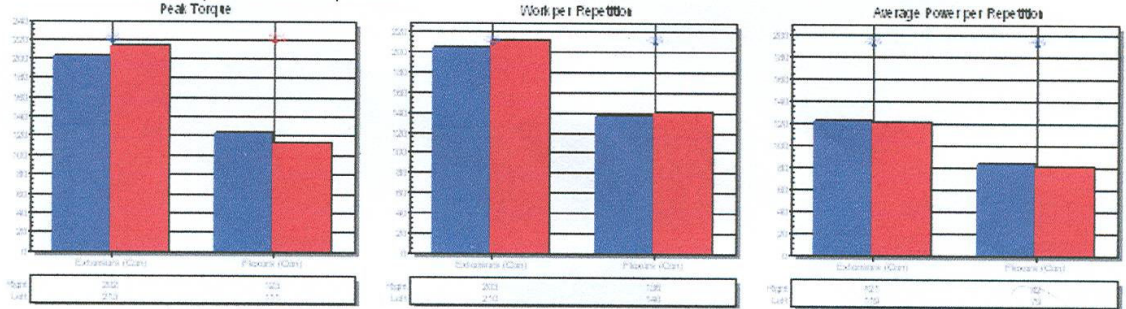
Right Side Curves				Left Side Curves					
Isokinetic Con/Con				Extensors (Con)			Flexors (Con)		
Speed	Reps	Value	Cof Var	%BW	Value	Cof Var	%BW	Ratio	
<b>Speed 60/60 deg/sec Reps 5</b>									
<b>Peak Torque (Newton-Meters - Average Value)</b>									
Right		188	0,04	250	111	0,06	149	59	
Left		175	0,10	232	102	0,08	134	58	
Deficit		-7			-9				
<b>Work per Repetition (Newton-Meters - Average Value)</b>									
Right		176	0,06	235	111	0,08	149	63	
Left		157	0,07	209	110	0,06	146	70	
Deficit		-11			-1				
<b>Range of Motion (Degrees)</b>									
Right		1	0,50		91	0,02			
Left		0	0,41		90	0,00			
<b>Isokinetic Con/Con</b>									
Speed	Reps	Value	Cof Var	%BW	Value	Cof Var	%BW	Ratio	
<b>Speed 120/120 deg/sec Reps 10</b>									
<b>Peak Torque (Newton-Meters - Average Value)</b>									
Right		149	0,13	200	88	0,11	116	59	
Left		121	0,26	161	73	0,33	98	61	
Deficit		-19			-17				
<b>Work per Repetition (Newton-Meters - Average Value)</b>									
Right		149	0,12	200	87	0,11	116	58	
Left		108	0,26	143	73	0,31	98	68	
Deficit		-27			-16				
<b>Range of Motion (Degrees)</b>									
Right		1	0,11		92	0,00			
Left		1	0,19		90	0,00			
<b>Isokinetic Con/Con</b>									
Speed	Reps	Value	Cof Var	%BW	Value	Cof Var	%BW	Ratio	
<b>Speed 180/180 deg/sec Reps 15</b>									
<b>Initial Peak Torque (Newton-Meters - Average Value)</b>									
Right		127	0,00	170	79	0,00	104	62	
Left		102	0,00	134	64	0,00	83	63	
Deficit		-20			-19				
<b>Fatigue Index</b>									
Right		44	0,00		41	0,00			
Left		16	0,00		3	0,00			
<b>Total Work Done (Newton-Meters)</b>									
Right		1468	0,00	1952	876	0,00	1168	60	
Left		1219	0,00	1624	869	0,00	1156	71	
Deficit		-17			-1				

### Özel Korel Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi

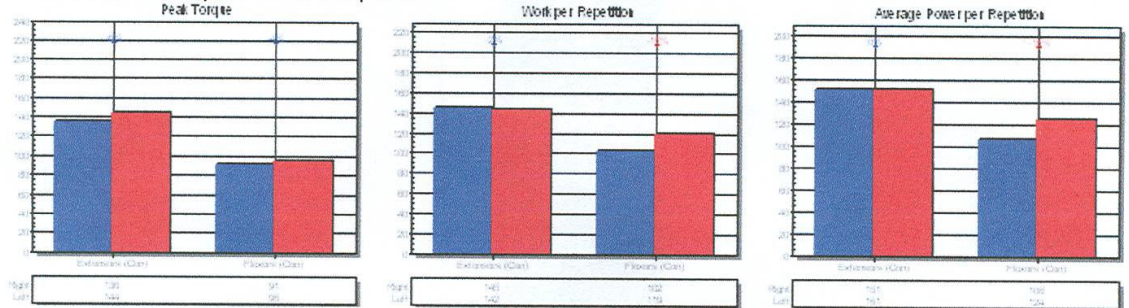
Knee Extension/Flexion

Name: ARIK, MEVLÜT ID: GÜREŞ Right/Left: 03.04.2008 03.04.2008  
 Birth date: 01.01.1988 Involved Side: Group 1:  
 Height: 170 Centimeters Preferred Side: Left Group 2:  
 Weight: 66 Kilograms Doctor:  
 Sex: Male Tester: FZT BURÇAK

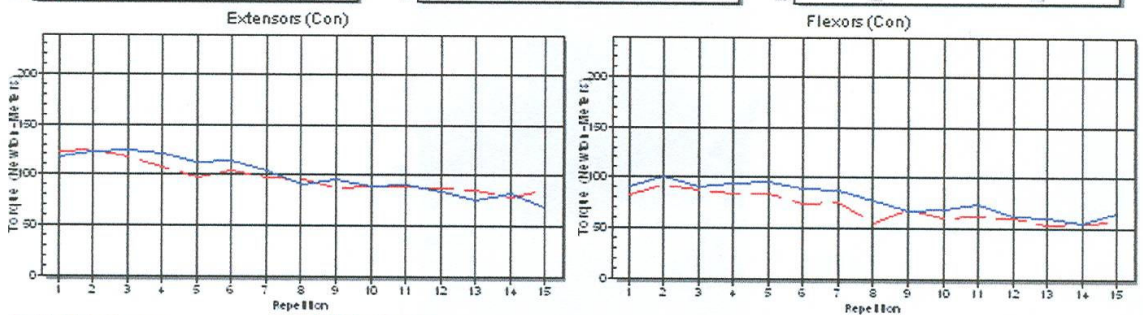
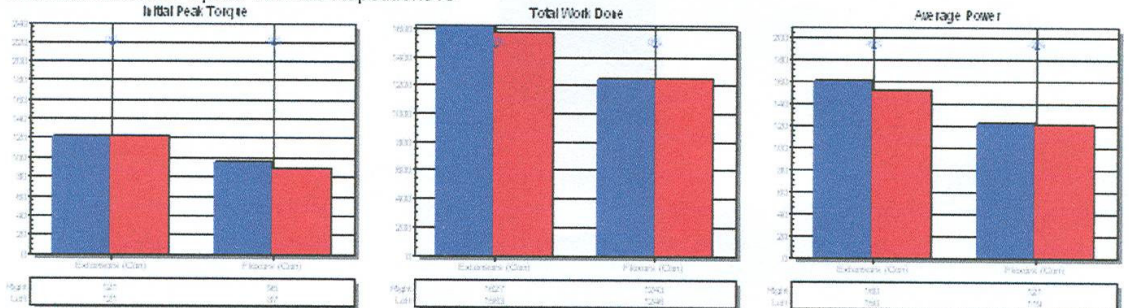
Surgery:  
 Isokinetic Con/Con Speed 60/60 Repetitions5



Isokinetic Con/Con Speed 120/120 Repetitions10



Isokinetic Con/Con Speed 180/180 Repetitions15



Right Side Curves

Left Side Curves