

T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİSİKLETCİ VE SEDANTERLERİN EGZERSİZ SONRASI  
DİZ MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME  
PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:T2,  
DİFFÜZYON, MR SPEKTROSKOPİ**

Deniz DEMİRCİ

Kocaeli Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Spor Bilimleri Doktora Programı İçin Öngördüğü  
DOKTORA TEZİ Olarak Hazırlanmıştır

KOCAELİ - 2007

T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİSİKLETCİ VE SEDANTERLERİN EGZERSİZ SONRASI  
DİZ MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME  
PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:T2,  
DİFFÜZYON, MR SPEKTROSKOPİ**

Deniz DEMİRCİ

Kocaeli Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Spor Bilimleri Doktora Programı İçin Öngördüğü  
DOKTORA TEZİ Olarak Hazırlanmıştır

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Yavuz TAŞKIRAN

KOCAELİ – 2007

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼'ne**

İşbu alışma, j¼rimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında  
DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**İMZALAR**

Başkan Unvanı Adı SOYADI

Prof. Dr. Yavuz TAŞKIRAN

¼ye\_Unvanı Adı SOYADI

Doç. Dr. Birol ÇOTUK

¼ye Unvanı Adı SOYADI

Yrd. Doç. Dr. Nalan Suna MALKOÇ

¼ye Unvanı Adı SOYADI

Yrd. Doç. Dr. Nagihan İNAN

¼ye Unvanı Adı SOYADI

Yrd. Doç. Dr. Gazanfer K. G¼L

**ONAY**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen ¼ğretim ¼yelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2007

Enstit¼ M¼d¼r¼

## TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamı yürüten danışmanım, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Müdürü sayın Prof.Dr.Yavuz Taşkiran'a teşekkürlerimi sunarım.

Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Rekreasyon Bölüm Başkanı Yrd.Doç. Dr. Nalan Suna Malkoç'a, Antrenörlük Eğitimi Bölüm Başkanı Yrd.Doç.Dr. Gazanfer K. Gül başta olmak üzere tüm Öğr.Üyesi kadrosuna , Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu öğretim üyesi sayın Doç.Dr Birol Çotuk'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, doktora tez çalışmamın değişik aşamalarında katkı ve yardımlarından dolayı Okutman Bahar Özgür'e, Brisa Spor Klübü Antrenörü sayın Nadir Yavuz'a ve ekibine, KOÜ Radyoloji Bölümü öğretim üyesi sayın Doç. Dr .Gür Akansel'e, Yrd.Doç. Dr. Nagihan İnan'a, asistan Murat Akkoyunlu'ya , Radyoloji teknisyeni Hamiyet Demirkıran' a, Öğr. Gör. Gülşah Sekban'a teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
RESİMLER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 BİSİKLET TARİHİ	3
2.1.1 Bisikletin Doğuşu	3
2.1.2 İlk Yarışlar	3
2.1.3 Diğer Turlar Ve Yarışlar	3
2.1.4 Olimpiyatlar	3
2.1.4.1 Yol Yarışları	3
2.1.4.2 Turlar	5
2.2 BİSİKLET YARIŞ TİPLEMELERİ	5
2.3 BİSİKLET TEKNİK ÖZELLİKLERİ	6
2.4 PATELLANIN ANATOMİK YAPISI	6
2.4.1 Articulatio Genu ( Diz Eklemi)	8
2.4.2 Capsula Articularis (Eklem Kapsülü )	8
2.4.3 Membrana Synovialis	8
2.4.4 Diz Eklemi Meniscus'ları	9
2.4.5 Fossa Poplitea	10
2.4.6 Diz Eklemi Arterleri	10
2.4.7 Diz Eklemi İnnervasyonu	10
2.4.8 Diz Eklemi Hareketleri	10
2.4.9 Diz Eklemine Hareket Ettiren Kaslar	12
2.4.10 Eklem Kıkırdağının Yapısı	13
2.4.11 Diz Eklemine Kinesiyolojik ve Biyomekanik Açından İncelenmesi	14
2.5 KASLAR	14
2.5.1 İskelet Kaslarının Yapısı	15
2.5.2 Kas Kasılması Ve Enerji	16
2.5.3 Kas Kasılma Çeşitleri	17

2.5.3.1 İzometrik Kasılma	17
2.5.3.2 İzotonik Kasılma	17
2.5.3.3 Konsantrik Kasılma	17
2.5.3.4 Ekzantrik Kasılma	18
2.5.3.5 İzokinetik Kasılma	18
2.5.4 Kasların Grup Hareketleri	18
2.5.5 Kas Lif Tipleri	19
2.5.6 Kas Kan Akımı Ve Egzersiz	20
2.5.7 Egzersizin Kasa Olumsuz Etkisi	21
2.6 BİSİKLET PERFORMANSI BELİRLEYEN KASLAR	22
2.6.1 Bacak Kasları	22
2.6.2 Kol Kasları	24
2.6.3 Gövde Kasları	24
2.7 BİSİKLET YARALANMALARI	24
2.8 MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME ve DİZİN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEMESİ	28
2.8.1 Diz MR incelemesinin sık kullanıldığı hastalıklar	30
3.MATERYAL VE METOD	32
3.1 Araştırma Grubu	32
3.2 Ölçüm Protokolleri	32
3.2.1 Bisiklet egzersizi protokolü	32
3.2.2 MR inceleme protokolü	33
3.3 İstatistik analiz	36
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
6.1 Sonuçlar	54
6.2 Öneriler	54
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	62

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

**FT:** Hızlı kasılan lifler

**ST:** Yavaş kasılan lifler

**ATP:** Adenozin trifosfat

**CP:** Kreatin fosfat

**ADP:** Adenozin difosfat

**TR/ TE:** Tekrarlama zamanı/ Eko zamanı

**PRESS TE:** Nokta çözümlemeli uyarıcı sinyal baskılama

**ADC:** Açık difüzyon katsayısı

**PD:** Proton yoğunluğu

**TE 136 MRS:** Dinlenme zamanı 136 milisaniye olan manyetik rezonans spektroskopisi

**Tma:** Trimetil amonyum

**AcCT:** Asetil karnitin

**T2SI:** T2 sinyal yoğunluğu

**CI M PB SI:** Medial menisküs posterior boynuz sinyal intensitesi

**FMK SI:** Femur metafiziyel kemik sinyal intensitesi.

**E.Ö :** Egzersiz öncesi

**E.S :** Egzersiz sonrası

## TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
<b>Tablo 1:</b> Sporcu ve kontrol grubunda MRS metabolit oranları ( e.ö: egzersiz öncesi, e.s: egzersiz sonrası, tma: trimetilamonium)	37
<b>Tablo 2:</b> Sporcularda b=0 değerinde egzersiz önce ve sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri	41
<b>Tablo 3:</b> Sporcularda b=1000 değerinde egzersiz önce ve sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri	41
<b>Tablo 4:</b> Sedanterlerde b=0 değerinde egzersiz önce ve Sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri	41
<b>Tablo 5:</b> Sedanterlerde b=1000 değerinde egzersiz önce ve Sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri	41
<b>Tablo 6:</b> Sporcularda T2 ağırlıklı görüntülerde ölçülen sinyal ve sinyal oranları	44
<b>Tablo 7:</b> Sedanterlerin T2 ağırlıklı görüntülerde ölçülen sinyal ve sinyal oranları	44
<b>Tablo 8:</b> Sporcu ve sedanterlerin bir arada alındığı T2 ağırlıklı görüntülerde sinyal ve sinyal oranları	45



## GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
<b>Grafik 1:</b> Egzersiz öncesi kuadriceps kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (Sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması)	39
<b>Grafik 2:</b> Egzersiz sonrası kuadriceps kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (Sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması)	39
<b>Grafik 3:</b> Egzersiz öncesi gastrokinemius kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (Sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması)	40
<b>Grafik 4:</b> Egzersiz sonrası gastrokinemius kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (Sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması)	40
<b>Grafik 5:</b> Egzersiz öncesi Medial menisküs posterior boynuz/ femur medüller kemik iliği T2 SI oranları ( kontrol- sporcuların karşılaştırılması)	43
<b>Grafik 6:</b> Egzersiz öncesi femur metafiz kemik iliği T2 SI (kontrol- sporcuların karşılaştırılması)	43
<b>Grafik 7:</b> Sporcularda egzersiz öncesi ve sonrası menisküs posterior boynuz b 1000 diffüzyon değerlerinin karşılaştırılması.	45
<b>Grafik 8:</b> Kontrol grubunda egzersiz öncesi ve sonrası menisküs posterior boynuz b 1000 diffüzyon değerlerinin karşılaştırılması	46
<b>Grafik 9:</b> Kontrol grubunda kuadriceps kası T2SI karşılaştırılması	46
<b>Grafik 10:</b> Kontrol grubunda menisküs arka boynuzu T2SI karşılaştırılması	47
<b>Grafik 11:</b> Sporcularda egzersiz öncesi ve sonrası kuadriceps kasının T2S1 Değerleri	47

## RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

<b>Resim 1:</b> Diz eklemi ve bağların önden ve arkadan görüntüsü	7
<b>Resim 2:</b> Diz ekleminde menisküs ve kırıkdağların Sagittal görüntüsü	7
<b>Resim 3:</b> Uyluk kaslarının anterior ve posteriordan görünümü	23
<b>Resim 4 :</b> Bisikletçiler de sakatlıkların sıklıkla görüldüğü bölgeler	28
<b>Resim 5a:</b> Gastrokinemius kasında sagittal MR görüntüsünde MR spektroskopi için kursörün yerleştirilmesi örneği	34
<b>Resim 5b:</b> Gastrokinemius kası için aksiyal kesitte kursörün yerleştirilmesi örneği	34
<b>Resim 6a:</b> Medial menisküs posterior boynuzuna difüzyon ve T2 ağırlıklı seride sinyal ölçümü için kursörün yerleştirilmesi Örneği	35
<b>Resim 6b:</b> Femur epifizinden ölçüm için kursör yerleştirilmesi Örneği	35
<b>Resim 6c:</b> Gasrokinemius kasından ölçüm için kürser yerleştirilmesi Örneği	35
<b>Resim 6d:</b> Kuadriceps kasından ölçüm için kursör yerleştirilmesi Örneği	35
<b>Resim 6e:</b> Femur metafizer kemikte kursör yerleştirilmesi örneği	35
<b>Resim 7a:</b> MRS de büyütülmüş alanda metabolit pikleri	38
<b>Resim 7b.</b> MRS de geniş alanda yağ ve su pikleri	38

## 1.GİRİŞ

Spor ve egzersizde kaslarda birçok fizyolojik, metabolik değişiklikler olmaktadır. Spor fizyolojisinin en önemli alanlarından biri de kaslara ait bulgulardır. Sporcularda kaslarda spor tipi, egzersiz tipi, kas tipine göre olan değişiklikler farklılık sergilemektedir. Egzersizle birlikte kasta biriken anaerobik glikolizise ait laktat birikimi en sık olarak kan laktat düzeyi ölçümüyle belirlenmektedir. MR spektroskopisi ile deneysel olarak bunların ölçümüne ait çalışmalar mevcuttur. Ancak pratik uygulaması yaygın olmayıp proton spektroskopisiyle tanısal amaçlı MR cihazlarında bunun ölçülmesi rutin bir uygulama değildir. Bu tür uygulamalar standart hale getirilebilirse kanda laktat düzeyi ölçümünden daha pratik olacağı spor araştırma ve sporcu takiplerinde kullanımının tercih edileceği öngörülebilir. Laktatın yanı sıra kreatin vb başka metabolitlerde, yağ/su oranında olan değişikliklerin de değerlendirilebileceği öngörülebilir.

Egzersiz ile birlikte diz eklemi ve bu bölgedeki kaslarda metabolik ve fizyolojik değişiklikler olmaktadır. Bu değişiklikler arasında eklem aralığında sıvı toplanması, kasdaki laktat miktarında değişiklik, kas su içeriğindeki artış sayılabilir ve bunların Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile belirlenmesi mümkündür. Kasların içerdiği su miktarını göreceli olarak belirleyen magnetik rezonansdaki parametre T2 değeridir. T2 - ağırlıklı MR görüntülerindeki sinyal artışı incelenen dokuda su oranının arttığını gösterir. Egzersiz sonrası zorlanan kasta kanlanma artışıyla birlikte su içeriği artar dolayısıyla da sinyal artışı görülebilir. MRG ile kas kesit alanı, volümü gibi morfolojik ölçümler yapılabilmektedir (Nygren TA and Kaijser L, 2002). Diffüzyon MRG si dokulardaki protonların mikro düzeyde hareketini ölçen kısmen yeni bir MRG modalitesi olup santral sinir sistemi dışındaki organ ve dokularda rutin kullanıma yeni girmektedir. Diffüzyon MRG' sinde egzersiz sonrası menisküsün etkilenip etkilenmediğini gösteren çalışma literatürde bulunamamıştır. Manyetik Rezonans Spektroskopisi (MRS) ise dokularda çeşitli metabolitlerin düzeyini gösterebilir. Bu yöntem daha çok santral sinir sisteminde kullanılmaktadır. MRS de Proton ve Fosfor spektroskopisi olarak iki ayrı yöntem vardır. Fosfor spektroskopisi ile fosfor düzeyi (ATP, ADP gibi) gösterilmekte olup bu modalite özel yazılım programları gerektirmektedir ve klinikte nadir kullanılmaktadır. Proton spektroskopisi yazılımı ise 1.5 Tesla ve üzeri MRG cihazlarında yaygın olarak mevcuttur. Proton spektroskopisinin beyin dışı dokularda kullanımı daha nadirdir. Kas içindeki göreceli laktat düzeyini proton spektroskopisi ile göstermek olasıdır. Çeşitli deneysel çalışmalarda kullanılmış olan bu yöntem kas dokusu için MRG ünitelerinde rutin uygulamaya girmemiştir.(Mercier B et al. 1998). Bu yöntem optimize edilip normal MRG ünitelerinde kullanılabilirse çeşitli sporcularda fizyolojik ölçümler *invivo* olarak yapılabilir.

Maraton koşucularında koşu sonrası öncesine göre dizde kıkırdak, kemik iliği, tendon, menisküste sinyal patterni ve eklemde sıvı toplanması açısından fark bulunamamıştır. (Schueller-Weidekamm C et al. 2006, Hohmann E et al. 2004, Krampal W et al. 2001) Rekreatif koşucularda ise ortalama 30 dakikalık koşu sonrası eklemde sıvı artışı bildirilmiştir.(Shellock FG and Mink JH 1991, Kursunoglu-Brehme S et al. 1990) Maraton koşucularının kas ve eklemlerindeki egzersiz sonrası oluşabilecek değişikliklerle ilgili literatür de Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

çalışmaları mevcut iken bisikletçilerde benzer çalışma bulunamamıştır. Bu çalışmada bisikletçiler ile sedanterlerin egzersiz sonrası MRG ile dizlerinde olabilecek değişiklikler, kas intensiteleri, diffüzyon değerleri açısından fark olup olmadığı, MRS protokolünün oturtulması ve kas laktat, kreatin düzeylerinin ölçümü, lipid/ su oranı ile iki grup arasındaki fark olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1 BİSİKLET TARİHİ**

#### **2.1.1 Bisikletin Doğuşu**

İlk bisikletin, ilkel şeklinde, Çin'de görüldüğü belirtilmesine rağmen, ilk bisiklet çizimlerinin 1493 yılında Leonardo da Vinci ya da onun öğrencilerinden biri tarafından yapıldığı söylenir. Bu çizimlerden yararlanarak ilk bisikleti yapan kişi Kirkpatrick Mac Mullandır. 1839 -1840 yılları arasında İskoçya' da yapılan bu bisiklet, halen Londra' da Science Museum' dadır (bisikletdunyasi.com, 2007).

Mac Millan'dan önce temel modeli Fransız Sirvac' ın yaptığı sağ ve sol ayakların itmesi ile yürüyen bisiklet oluşturur. Celerifere adını taşıyan bu alet 1790 yılında yapılmıştır (bisikletdunyasi.com, 2007).

Drais de Senerbol' un yaptığı bisikletin daha hareketli ve daha biçimli bir modelini geliştiren Boran Karl Von Drais' in yapımı olan 1816 modeli daha sonraki yılların tohumlarını oluşturmuştur. 1817 yapımı 26 kiloluk Drais'in Viyana' da sergilenen tahta bisikletini takiben 1818 yılında madeni yapıma gidilmiştir. İngiliz Brich' in bu yapımını 1855 yılında Fransız Ernest Michaux' un modelini izlemiştir. Pedallar ilk kez bu modelde görülmüştür. 1870 yılından sonra daha da geliştirilen yeni yapıma Bicyole adı verilmiştir. İki çember olarak adlandırılan bu modelde ön tekerliğin çapı 1 ile 1,5 metre arasında değişmiştir (bisikletdunyasi.com, 2007).

Bisikletin ilk üretiminde " Michaux Company" firmasınınca 200 personel ile yılda 140 bisiklet üretilerek başlanmıştır. O günkü değeri ise 450 Fransız Frangı dır. (bisikletdunyasi.com, 2007).

### **2.1.2 İlk Yarışlar**

Bisiklet sporunun beşiği sayılan Fransa' da ilk pedallar Tuilerie, Chams de Mars, St. Jammes ve Daumesni' de isim yapmış yarışmacılar idi. Tespit edilen en eski yarış 31 Mayıs 1868'de Paris Pare de St. Cloud'la 2 km'. lik bir parkurda koşulmuştur. Yarışı Dr. Jammes Moore (İngiltere 1847- 1935) kazanmıştır. Moore daha sonra " Legion d" Honneur" ünvanı ile ödüllendirilmiştir (bisikletdunyasi.com, 2007).

Amatörler arasındaki ilk mukavemet yarışının birincisi ise Terront olmuştur. Paris - Longcihamp arasında 1889 yılında düzenlenen bu yarış 3 saat 40 dakika 20 saniyelik derece elde edilerek bitirilmiştir (bisikletdunyasi.com, 2007).

1890 yılındaki 10 kilometrelik ilk sürat yarışının galibi ise Cattereau dur. (bisikletdunyasi.com, 2007).

### **2.1.3 Diğer Turlar Ve Yarışlar**

Özellikle 1890 yılından itibaren bisiklet bir kitle sporu haline gelmiştir. Amatörlere mahsus pist mukavemet dünya şampiyonası 1893'te Chicago da yapılmış, Güney Afrikalı Ment jes 2.46.12 ile birinci olmuş, iki yıl sonra başlayan profesyonel yarışmalarda İngiliz Michael 2.24.58. lik bir derecede ile Colongene' de şampiyonluğu almıştır (bisikletdunyasi.com, 2007).

Profesyonellere ait Yol Dünya Şampiyonası çeşitli dallarda 1927'de ilk kez yapılmıştır. Bu tarihe kadar ayrı ayrı yapılan yol yarışları genellikle 125 Km.- 297 Km. arasında yapılmıştır. Kopenhag' daki 190 Km. lik ilk amatör yol yarışını 1921 yılında İsveçli Skolt 6.18.17. ile kazanmıştır. 1927 yılındaki 184 Km. lik profesyonel Yol Yarışı Şampiyonluğunu ise İtalyan Binda 6.37.28. lik derecesi ile Cologne'de kazanmıştır (bisikletdunyasi.com, 2007).

### **2.1.4 Olimpiyatlar**

#### **2.1.4.1 Yol Yarışları**

1896'daki ilk modern olimpiyat oyunlarında organize edilen yol yarışı, o zamanın maraton parkurunda koşulmuştur. Yarışçılar parkur etrafında iki tur atarak toplam 87 kilometre katetmişlerdir. Bayanlar ise 1984'te ilk olimpiyat yarışını koşmuş ve bundan 12 sene sonra, 1996 Atlanta Oyunları'nda, zamana karşı ferdi yarışmada kategoriler arasına alınmıştır (bisikletdunyasi.com, 2007).

#### **2.1.4.2 Turlar**

Ulusal veya uluslararası özellik taşıyan bu yarışma türünün özelliği yarışmanın bir yöreyi ve ya bir ülkeyi, hatta bazı büyük turlarda kıtayı dolaşmasıdır. (Fransa turu gibi) Fransa turu dünyanın en eski, en uzun ve en büyük turu olup Guinness rekorlar kitabında da en uzun spor olayı sıfatıyla yer almaktadır (bisikletdunyasi.com, 2007).

Fransa Turu ilk kez 1903 yılında organize edilmiş olup 21 gün ve 4.500 Km. yarışılmış ve o yıl turu yaklaşık 1.500.000 kişi izlemiş ve Mourice Garin birinci olmuştur. 1908' de başlayan Belçika Turu'nda birinciliği 1907 ve 1908 Fransa Turu Şampiyonu Petit Breton almıştır. Bir yıl sonra başlayan italya Turu'nda ise Max Bulla birinci olmuştur. Avrupa içinde ayrı bir özelliği olan klasik yarışlardan Paris - Bordeaux Yarışı 1891 yılında 572 Km. üzerinden yapılmış ve İngiliz Mills 26.34.57. ile turun galibi olmuştur (bisikletdunyasi.com, 2007).

1896 yılından itibaren Olimpiyatlarda yer alan bisiklet 1000 metre sürat yarışını Fransız Masson kazanırken sırası ile 1900 Paris, Fransız Taillandier -1920 Ansvr Peeters, 1934'de Paris Fransız Michard, 1928 Fransız Beaufrand, 1932' de Hollandalı Egmand ilk şampiyonlar olarak bisiklet tarihine geçen isimler olmuştur (bisikletdunyasi.com, 2007).

Bugün organize edilen Fransa Bisiklet turu ise bütün Avrupa ülkelerinden geçmekte ve milyonlarca kişi tarafından ücretsiz izlenirken, televizyon ve radyodan naklen yayınlanmaktadır (bisikletdunyasi.com, 2007).

Ülkemizde ise en büyük tur Cumhurbaşkanlığı Türkiye Bisiklet turudur (bisikletdunyasi.com, 2007).

## **2.2 BİSİKLET YARIŞ TİPLEMELERİ**

1-Yol Yarışları (21 saat)

2- Pist Yarışları ( 21 saat)

3- Cycl-Cross (3 saat)

4- Dağ Bisikleti ( 9saat)

5- BMX ( 3 saat)

## **2.3 BİSİKLET TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

1- Bir bisikletin uzunluğu 185 cm' yi geçmez.  
2- Hava sürtünmesini azaltacak veya ilerlemeye suni bir şekilde yardımcı olacak hiçbir cihaz bisiklete bağlanmaz, eklenemez.

3- Selenin ön ucu orta göbek hizasında en az 5 cm arkada olmalıdır. Sele yatay olmalıdır. Selenin uzunluğu en az 24 cm en fazla 27'5 cm olmalıdır.

4- Elle tutulan en yüksek nokta selenin en yüksek yeri hizasında veya daha yukarıda olmalıdır. Bu nokta furş yatağı ekseninin gerisinde olamaz.

5- Orta göbek ekseninden geçen dikeyle ön tekerlek ekseninden geçen dikey arasındaki mesafe en az 54 cm en fazla 65 cm olabilir.

6- Orta göbek ekseninden geçen dikeyle arka tekerlek ekseninden geçen dikey arasındaki mesafe en az 35 cm en fazla 50 cm olabilir.

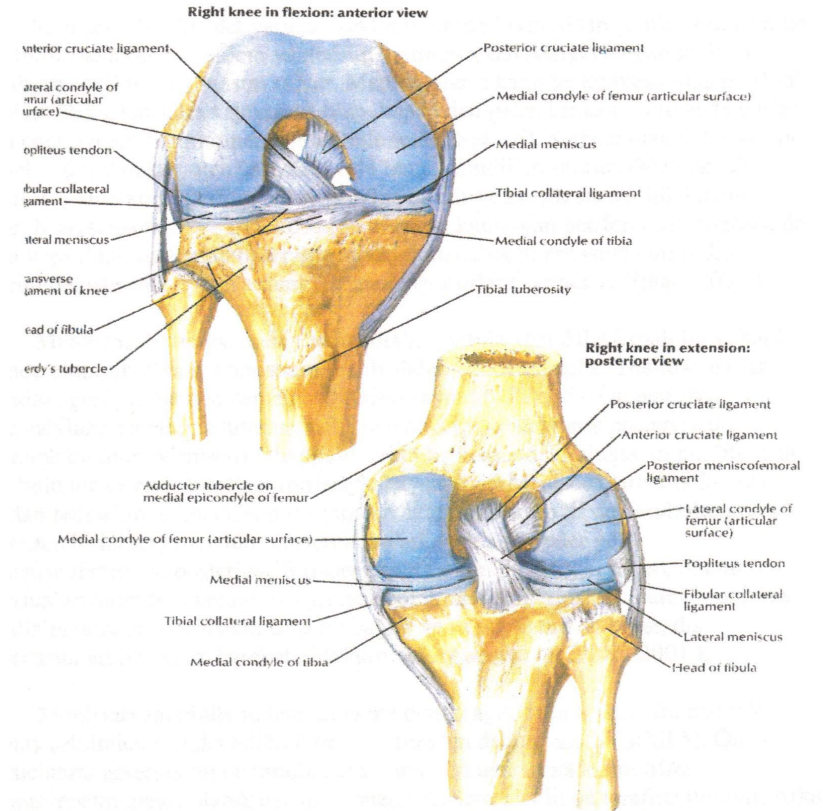
7- Ön masanın iç yüzeyleri arasındaki mesafe 10,5 cm'den, arka masanınki ise 13,5 cm' den fazla olamaz.

8- Bisikletin tekerlek çapı lastikle beraber en az 55 cm en fazla 70 cm olabilir. Kros bisikletinin lastik genişliği 35 mm den fazla olamaz ( Şahin, 2005).

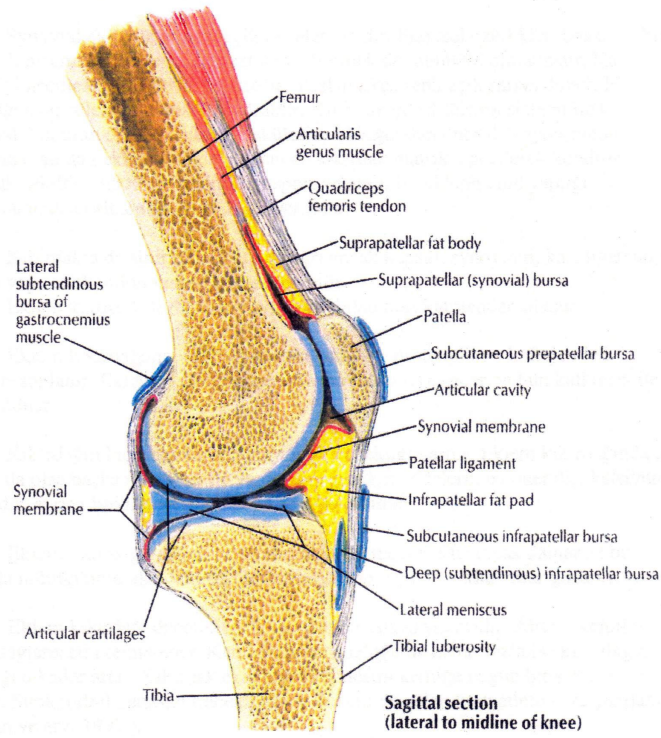
## 2.4 PATELLANIN ANATOMİK YAPISI

M.Quadriceps femoris kasının tendonunun içine yerleşmiş, büyük bir sesamoid kemik olup femurun femoropatellar eklemine oluşturur. Basis patella denilen tabanı yukarıda, apex patellae denilen tepesi aşağıdadır. Ön yüzüne facies anterior denir. Bu yüz pürüklüdür ve deri altında hissedilir. Arka yüz ortada bir crista ile ikiye ayrılmıştır. Bu yüz tam bir eklem yüzü olduğu için facies articularis adı verilir. Crista'nın dışında kalan kısmı içe göre daha büyüktür (Weineck. 2002).

Patella, quadriceps tendonunun hem diz eklemine sürtünmesini önler, hem de kasın istertion açısını büyütür (Dere, 1999 ).



**Resim 1:** Diz eklemi ve bağların önden ve arkadan görüntüsü (Netter,2003)



**Resim 2:** Diz ekleminde menisküs ve kıkırdakların sagittal görüntüsü (Netter,2003)

#### 2.4.1 Articulatio Genu ( Diz Eklemi)

Femur alt ucu, tibia üst ucu ve patella arasında oluşmuş, bicondyler tipte, vücudun en büyük ve en komplike eklemidir. Kapsülü gevşek, ince, zayıf ve önde defektlidir. Burası lig. patellae, m.quadriceps femoris'in tendonu ve patella ile desteklenir. Eklem, taşıdığı iç bağlar ve meniscus'lar ile özellik gösterir (Yıldırım, 2001).

#### 2.4.2 Capsula Articularis (Eklem Kapsülü )

Eklem kapsülü, eklem yüzlerinin kenarlarına tutunur ve eklem yan yüzleri ile arka yüzünü sarar. Eklem ön tarafında patella'nın bulunduğu yerde eklem kapsülü bulunmaz, sadece membrana synovialis'in oluşturduğu bir cep (bursa suprapatellaris), m.quadriceps femoris'in kirişinin altında yukarı doğru uzanır. Eklem kapsülünün her iki yanını, m.vastus lateralis ve medialis'in kirişlerinden gelen lifler kuvvetlendirir. Kapsülün arka tarafını ise m .semimembranosus'un kirişinin bir uzantısı olan lig.popliteum obliquum takviye ederek kuvvetlendirir (Snell, 1997).

#### 2.4.3 Membrana Synovialis

Eklem kapsülünün iç yüzünü döşer. Eklem yüzlerinin kenarlarında kemiğe ve meniscus'ların dış kenarına tutunur. Eklem ön tarafında bir cep oluşturur. Bursa suprapatellaris denilen bu cep, patella'nın üç parmak genişliği yukarısına kadar m.quadriceps femoris'in kirişi altında



uzanır. Synovial membran eklemin arka tarafında m.popliteus'un kirişinin derininde aşağı doğru bir uzantı verir. Bu uzantıya recessus subpopliteus denir. Eklem kapsülünün arka bölümünün lateral yarısını döşeyen membrana synovialis, çapraz bağların yan yüzünden öne doğru uzanır. Lig. cruciatum anterius'un ön tarafından dolanarak tekrar geriye döner ve eklem kapsülünün medial yarısını döşer. Çapraz bağlar synovial kesenin dışında kalır. Membrana synovialis, lig. patellae'nin arka yüzünden eklem boşluğuna doğru bir çıkıntı yapar. Plica synovialis infrapatellaris denilen bu çıkıntı bir araya toplanarak femur'un fossa intercondylaris'ine tutunur (Snell, 1997).

#### **2.4.4 Diz Eklemi Meniscus'ları**

Meniscus'ler iki adet yarımay şeklinde fibröz kıkırdaktan yapılmış oluşumlar olup, birbirine uymayan eklem yüzlerinin uyumunu, dolayısıyla hareketin daha düzenli bir şekilde yapılmasını sağlar. Meniscusların kalın ve konveks olan periferik kısımları fibröz kapsülle kaynaşmış olup, kapsülden gelen bir kısım kılcıl damarlar ihtiva eder. Diğer kısımlarında damar bulunmaz. Serbest olan iç kenar ince ve konkavdır. Konkav olan üst yüzüne de femur kondilleri oturur. Düz olan alt yüzleri ise, tibia kondillerinin eklem yüzüne oturur ve bu yüzün 2/3'lük kısmını kaplar. Meniscusler ön ve arka uçlarıyla tibia'ya, kaim olan periferik kısımlarıyla da eklem kapsülüne tutunmalarına rağmen, eklemin hareketi esnasında bir miktar yerlerini değiştirerek uygun eklem yüzleri oluştururlar ( Arıncı ve Elhan, 2001 ).

**Meniscus lateralis**, meniscus medialis oranla ağzı daha kapalı bir C harfi şeklinde olup, tibia'da iç meniscuse oranla daha fazla yer kaplar. Dış-iç kenarları arasındaki genişlik hemen hemen her yerinde aynıdır .Ön ucu area intercondylaris anterior'a tutunur. Arka ucu area intercondylaris posterior'un ön bölümüne tutunur. Meniscus lateralis'in arka-dış kısmındaki olukta, m.popliteus'un kirişi bulunur ve en iç tarafta birbirleriyle kaynaşırlar. Meniscus lateralis'in arka ucundan femur'un iç kondilinin dış yüzüne uzanan iki grup lif demeti bulunur. Bunlardan birisi lig.cruciatum posterius'un arkasında seyrederek ve lig.meniscofemorale posterius (Wrisberg bağı) adını alır. Diğeri lig. cruciatum posterius'un önünde seyrederek ve lig.meniscofemorale anterius adını alır. Meniscus lateralis'in arka ucu ile ilişkili olan bu bağlar ve m.popliteus'un kirişi, dış meniscusun arka ucunun hareketini kontrol eder (Arıncı ve Elhan, 2001).

**Meniscus medialis'in** lateraldekine oranla ağzı daha açıktır. Bu nedenle yarımay şeklindedir. Arka bölümü ön bölümünden daha geniştir. Ön uc lig. cruciatum anterius'un ön tarafına tutunur ve ön ucun arka kısım lifleri lig. transversum genus olarak uzanır ve meniscus lateralis'in ön tarafına tutunur. Arka ucu area intercondylaris posterior'a tutunur. Periferik kısmı fibröz kapsüle ve lig. collaterale tibiale'ye sıkıca tutunmuştur. Bu nedenle iç meniscus dış meniscuse oranla daha az hareketlidir ( Arıncı ve Elhan, 2001).

#### **2.4.5 Fossa Poplitea**

Diz ekleminin arkasında bulunan eşkenar dörtgen şeklindeki çukura fossa poplitea denir. Bu çukuru üst dış taraftan m.biceps femoris, üst iç taraftan m.semitendinosus ile m.semimembranosus, alt dış taraftan m.gastrocnemius'un caput lateralis'i ile m.plantaris, alt iç taraftan da

m.gastrocnemius'un caput mediale'si sınırlar. Tabanında femur'un facies poplitea'sı, eklem kapsülü ile buna yapışık olan lig. popliteum obliquum, tibia' nın üst ucunun arka yüzü ile m.popliteus bulunur. Tavanını ise fascia lata örter (Arıncı ve Elhan, 2001 ).

Fossa poplitea'da a.poplitea, v.poplitea, n.tibialis, n.fibularis communis, v.saphena parva'nın üst kısmı, n.cutaneus femoris posterior'un alt kısmı, n.obturatorius'un eklem gelen dalı, lenf nodülleri ve bol miktarda da yağ dokusu bulunur (Arıncı ve Elhan, 2001 ).

#### **2.4.6 Diz Eklemi Arterleri**

Diz eklemi; A.genus descendens, A.poplitea'nın r.genicularis'leri, A.tibialis anterior'un A.recurrens tibialis anterior dalı, A.circumflexa femoris lateralis'in r.descendens'i tarafından beslenir ( Arıncı ve Elhan, 2001 ).

#### **2.4.7 Diz Eklemi İnnervasyonu**

N.Femoralis, N.Obturatorius, N.Tibialis ve N.Fibularis Communis'ten gelen dallar tarafından innerve edilir ( Arıncı ve Elhan., 2001 ).

#### **2.4.8 Diz Eklemi Hareketleri**

Diz eklemi aracılığı ile femur kondillerinden geçen transvers bir eksen etrafında flexion ve extansion hareketleri yapılabildiği gibi, bacak, önce flexion durumuna getirildiği takdirde, rotation hareketi de yapılabilir. Bu bakımdan diz eklemi diğer ginglymus'lardan farklıdır. Bunun sebebi, bir taraftan diz ekleminde kemik yüzlerinin dönme hareketlerine engel olacak bir durumda olmamasıdır. Diğer taraftan eklem aralığına sokulmuş meniscus'lerin duruma göre şekil ve durumlarını değiştirmek suretiyle, başka hareketler için de uygun bir eklem yüzü meydana getirebilmeleridir (Odar, 1975 ).

Diz ekleminde bacağın kas kuvvetiyle yapılabilen flexion hareketi 130° kadardır. Kollarımızla bacağımızı arkaya doğru çekecek olursak, bacağın flexionu 150° ye kadar çıkabilir. Flexionda her iki meniscus de 1 cm kadar arkaya doğru hareket ederler ve bu sırada iç meniscus önden arkaya bir miktar sıkıştırılır ve yuvarlak şekil alır. Flexionda patella da yerini değiştirir ve aşağıya iner. Bacağımız düz durumda iken, patella'nın arka yüzünde bulunan eklem yüzünün yalnız aşağı parçası facies patellaris ile temas eder. Bacağın flexionu arttıkça patella daha fazla aşağı iner ve iki femur kondilleri arasında bulunan çukura sokulur ( Odar, 1975 ).

Bükülmüş durumda olan bacağın extansionu, femur ve tibia bir düz çizgi üzerine gelinceye kadar (180°) olanaklıdır. Daha fazla extansiona, çapraz bağlar, eklem kapsülünün arka kısmı, arka dış bağlar ve özellikle yukarıdan pelvis ve femur'dan gelen bacağın flexor kasları engel olurlar. En son derecesine kadar bacağımızı doğrulttuğumuz takdirde, tibia bir miktar dışa veya ayakta durduğumuz zaman ve tibia tespit edilmiş durumdayken femur bir miktar içe döner. Bu şekilde femur ve tibia birbirlerine vidalanmış gibi olurlar ve diz eklemi bu durumda tespit edilmiş olur. Tekrar flexion

hareketi yapmak istersek, önce tibia ve femur'un yaptığı bu dönme hareketinin tersine olması lazımdır. Ancak bundan sonra eklem yüzleri tekrar flexion hareketi için elverişli durum alırlar. Bu durum, diz ekleminin düz durumda tespiti bakımından önemli rol oynar ( Odar, 1975 ).

Bacak extansion durumunda iken, hem eklem yüzlerinin, hem bağların durumu, diz ekleminde dönme hareketlerinin yapılması için uygun değildir. Ancak 30° lik flexion'dan sonra dönme hareketi için uygun durum oluşur. Dönme hareketi için en elverişli durum, bacağın 90° lik flexion durumudur. Diz ekleminde dönme hareketi, tibia'nın iç kondili üzerinde bulunan konkav eklem yüzünün ortasından geçen bir vertikal eksen etrafında yapılır. Flexion sırasında femur'un iç kondilinin alt yüzündeki eklem yüzünün daha yuvarlak olan arka parçası tibia kondili üzerinde bulunan konkav eklem yüzü ile temas eder. Aynı zamanda, «C» harfi şeklinde olan iç meniscus de, önden arkaya sıkıştırılması ve uçlarının birbirine yaklaşması yüzünden yuvarlak ve femur kondilinin alt yüzünün arka parçasına uygun bir şekil alır. Bu şekilde siferoid eklemlerde olduğu gibi, yukarıda konveks, aşağıda konkav ve dönme hareketleri için elverişli eklem yüzleri meydana gelir. Fakat dönme hareketlerinin yapılabilmesi için aynı zamanda dış ve iç yan bağların da gevşemesi gerekir. Bacak flexion durumunda iken, yapışma noktaları birbirine yaklaştığı için, femur ve tibia arasında uzanan yan bağlar gevşerler. Çapraz bağların durumu, fazla iç rotasyon hareketi için uygun değildir. Bundan dolayı iç rotasyon hareketi yalnız 5- 10°'ye kadar yapılabilir. Dış rotasyon için çapraz bağlar bir engel yapmazlar. Dış rotasyon sırasında çapraz çözülür ve aynı zamanda bağların yapışma noktaları birbirine yaklaşır ve gerginlikleri azalır. Bundan dolayı diz ekleminde dış rotasyon hareketi, iç rotasyona oranla fazla ve 40- 50°'ye kadar yapılabilir. Rotasyon hareketi sırasında tibia dış kondili dış meniscus ile beraber kayarak hareket eder. Bacak içe rotasyon yaptığı zaman tibia'nın dış kondili öne, bacak dışa dönerse arkaya doğru hareket eder. Dış meniscus'ün daha fazla kayabilmesi ve hareketli olması, tibia dış kondilinin bu hareketlerini kolaylaştırmaktadır ( Odar, 1975 ).

#### **2.4.9 Diz Eklemini Hareket Ettiren Kaslar**

**Flexion Hareketi Yaptıran Kaslar:** M.Biceps Femoris ,M. Semitendinosus, M. S emimembranosus ,M.Sartorius ,M.Gracilis

**Yardımcı Kaslar** M.Popliteus ,M. Gastrocnemius

**Extansion Hareketi Yaptıran Kaslar:** M.Quadriceps Femoris, m.rectus femoris, m.vastus lateralis, m.vastus medialis, m.vastus intermedius

**İç Rotasyon Hareketi Yaptıran Kaslar:** M.Semitendinosus, M.Semimembranosus ,M.Popliteus

**Yardımcı Kaslar:** M.Gracilis ,M.Sartorius

**Dış Rotasyon Hareketini Yaptıran Kaslar:** M.Biceps Femoris( Özdemir, 1998 ).

#### **2.4.10 Eklem Kıkırdağının Yapısı**

Synovial eklemlerin vazgeçilmez elemanı kıkırdaktır. Fiziksel özellikleri başka hiçbir dokuya benzemez. Benzerini laboratuarda üretmek de mümkün olmamıştır. Kalınlığı 5 mm.'yi geçmez, mavi-beyaz renktedir. Yaşlandıkça renk açık sarıya döner. Eklem kıkırdağı avasküler, alenfatik ve anöraldir. Kıkırdak çift difüzyon sistemi ile beslenir. Synovial dokunun dış kısmı daha vaskülarize olduğundan önce difüzyon, synovial dokunun dışından eklem içine, oradan da kıkırdak matriksi geçilerek kondrositlere pompalama beslenmede önemli bir yer tutar (Tüzün ve ark, 1997).

Kıkırdakta da sinir olmadığı için ağrı ancak kapsül, synovium, kas, ligaman, tendon veya subkondral kemik kökenli olabilir (Tüzün ve ark, 1997).

Eklem kıkırdağının %70- 80 kadarı sudur ve proteoglikan-kollajen jeli şeklinde saklanır. Eklem yüklenmesi ile synovial sıvıya geçer, yükün kalkması ile geriye döner (Tüzün ve ark, 1997).

Kıkırdağın hiçbir dokuda olmayan bir esnekliği vardır. Eklem kıkırdağında az miktarda da olsa başka maddeler vardır. İnorganik maddelerin en önemlisi kalsiyum tuzlarıdır, ayrıca lipidler ve matriks protein de bulunur (Tüzün ve ark, 1997).

Eklem kıkırdağı yüklenme sırasında %20 incelir. Bu, ancak damarsız bir organda mümkündür. Aksi takdirde deformasyon sonucu damarlar zarar görecektir (Tüzün ve ark, 1997).

Eklem kıkırdağı öncelikle yük taşıyıcı bir temas yüzeyidir. Altta kemiğin uyum sağlamasını temin eder. Kemiğin uyumsuzluğu ne kadar fazla ise kıkırdağın kalınlığı o kadar artar. Kıkırdak eklem yüklenmesini kemiğe uygun bir şekilde aktarır. Subkondral kemiğin trabekülasyon düzeni de gelen kuvvetlere göre yapılır (Tüzün ve ark, 1997).

#### **2.4.11 Diz Eklemine Kinesiyolojik ve Biyomekanik Açısından İncelenmesi**

Diz eklemi bacağın ana eklemidir. Bacağın öne veya arkaya hareket etmesine izin veren, birinci derece hareket serbestliğine sahip önemli bir eklemdir. Başka bir deyişle, vücut ile toprak arasındaki mesafenin değişmesine izin verir. Diz özellikle yer çekiminin etkisi altında aksiyal basınçla çalışır (sakintaekwondo.com, 2007).

Dizin bu fonksiyonu yerine getirmesinde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini yapabilmesi gerekir. Buna ek olarak uzunluğuna eksen etrafında dönmesi gibi sınırlı hareket serbestisi vardır ki bu sadece diz fleksiyondayken gerçekleşebilir (sakintaekwondo.com, 2007).

Diz mekanik görüş açısı bakımından, karşılıklı olarak iki özel ihtiyacı karşılamaya çalışan bir uzlaştırıcıdır. Bunlar;

1. Tam ekstansiyonda, vücut ağırlığı ve kaldıraç kolu uzunluğunun sebep olduğu sert streslere maruz kaldığı zaman dengeyi sağlamak.

2. Bir miktar fleksiyon hareketinin sonunda hareketliliği sağlamak
3. Diz problemi yüksek maharetli, mekanik düzenlemelerle çözer. Fakat eklem yüzeyinin hareket açısı bakımından sınırlı oluşu onu çıkıklar ve burkulmalara maruz bırakır (sakintaekwondo.com, 2007).

## 2.5 KASLAR

Kemik ve eklemler vücudun kaldıraçları olup, iskeleti oluştursalar da tek başlarına hareket etme yetenekleri yoktur. Halbuki hareket etmek vücudun temel fonksiyonudur. Uyarılabilen özellikteki kas hücrelerinin bir araya gelmesiyle oluşan kas dokusu ,uyarıları zar yüzeyleri boyunca iletebilme ve bu elektriksel değişiklik ile mekanik olarak kasılabilme ve boyunu kısaltma yeteneğine sahiptir (Powers, 2004).

Kasların kasılması ile; iskelet sisteminin hareketleri,kanın kalpten pompalanması,solunum ve sindirim gibi organik faaliyetler gerçekleşir.iskelet kasları özellikle egzersiz açısından da ayrı bir önem taşır. Çünkü bütün fiziksel iş ve spor aktiviteleri kaslar tarafından gerçekleştirilir (Powers, 2004).

Kasılma ve gevşeme yeteneğine sahip olan kaslar ( 400'ün üzerinde) insan vücudunun yaklaşık %40-%50 'ini oluştururlar. Organizmada 3 tür kas dokusu vardır. Bunlar sırasıyla; Düz Kaslar, Çizgili ( İskelet ) Kaslar, Kalp Kası olmak üzere sıralanır (Powers, 2004).

Kasların, Uyarılabilme, İletibilme ,Kasılabilme, Esnek olabilme, Visközite özelliği olmak üzere 5 özelliğinde bahsedilir. İskelet kasları bu özelliklerini yanı sıra bazı fonksiyonlara sahiptir ve bunların sayesinde hareket gerçekleşir. Bu temel fonksiyonlar (Powers, 2004);

- Hareketin meydana gelmesi
- Koruma
- Isı üretimi
- Mekanik iş yapabilme yeteneği
- Postürü sağlama olmak üzere sıralanır.

### 2.5.1 İSKELET KASLARININ YAPISI

İskelet kasları lif adı verilen kas hücrelerinin bir araya gelmesiyle ve bağ dokudan oluşur.Bu liflerin boyu 1mm-30cm ve çapları ise 1-100 mikron arasında değişkenlik gösterir (Günay, 2001). Her bir lifin üzeri endomisyum adı verilen bağ doku ile sarılmıştır. Belirli sayıda lifler bir araya gelerek (yaklaşık 100-150) fasikül ( kas lif demetlerini ) oluştururlar ve fasiküllerin etrafı yine derin fasyanın yaygın bir hali olan perimisyum adı verilen bağ dokusu ile sarılır. Kas lif demetlerinin bir araya gelmesiyle kas dokusu meydana gelir ve bu dokunun etrafını saran fibröz bağ dokusuna epimisyum adı verilir. Epimisyuma fasya adı da verilmektedir (Powers, 2004).

Kas liflerinin hemen altında sarkolemma adı verilen kas hücre zarı vardır.Bu zar kas hücrelerini çevrelemektedir. Kas hücre sinir sınırı olan sarkoplazmada organik ve inorganik bileşikler

bulunmaktadır. Mitokondria, sarkoplazmik retikulum, nükleus gibi hücre organelleri miyogloblin, ATP (Adenozin trifosfat), PC (Kreatin fosfat), yağ ve glikojen sarkoplazmada var olan materyallerdir. Kas lifleri sarkoplazma içinde asılı halde bulunan ortalama 1000 kadar myofibrillerden oluşmaktadırlar (Günay, 2001).

Myofibriller iskelet kasının kasılma mekanizmasında görev alan fonksiyonel birimlerdir. Mikroskop altında incelendiklerinde sarkomer adı verilen çok sayıda bölmelere ayrıldıkları görülür. Sarkomer kas hücresinin kasılabilir özellikteki en küçük birimidir. Sarkomeri oluşturan protein yapısındaki myoflamentler, ince ( aktin) ve kalın ( miyozin) olmak üzere iki türdür (Günay, 2001).

Sarkomeri oluşturan ince filament aktin, troponin ve tropomiyozin proteinlerinden oluşurken, kalın filament sadece miyozin molekülünden oluşur (Günay,2001).

Aktin filamenti 50- 70 amstrong (A), miyozin flamaenti 100- 150 amstrong (A) uzunluğundadır. Yani aktin daha küçük miyozin daha uzun yapılıdır. Aktin filamenti aktinde bulunan moleküllerin birbiri ardına sıralanması ile oluşur. Bir ince filament 300-400 aktin, 50 'şer tanede troponin ve tropomiyozin bulunur. Miyozin filamenti orta bölgelerinin dışında çapraz köprüler içerirler. Çapraz köprülerde ATP-az enzimi gibi görev göyerek ATP'yi parçalayarak enerji oluştururlar (Günay, 2001).

Kas hücresindeki myofibril ve dolayısıyla sarkomerde myoflamentlerin yerleşim düzeni ,iskelet kas hücrelerine çizgili görünüm verir. Sarkomerin her iki ucunda aktin filamentlerinin oluşturduğu bölgeye 'I' bandı adı verilir ve açık renkli görülür. A bandı ise aktin ve miyozin filamentlerinden oluşur ve koyu renklidir. A bandının ortasında ise sadece miyozin filamentlerinden oluşan H bandı yer alır. Aktin filamentlerinin oluşturduğu I bandı arasında ise Z çizgileri bulunur ve iki Z çizgisi arasındaki bölgeye sarkomer adı verilir ve sırasıyla I;A;I bantları bulunur (Günay, 2001).

## **2.5.2 KAS KASILMASI VE ENERJİ**

Kas dokuları biyokimyasal enerjiyi mekanik yani hareket enerjisine dönüştüren sistemdir. Kas kasılması için gerekli olan enerji miyozin ATP az enziminin etkisiyle ATP'nin yıkılması sonucu meydana gelir ATP'nin ADP ve inorganik fosfata dönüşmesiyle oluşan bu enerji miyozin ve aktin moleküllerinin birbiri üzerinde kaymasına ve kasın kışalmasına neden olur (Powers,2004).

Kasılma esnasında kas içinde ATP oluşumunda rol oynayan üç kaynak söz konusudur. Bu üç temel kaynak kullanım sırasına göre;

- 1- Fosfokreatin (PC)
- 2- Glikolizis (Glikojenin Anaerobik ortamda laktik asite kadar parçalanması)
- 3- Oksidatif fosforilasyon, olmak üzere sıralanır (Powers,2004).

## **2.5.3 KAS KASILMA ÇEŞİTLERİ**

### **2.5.3.1 İzometrik Kasılma**

Statik bir kasılmadır. Kasta herhangi bir boy değişimi olmaksızın, kasın geriliminde artış meydana gelen kasılmalardır. Ayakta dik durmamızı sağlayan antigravite kasları izometrik olarak kasılmaktadır. En çok gürė sporunda görülür (Günay, 2001).

### **2.5.3.2 İzotonik Kasılma**

Kasın boyunda bir değişimin olduğu ve geriliminin sabit kaldığı kasılmalara denir. Çoğu kez konsantrik kasılmalarla eş anlamlı kullanılırsa da konsantrik ve eksantrik kasılmalar şeklinde de sınıflandırılmaktadır. Kasılma ile bir hareket oluşur ve mekanik bir iş yapılmış olur (Günay, 2001).

### **2.5.3.3 Konsantrik Kasılma**

Kas kasılması sırasında kası gerilimi (tonüsü) sabit kalırken kasın boyu kısalır. Kasılma ile hareket gerçekleşir ve mekanik bir iş yapılır. Yükün bir yerden bir yere kaldırılması bununla sağlanır (Günay, 2001).

### **2.5.3.4 Ekzantrik Kasılma**

Kas kasılması sırasında gerilimi sabit kalırken, konsantrik kasılmanın aksine kasta uzama meydana gelir. Negatif bir iş yapılmış olur. Merdiven inme, kollarla bir ağırlığın indirilmesi bu kasılmaya bir örnektir. Dik duruştan vücudu yere doğru yavaş yavaş eğme esnasında soleus ve gastrocnemius kasları eksantrik kasılır (Günay, 2001).

### **2.5.3.5 İzokinetik Kasılma**

İzokinetik kasılma eş hareket anlamını taşır ve hareket eşit hızda sürdürülür. Örneğin, saniyede 300 ,240, 180 ya da 60 dairesel hareket yapılır. Hareket sabit hızda yapılır iken direnç ya da yük kasın o açıda üreteceği güce göre farklılık gösterir. Bu gibi hareketler laboratuvar şartlarında ancak izokinetik dinamometre gibi oldukça pahalı aletler ile gerçekleştirilir (Günay, 2001).

## **2.5.4 Kasların Grup Hareketleri**

Kaslar tek tek değil, grup halinde çalışırlar. Bu da 4 şekilde gerçekleşir (Günay, 2001).

**Agonist Grup Hareketi:** Kas yapılacak hareket için asıl üniteyi teşkil ederek o hareketi sağlar.

**Antagonizma Grup Hareketi:** Kas yapılacak hareketin tersi görev yapar. Örneğin, dirsek eklemi fleksiyonunda biceps brachii agonist, triceps brachii kası antagonist grup hareketi yapmaktadır.

**Sinersizma (sinergist) Grup Hareketi:** Kas yapılacak hareket için esas hareketi kısmen önleyecek, yani kısmen antogonite hareketi sağlar.

**Fiksasyon Grup Hareketi:** Yer çekimi etkisi olsun ya da olmasın hareketsizliği sağlayan grup hareketleridir. Stabilize edici rol oynar.

### 2.5.5 Kas Lif Tipleri

Kas lif tipleri histokimyasal ve biyokimyasal özelliklerine göre sınıflandırılmakla birlikte genellikle iki gruba ayrılır. Bunlar hızlı (FT) ve yavaş (ST) kasılan liflerdir. Bazı kaslar yavaş ya da hızlı liflerin ağırlıkta olduğu şekilde iken vücuttaki bir çok kas grubunda yavaş ve hızlı lifler eşit miktarda karışık olarak yer alır. İskelet kasının ilgili lif tipini içerme yüzdesi genetik, hormonların kan düzeyi ve kişilerin egzersize alışkanlıklarıyla değişkenlik gösterir. Pratik açıdan bakıldığında lif tiplerinin kompozisyonu iskelet kaslarının güç ve dayanıklılık performanslarında önemli rol oynar (Powers, 2004).

İskelet kaslarında değişik oranlarda hızlı ve yavaş kasılan lifler bulunur. Örneğin, gastrocnemius kasında FT liflerinin oranı baskındır ve bu lifler daha çok sıçrama tipinde hızlı ve güçlü asılma yeteneği kazandırır. Öte yanda soleus kasında ST lifleri daha çok olduğundan, bu kas daha çok uzun süreli (aerobik aktivitelerde) kullanılır. Ancak yine de iskelet kaslarının büyük çoğunluğunda yaklaşık eşit miktarlarda ST ve FT lifleri bulunur. Sadece bazı kaslar baskın olarak ST ve FT liflerinden meydana gelmişlerdir. Örneğin, gastrocnemius, biceps brachii ve deltoid kasında FT liflerinin oranı daha fazla iken, rektus femoris, soleus ve rektus abdominis kasları daha çok ST liflerini içerirler. Postür sağlayan soleus kasında %75- 90 civarında ST lifleri olduğu bilinmektedir. Bu yüzden bir kasın performans özelliği kasın FT ve ST lif oranına ve dolayısıyla liflerin biyolojik ve morfolojik özelliklerine bağlıdır. ST lifleri baskın olan bir kas aerobik, FT lifleri baskın olan bir kas ise anaerobik performansa daha uyumludur (Hoffman, 2002).

Hızlı ve yavaş kasılan lifler arasında bir takım temel farklar görülmektedir. Bu farklar şu şekilde açıklanabilir (Hoffman, 2002).

- FT liflerinin çapları iki kat daha geniştir.
- Enerjinin ATP-CP ve laktik asit sistemi ile üretildiği FT liflerinde anaerobik enzimler daha fazladır, böylece FT lifleri ile sağlanan maksimal güç ST 'den iki kat daha fazladır.
- ST lifleri dayanıklılık ve özellikle aerobik enerji üretimine uygundur. Mitokondri fazladır. Ayrıca myogloblin miktarı ve aerobik sistem enzimleri FT' ye göre oldukça fazladır.



- Kitleye oranla kapiller (kılcal) sayısı da ST liflerine yakın bölgelerde, FT liflere komşu olan kapiller sayısına oranla oldukça fazladır.

Kısaca, FT lifleri kısa zaman diliminde yüksek güç üretimi, ST lifleri ise daha uzun bir sürede bir kasılma derecesi ile dayanıklılığın temelini oluştururlar (Hoffman, 2002).

Farklı spor aktiviteler içerisinde bulunan sporcuları kas lif tiplerine göre karşılaştırsak yapılan spor türü ile ilgili olarak lif dağılımında farklılık olduğu ve bazı sporcularda ST veya FT'nin daha ağırlıklı olarak bulunduğu görülür. ST lifleri daha çok dayanıklılık, FT lifleri ise güç ve süratle ilgili aktivitelere uygunluk gösterir. FT liflerinin fazlalığı sürat ve kuvvete dayanan sporcularda avantaj sağlarken, ST liflerinin fazlalığı ise dayanıklılık açısından bir avantajdır. Örneğin, elit uzun mesafe koşucularının bacak kasları %80 ST içerirken spor yapmayanlarda bu oran %50, sprinterlerde %25, elit biskletçilerde %60- 65 civarındadır. Cinsiyet bakımından bu oran hemen hemen aynıdır. Ancak erkeklerde bu lifler daha uzundur (Hoffman, 2002).

### 2.5.6 Kas Kan Akımı Ve Egzersiz

Kaslar total vücut kütlesinin yüzde 30- 40 kadarını oluşturur. İstirahatta kasın metabolik aktivitesi düşüktür. Aynı şekilde kan akımı da ( total kanın % 15'i) 100 gr iskelet kasında dakikada 3- 4 ml kadardır. Fakat ağır egzersizlerde kas kan akımı 30- 40 katlık bir artışla 80- 90 ml' ye kadar çıkabilmektedir. Çünkü bu tür egzersizlerde metabolik aktivite yaklaşık 50 kat artış gösterir (Günay,2001).

Bazen kas kan akımı egzersiz başlarken ve hatta egzersiz başlamadan önce arttığı için bu artış muhtemelen sinirsel aracılıkla oluşan bir yanıttır. Egzersiz başladıktan sonra lokal mekanizmalar ile kas kan akımı sürdürülür. Egzersizde kasın kana olan ihtiyacındaki artış öncelikle kalp debisinin artışı ve kanın pasif dokulardan yönlendirilmesi ile oluşturulur. Yani çalışan kaslar dışında kalan diğer doku ve organlara gönderilen kan hacmi azaltılarak bu kan kaslara yönlendirilir.İstirahatte kanın %10-15 'ini alan kaslar egzersizde bu oranı %80-85 ' kadar çıkartabilirler (Günay, 2001).

Kasta kan akımı kasılmalar esnasında azalır, kasılmalar arasında artar. Devamlı tetanik kas kasılmaları ile kasta kan akımı azalmasının hatta durmasının nedeni, kasılma ile içinden geçen damarların sıkışmasıdır. Yani kaslar damarlara baskı uygularlar (Günay, 2001).

**Egzersiz Sırasında Kas Kapillerinin Açılması:** İstirahat durumunda kas kapillerinin ancak % 20-25'i açıktır.İstirahatte 1mm de 5 olan kapiller sayısı aktivite ile 190'a kadar çıkmakta ve böylece prekapiler sfinkterlerin açılmasıyla dolaşıma açılan kapiller sayısı 20-50 kat arttırılarak, egzersizde kasın kan akımına olan ihtiyacı karşılanır. Artan kan akımının büyük çoğunluğu yeni açılan bu kapillerle sağlanılmaktadır (Günay, 2001).

### 2.5.7 Egzersizin Kasa Olumsuz Etkisi

Egzersiz müteakiben kasta ağrı meydana gelmesi kası tümüyle egzersizden zarar görmesine bağlıdır. Kas ağrıları ile ilgili 3 hipotez söz konudur (Powers, 2004).

Kasın kontraktil ve elastik dolularında yüksek gerilime bağlı olarak yapısal zararlar.

Yaralanan fibrillerde kalsiyum ( $Ca^{++}$ ) hemoostazinin sağlanmaya çalışılması ve hücresel nekrozun oluşunu ile hücre zararın zarar görmesi, intrasellüler aktivite ve makrofaj aktiviteden dolayı serbest sinir uçlarının uyarılmasıdır (Powers, 2004).

Kasta hasarlar kas fibrillerinin farklı bölümlerinde meydana gelebilir. Mitokondrial, myofibriller, T tübüller, Z çizgileri, yapısal bağlarda, sarkolemma vb. Ayrıca ağır egzersizlerde kanda laktat dehidrogenaz ve kreatin kinaz gibi enzimlerin yoğunluğunun artışıda kas ağrılarına neden olabilir (Powers, 2004).

### **Kas hasarları;**

1-Dokunun yırtılması

2- Isı artışı

3- pH dūřuřu

4-Laktat gibi metabolitlerin birikimi

5- Süperoksit anyon radikallerinin ve hidrojen peroksitin artışına bağlıdır (Günay, 2001).

Kasın fiziksel olarak yırtılması ile ortaya çıkan ağrı daha çok eksantrik kasılmalarda görülür. Kasın yırtılması ise daha çok kasılırken boyunun muayyen bir derecede uzatılmasına bağlıdır. Kas ağrıları da daha çok eksantrik kasılmalarda görülür (Günay, 2001).

Kas ısısının 39 dereceyi geçtiği durumlarda da kasta mitokondrial hasarlar meydana gelmektedir. pH dūřuřu ise kasın metabolik içeriğini ve kontraktil bölümlerini olumsuz etkileyerek yorgunluğun ve kas ağrılarının oluşumuna neden olur (Günay, 2001).

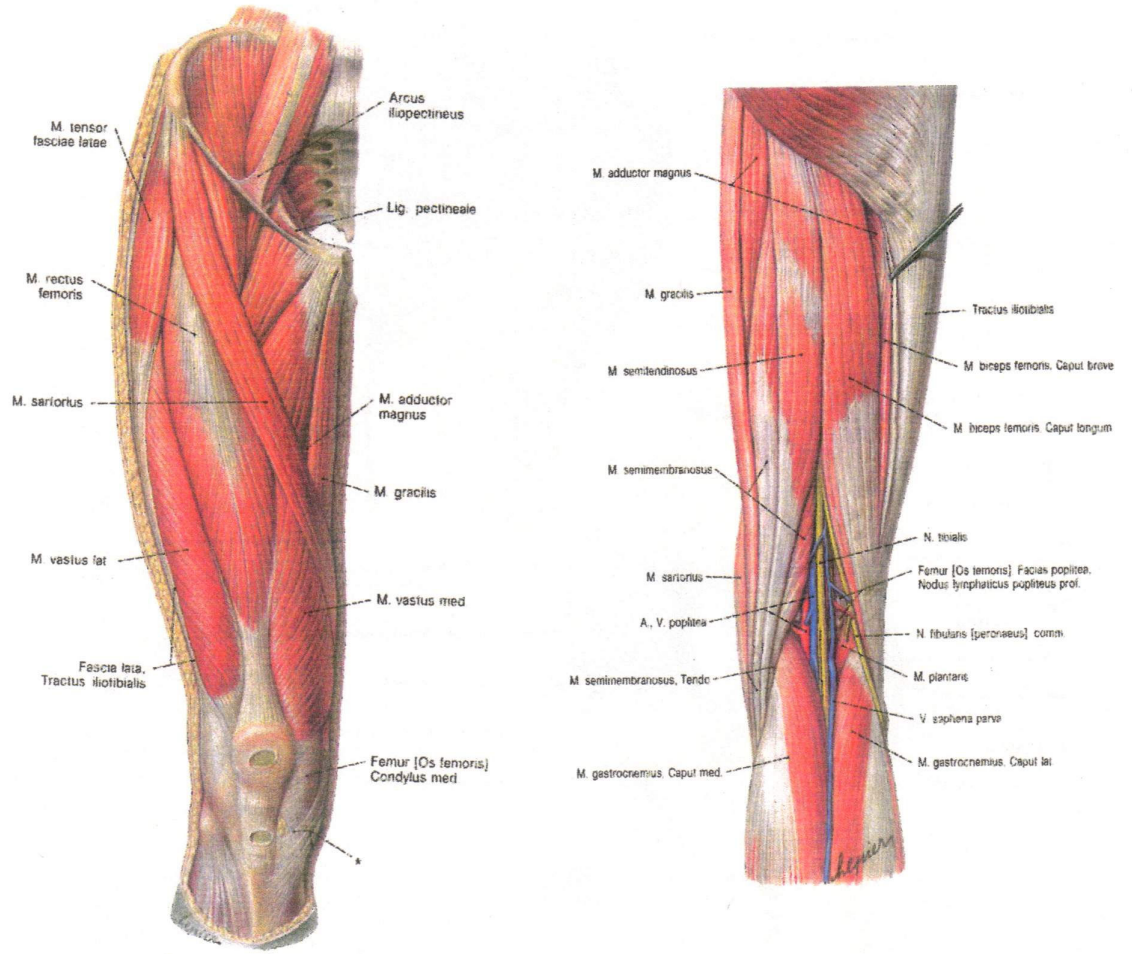
Laktik asitin belirli bir yoğunluđu ařması ve pH 'ı dūřürmesi de mitokondrialara zarar verir. Laktik asit ve diđer metabolitlerin birikimi iskelet kaslarında ve myokardiumda ATP üretimi kapasitelerini olumsuz etkilemektedir (Günay, 2001).

Egzersizde serbest radikallerin oluşumu kas dokusuna zarar verir. Maksimal egzersizlerde süperoksit anyon radikaller ( $O_2$ ) ve hidrojen peroksitin ( $H_2O_2$ ) oldukça arttığı ve bunların dokuda lipit peroksidasyonuna, enzimlerin inaktivasyonuna, hücre zarı bozukluklarına ve DNA 'da değişikliklere neden olduğu görülmektedir (Günay, 2001).

## **2.6 BİSİKLET PERFORMANSI BELİRLEYEN KASLAR**

### **2.6.1 Bacak Kasları**

Bu kaslar bisiklette birincil derecede çalışırlar. Kalça ekstansörleri ve daha önemlisi diz ekstansörleri ve ayak bileği fleksörleri, pedalı aşağıya indirir. Pedalın yukarıya kaldırılması ise, biraz önce sözünü ettiğimiz kasları antagonistleri, yani kalça ve diz fleksörleri ile ayak bileği ekstansörleri tarafından gerçekleştirilir (Weineck, 2002).



**Resim 3:** Uyluk kaslarının ön ve arkadan görünümü(Sobotto, 1990)

**Gastrocnemius Kası:** Bu kas, çoğunlukla FT liflerinden oluşur, öncelikle seri ve güçlü harekette kullanılır. Gastrocnemius kası belirgin bir şekilde ayağın plantar fleksiyonuna katılır. Böylece koşma ve atlamada yardımcı olur. Topuğu yerden hızlı bir şekilde yükseltir ve ayak bileği ekleminde “ itme” hareketine yardımcı olur. Bir supinatör olarak rol oynamasının dışında , bu biartiküler kas ayrıca diz ekleminde fleksiyon yaptırır (salınan bacak). Bu kasın biartiküler hareketinde, özellikle atlama gibi birçok sportif etkinlikte önemli bir mekanizma işler. Ayak bileğinde fleksiyon ve dizde ekstansiyon, yürüme, koşma ve atlama esastır. Bu kasın daima ara bir pozisyonda olması gereklidir. Sprinter ve atlayıcıdaki planter fleksiyon ancak diz tam ekstansiyondayken ve bu kas da zaten gerilmiş durumdayken oluşur; diz tam ekstansiyonda değilse ve bu yüzden de kasın kasılabilirliği azalmışsa, plantar fleksiyon oluşmaz. Kayak antrenmanında uygulanan standart egzersizlerin birinde, kasın bu önceden gerilmiş durumda olmasının önemi açığa çıkar. Bu egzersizde, çömelleme pozisyonundaki yürüyüşü plantar fleksiyondaki ayakla yapmak güçtür. Çünkü fleksiyon pozisyonundaki diz, gastrocnemius kasının gerilmesini önler (Weinek, 1997)

## 2.6.2 Kol Kasları

Normal bisiklete binmede kolun ekstansörleri, bisikleti yönlendirmeyi ve gövdenin en uygun pozisyonunu sürdürebilmesini sağlar. Kısa süreli ataklarda, kolun depresör ve fleksörleri önem kazanır (Weineck, 2002).

### **2.6.3 Gövde Kasları**

Kolların destek görevini bacaklara geçirmek için, iyi kondisyon kazanmış karın ve sırt kasları gereklidir (Weineck, 2002).

## **2.7 BİSİKLET YARALANMALARI**

Bisiklet kullanımı sırasında alt ekstremite, devamlı pedal basarak düzenli ve sınırlı hareket aralığında hareket eder. Bunun sonucunda da aşırı eklem hareketiyle ligament zorlanmaları, spesifik hareket sırasında aşırı iskelet yüklenmesiyle kırık yarıkları, tekrarlayan mikrodarbelerle yorgunluk kırıkları oluşabilir. Ancak sakatlıkların daha sık olanı aşırı kullanıma bağlı travmatik olmayan zedelenmelerdir. Bunlarda spesifik dokularda tekrarlayan aşırı yüklenmeye bağlı ağrı olur. Diz eklemi bisikletçilerde aşırı kullanıma bağlı zedelenmelerin en sık görüldüğü bölgedir. Aşırı yüklenmeli antrenman yöntemleri, sabitlenmeyen pedal kullanımı, bisikletçiyle bisikletin geometrisinde uygunsuz kullanım bu zedelenmelerin sıklığını artırmaktadır. Sakatlıklarda sıklık sırasıyla önde patellada ağrı, patellar tendinit, iç tarafta medial plika, retinakulum kalınlaşması, dış tarafta iliotibial bant sendromu görülür. Her düzeydeki bisiklet yarışçılarında aşırı kullanım sakatlığı olabilir. Elit bisikletçilerde bu tür diz sakatlıklarının büyük bir yüzdesi çok yol yapma, çok tepe çıkma, sezon başında geniş vites aralığı kullanma gibi antrenman hatalarına bağlıdır. Diğer bir dizde sık sakatlanma nedeni bisikletçilerin oturma yeri, kollar vs. gibi bisiklet parçalarının yerleşimlerinin ayarlarını yanlış yapmalarıdır (Broker, 2007).

Tur bisikletçilerinde aşırı kullanıma bağlı sakatlıkların çoğu genellikle uzun ve yaygın olan yıllık tur sonrasında görülmektedir. En sık patellada ağrı ve iliotibial band sendromu görülür. Rekreatif bisikletçilerde aşırı kullanıma bağlı sakatlıklar az görüldüğü için özellikleri ve nedenleri daha az bilinmektedir. Ancak bunlarda sakatlığın nedenleri olarak bisikletçinin yaptığı kilometre ve antrenmanın yoğunluğunun artması ve bisiklet ayarlarının uygun olmaması varsayılabilir (Broker, 2007).

Dizdeki aşırı kullanım sakatlıklarının biomekaniklerçe incelenmesinde şikayeti olan bisikletçilerde diz hareketinin pedal basma sırasında nonlinear olduğu, dizin içe ya da dışa doğru

hareket ettiği , bazen bisikletçilerin dizini bisiklete sürttüğü bile gözlenmiştir. Bu gözlemlerin sonucunda tibianın iç rotasyonu, dizin valgus yani dışa açılması sakatlık nedeni olarak yorumlanmıştır. Bazı bisikletçilerde dizin lineer hareketini sağlayan atellerle ağrının düzeldiği gözlenmiştir. Daha detaylı incelemelerde hareket sırasında pedalin etkisi neden olarak gözlenmiştir. Hareket sırasında pedal aşağı inerken daha fazla yük binmekte ve bu sırada yük içe doğru hareket etmektedir. Pedal yukarı çıkarken yüklenme dışa doğrudur ancak bunun kuvveti daha azdır. Pedaldeki içe yönlene kuvvet dizde rotasyonel yüklenmeye yol açmaktadır. Pedalin yüzeyinin hareketli olmasıyla bu etkinin azaldığı ve aşırı kullanıma ait sakatlanmanın azaldığı gözlenmiştir (Broker, 2007).

Bisiklet sporunun ( rekreasyonel, tur ya da yarış) sağlığa yararları arasında kolesterol düzeyinin azalması, yüksek dansiteli lipoprotein oranının artması, pıhtılaşmaya bağlı kalp krizi ve inme riskinin azalması, hipertansiyona bağlı hastalık ihtimalinin azalması, hipertansiyonu düzeltmede ilaç gibi etkili olması, şişmanlığı azaltarak diyabet ihtimalini azaltması sayılabilir. Bisiklet sporunun spor olarak sağlık açısından yürüyüşten daha yararlı olduğu gösterilmiştir (Kevin et al., 2003).

Bisiklete bağlı yaralanma ve sakatlıklar risk taşımaktadır. Avusturalya daki bir çalışmada eş sürede spor üzerinden değerlendirildiğinde Amerikan futbolunun 38, squashın 26, basketbolun 22, futbolun 12 kat daha fazla tehlikeli olduğu saptanmıştır. Ayrıca bisiklet sakatlıkları daha hafiftir. Ciddi yaralanma ve sakatlıkların en önemli nedeni ise motorlu taşıtlarla olan kazalardır. Bu risk 18 yaş altında, erkeklerde, ana yolların kullanılmasında, kask kullanılmamasında artmaktadır (Kevin et al., 2003).

Rekreasyonel ağırlıklı olmak üzere bisikletçilerdeki kaza ,yaralanma ve sakatlıklar için risk faktörleri (Kevin et al., 2003);

- Erkek
- 9- 14 yaş arası
- Kask taşımaması
- Öğleden sonra geç saat ve akşam üstü olması
- Yaz sezonu
- Çevrenin güvenli olmaması
- Dağ bisikletinin yarış ortamında kullanılması
- Motorlu taşıtla çarpışma
- Bisikletçinin ruhsal sorunlarının olması
- Ailevi sorunların olması
- Bisikletçinin ilaç, alkol alımı

Bisikletçilerde bel ve boyun ağrısı sıktır. Bunun nedeni bisiklete binildiğinde boyun hiperekstansiyonda, ve bel fleksiyondadır. Bunu azaltmanın yolu handlebara daha yakın olmak, oturma yerinin ucunu 10- 15 derece yukarı çevirmek, düzenli olarak el ve kolun handlebardaki yerini değiştirmek, dirseği hafif fleksiyonda tutmaktır. El bileğinin pozisyonu, handlebara uzun süreli baskı elde nöropatilere yol açabilir (Kevin et al ., 2003).

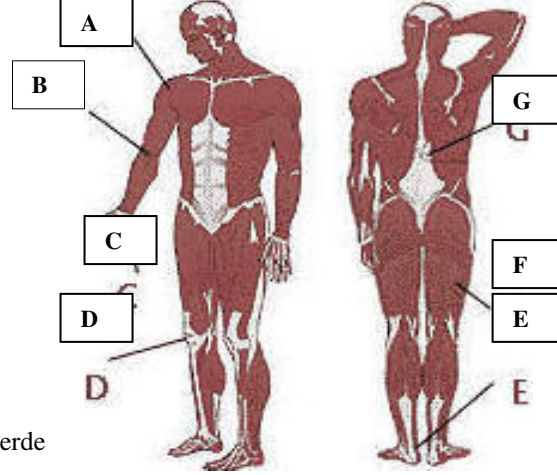
Uzun süreli bisiklete binenlerde özellikle yeni başlayanlarda iskiyal tuberositede basınç uygulanması sonucunda da ciltte lezyona, bazen de uzun sürerse derinde fibröz kitle oluşmasına yol açabilir. Bu yan etkileri azaltmak için destekli şort, daha yumuşak oturma yeri kullanılmalıdır. Sıkı şort, terleme ve ciltte sıyrıkların bir arada olması foliküliteye yol açabilir (Kevin et al., 2003).

Erkeklerde pudental sinirin dorsal dalına ve cavernous sinire bisiklet selesi ile simfizis pubis arasında olan baskı penis ve skrotumda his kaybı, uyuşma ve nadiren de impotansa yol açabilir. Travmatik üretrit ve hafif disüri de rapor edilmiştir. Kadınlarda da nadiren vulva laserasyon ve abrazyonları olmaktadır. Kalça ağrısı ise sıklıkla fasiya latanın trokanter majora tekrarlayan sürtünmeleri sonucu gelişen trokanterik bursitis ve iliopsoas tendinitise bağlıdır. Bunlarda tıbbi tedavinin yanı sıra seleyi hafif alçaltmanın sorunu çözüme katkısı olur. Ayak ağrıları metatarsaljiye, plantar fasitisi ve aşil tendinitine bağlıdır. Matatarsalji için ayakkabının pozisyonunun düzeltilmesi için yumuşatılması gerekir (Kevin et al., 2003).

İliotibial band sendromu iliotal bandı lateral femoral kondile sürtünmesi sonucu ortaya çıkan bir sakatlanmadır. Diz ekstansiyonda iken iliotal band lateral femoral kon dilin önünde yer alır. Otuz derece fleksiyonda ise kondilin üstünde ya da arkasında yer alır. İliotal bandın özellikle posterior liflerinin sürtünmeye daha fazla maruz kalan kısmına impingement zonu denir. Buradaki friksiyon dercesi uygulanan kuvvetle artar. Glutes maksimus ve tensor fasiya lata tarafından desteklenen iliotal bandın friksiyonu kastaki gerilimin artmasıyla paralel artış gösterir. Bisiklet selesinin aşırı yüksek olması, ayağın pedalde uygun yerleştirilmemesi, sert klipsiz pedal kullanımı, antrenman stil değişiklikleri, ani olarak kilometrede, tepe çıkmalarında ve antrenman sürelerinde artış iliotal band sendromuna yol açmakla birlikte bu aşırı kullanım sakatlığının temel nedeninin tekrarlayan sürtünme olduğu gösterilmiştir (Farell et al., 2003).

Bisikletçilerde maksimal sprintde bacak kaslarında T2 değişikliği ölçülerek yapılan çalışmada kuadriseps, hamstring ve adduktor kaslarla korelasyon olup vastus medialis ve intermediusun anahtar rol oynadığı gösterilmiştir (Akima et al., 2005). Bisikletçilerde egzersiz tipi, kas tipi, solunum alışkanlığı, laktat birikim ve maksimum laktat düzeyi, maksimal oksijen kullanımı gibi çok sayıda değişkenle performans artırımı ve araştırma yöntemlerinin oluşturulması tanımlanmıştır. Hatta genel spor konseptleri tamamen bisiklete uygulandığında hatalar oluşmaktadır (Faria et al. 2005 ).

Profesyonel bisikletçilerde antrenmanlar sonrası fosfor MRS ile yapılan değerlendirmede sedanterlere oranla PCr konsantrasyonunun arttığı pH değerinin ise aynı olduğu görülmüştür. Ancak pH değerinin normale dönüşünün bisikletçilerde çok daha hızlı olduğu saptanmıştır. PCr değerinin geri dönüşünde ise iki grup arasında fark saptanmamıştır. Çalışmanın verilerine göre bisikletçilerdeki yüksek aerobik kapasite özel egzersiz tiplerinden sonra pH düzelme kapasitesinin yüksek olmasına bağlanmıştır (Hug et al., 2005).



**Resim 4** :Bisikletçilerde

görüldüğü bölgeler (bicyclemania.co.uk, 2007)

sakatlıkların sıklıkla

**A:** Omuz tendonu inflamasyonu

**B:** Tenicçi dirseği

**C:** Bilek tendonu inflamasyonu

**D:** Diz kıkırdak lezyonu

**E:** Aşil tendon yırtığı ve inflamasyonu

**F:** Kas lif yırtığı

**G:** Sırt ağrısı (kaslarda ve ligamentlerdeki lezyona bağlı olarak)

## 2.8 MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME ve DİZİN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEMESİ

Manyetik Rezonans Görüntüleme manyetik alan içerisinde radyo frekans dalgaları ile vücuttaki serbest protonların magnetizasyonunda değişiklik yaratıp dokuların buna verdikleri yanıtlardan oluşan farklılıkları sinyal halinde görüntüye çevrildiği bir yöntemdir. Radyasyon içermeyen bu yöntemde dokular değerlendirilirken tek parametre değil birden çok parametre kullanılır. Radyofrekans dalgasının gönderilme süresi olan repetisyon zamanı ( TR) ve radyofrekans pulsunun kapatıldıktan sonra dinleme zamanı ( TE) sürelerine bağlı olarak T1, T2 ve Proton yoğunluğu ağırlıklı sekanslar oluşturulur. T1 de TR ve TE kısa, T2 de TR ve TE uzun, Proton yoğunluğunda ise TR uzun TE kısadır. Bunlar üç temel sekans olup radyofrekans pulsunun açısına, magnetizasyonda yapılan modifikasyonlara, bilgisayarda görüntü matriksinin modifikasyonlarına ve daha başka modifikasyonlara bağlı olarak onlarca değişik sekans elde edilmektedir. Ancak görüntülerdeki temel özellikler yukarıdaki üç sekans çerçevesindedir (Lee et al. 1998).

MR cihazlarının manyetik alan gücü Tesla ile belirtilmektedir. Klinik görüntülemelerde kullanılan cihazların manyetik alan gücü 0.2 Tesla ile 3 Tesla arasında değişmektedir. Araştırmalarda kullanılan 7 hatta 9 Tesla güce sahip cihazlar mevcut olmakla birlikte bunlar normal hasta ya da sporcu vücudu görüntülemelerde şimdilik kullanılmamaktadır. İncelenen kişinin vücudu ya da ekstremitelerinin girdiği alanın özelliklerine göre açık ya da kapalı tipte magnetler mevcuttur. Açık tipteki magnetlerin hemen hepsinde iki tabaka arasında hastanın yanları açık kalır. Bunlar özellikle kapalı alan korkusu olanlarda, çok şişmanlarda ya da çekim sırasında hastaya yönelik bazı girişimlerin yapılacağı hastalarda avantajlıdır. Ancak bu tipteki magnetlerde cihazın manyetik alan gücü düşüktür, bu nedenle de görüntü kalite ve hızında problemler olmaktadır. Kapalı tipte magnet olan cihazlarda hasta tünelin içine girer. Zamanla bu tünellerin çapı artmış, boyu kısalmıştır, ancak halen kapalı alan sıkıntısı yaratabilmektedir. Bunlar genellikle yüksek manyetik alan gücüne sahip cihazlar oldukları için hızlı ve görüntüler daha kalitelidir (Lee et al. 1998).

Görüntü oluşumu sırasında incelenen organ ve dokunun büyüklük ve yerine göre sinyali toplayan sargılar kullanılmaktadır. Diz incelemesi sırasında çok kanallı sargılar ya da diz bölgesini kapsayacak boyutta dörtgen tipi sargılar kullanılmaktadır.

Tetkikler sırasında hasta güvenliği açısından kalp pili olan hastalar ve bazı nadir görülen ya da uygulanan tipte tedaviler sonrası hastalar MR odasına alınıp çekim yapılamaz. Odaya manyetik alandan etkilenen sabit olmayan metal ya da metal içerikli maddeler sokulmaz. Aksi halde bunlar hızla magnetin ortasına doğru cihazın gücüne bağlı çekilip güvenlik sorunu yaratabilirler (Lee et al. 1998).

MR sekanslarından T1 ağırlıklı görüntüler normal anatomik yapıyı göstermek açısından avantajlı olup yağ yüksek sinyalli, su düşük sinyalli ve dokular ise ara sinyal gösterirler.. T2 ağırlıklı görüntülerde ise su hiperintens yani beyaz görülür. Patolojik dokular da serbest su protonlarının artması nedeniyle genellikle bu sekansda hiperintens görülürler. Dokunun serbest proton yoğunluğuna bağlı olarak proton yoğunluğu sekansında dokuların sinyali değişkenlik gösterir. Ayrıca kanamanın evresi, melanin, proteinöz içerik vs bağlı olarak dokular çeşitli sekanslarda farklı sinyal sergilemektedir (Lee et al. 1998).

Diffüzyon MR 1 göreceli olarak daha yeni bir sekans olup 3 temel sekans farklı temele sahiptir. Bunda serbest su protonlarının mikro düzeyde manyetik alan içinde yaptığı rastgele hareketlerin seviyesindeki değişiklikler ölçülür. Dokunun diffüzyon değeri intrasellüler su miktarı, ekstrasellüler su miktarı, bunların oranı, dokunun sıklığı, hücrelerin oriyantasyonuna bağlı değişkenlik gösterir. Bu değerleri ölçerken incelenen bölge ya da dokuya ilave bir özel MR pulsu daha gönderilir (Lee et al. 1998).

Klinikte kullanılan MR spektroskopisi ( MRS) incelemesi ise 1.5 Tesla ve daha yüksek manyetik alan gücüne sahip cihazlarda uygulanabilen bir yöntemdir. Dokuların içerdiği metabolitlerin manyetik alan içinde rezonans (titreşim) gösterdiği frekanslarda oluşturulan piklerin incelenmesiyle metabolit varlığı ve düzeyi, diğer metabolitlerle oranının değerlendirildiği bir yöntemdir. Çok eskiden beri bilinip kullanılmakla birlikte görüntüleme MR cihazlarında kullanımı kısmen yenidir (Lee et al. 1998).



### **2.8.1 Diz MR incelemesinin sık kullanıldığı hastalıklar:**

Diz eklemi kemik, kıkırdak, bağlar, menisküs, sinovyum, sıvı ve diğer yumuşak dokuları içeren bir anatomik yapı olduğu için bunların her birini değerlendirmek amacıyla kullanılabilir. Romatizmal ve dejeneratif hastalıklarda yukarıdaki anatomik yapılarda olan değişikliklerin incelenmesi amacıyla sık kullanılır.( Ramnath, 2006, Niitsu and İkeda, 2003, Oei et al. 2003).

Sporcularda travma ve sakatlıklar sonrası olabilecek değişiklikleri değerlendirmek amacıyla da sık kullanılmaktadır. Menisküs yırtığı, dejenerasyonu, bağ yırtıkları, kıkırdak zedelenmesi, eklemden sıvı toplanması, kemik kırığı, mikrokırıklar, kas zedelenmesi, yırtığı, kanama incelenebilir( Carrino and Schweitzer ,2002, Pfirrmann et al. 2002).

Menisküs yırtığında T2 ve proton yoğunluğu sekansında eklem yüzeyine uzanan lineer sinyal artışı ya da menisküste ayrışma görülür. Dejenerasyonda ise şekil bozukluğu ve eklem yüzeyine uzanmayan sinyal artışı olur. Bağ yırtık ve zedelenmelerinde anatomik yapının devamlılığında bozulma, anatomik yapıda kalınlaşma, konturlarında bozulma, erken dönemde T2 ağırlıklı görüntüde sinyal artışı görülür. Kıkırdak zedelenmelerinde ise kıkırdak bütünlüğü kaybolabilir, inceleyebilir, proton yoğunluğu sekansında sinyal artışı görülür. Sıvı toplandığında bu kist şeklinde ya da serbest sıvının artışı şeklinde olur ve bu kanamalar dışında T2 ağırlıklı görüntüde sinyal artışı yani hiperintens izlenir. Kırıklarda tüm sekanslarda sinyalsiz izlenen kortikal kemik devamlılığı bozulur. Yağ içeren medüller kemik iliğinde ise T1 ağırlıklı görüntülerde lineer sinyal azalması izlenir. Mikrokırıklarda ise T2 ağırlıklı görüntülerde özellikle kemik iliğinin yağı baskılandığında intensite artışı görülür. Kas zedelenmesinde ise zedelenmenin şiddetine göre kasın şeklinde bozulma, T2 ağırlıklı görüntüde sinyal artışı, zedelenen bölgede şişlik oluşur. Kanamalar evresine göre farklı sinyal sergilemekle birlikte genellikle T1 de sinyal azalması ve T2 de sinyal artışı sergiler. Ancak erken evrede T1 de sinyal artışı ve T2 de sinyal azalması da görülür (Carrino and Schweitzer , 2002, Pfirrmann et al. 2002).

### **3.MATERYAL VE METOD**

### **3. 1 Araştırma Grubu**

Çalışmaya 10 ( yaş ortalaması= 21) bisikletçi ve 11 sedanter (yaş ortalaması= 25) dahil edildi. Sporcular egzersizden önce diz MR incelemesine alındı. Daha sonra egzersiz protokolu ile bisiklette yüklenme yapıldı. Sporcuların nabızları submaksimal yüklenme ve başlangıçta ölçüldü. Egzersizden hemen sonra tekrar MR incelemesi yapıldı.

Çalışmaya başlamadan önce Kocaeli Üniversitesi İnsan araştırmaları etik kurulundan onay alındı. Aydınlatılmış onam formu katılımcılara imzalatıldı.

### **3. 2 Ölçüm Protokolleri**

#### **3.2.1 Bisiklet egzersizi protokolü**

Bisikletçiler çalışmada Colnago marka, titanyum kadro, alüminyum ön ve arka jantlar, direksiyon ve sele borusu, durccel marka vites ve fren aksamı, continental açma lastikten oluşan bisiklet kullandılar. Makara olarak da T1025 ecotrack kullanıldı. Sedanterler ise T1400 Cyletrack Speedbraker marka ve model makara-sabit bisiklet kullandılar.

Bisikletçiler yaklaşık 10 dakika ısınma sonrasında 10 dk submaksimal yüklenme uyguladılar. Isınma sırasında küçük kayna 42 ve vites 19- 17 tutuldu, yüklenme sırasında büyük kayna 53 ve vites 17 den 11' e kadar birer dakika ara ile düşürülüp son 4 dakika da 11 de tutuldu. Pedal devri 85- 90 arası tutuldu.

Sedanterlerde ise 5 kademeli sabit bisikletde kademe 17 den 11' e kadar düşürüldü. Yaklaşık 10 dakika ısınma sonrasında 10 dakika submaksimal yüklenme uyguladılar. Egzersiz süresi bunlarda da 20 dakika sürdü.

#### **3.2.2 MR inceleme protokolü**

MR incelemeleri 1.5 Tesla Philips İntera Master cihazı ile yapıldı. İnceleme sırasında diz sargısı kullanıldı. İncelemede sagittal 180 mm FOV, 3 mm kesit kalınlığı, 256x 256 matriks, TR/TE 1000/ 40 ve 100 msn Proton yoğunluklu ve T2-ağırlıklı sekans , sagittal single shot turbo spin echo özelliklerde difüzyon ağırlıklı ( b=0 ve b=1000) sekanslar alındı. Daha sonra sagittal imajlarda görüntülenen gastrokinemius kasından single voksel MR spektroskopisi sekansları alındı. Spektroskopisi sekansının özellikleri PRESS TE=136, 128x 256 matriks ve voksel boyutu 1.5 cm alındı. Egzersizden hemen sonra yapılan incelemede ise metabolit düzeyinde olabilecek değişimlerin belirlenmesi amacıyla incelemeye MR spektroskopisi ile başlandı. İnceleme süresi ise 2 dk 15 sn konvansiyonel

sekans, difüzyon için 31-40 sn, spektroskopi için 4dk 56 sn ve sekansların hazırlık süreleri ile birlikte ortalama 20 dakika sürüyordu. Çekimler egzersizden sonra bir o kadar daha zaman aldı. Diffüzyon ağırlıklı görüntülerden ADC değerlerinin ölçülmesine çalışıldı ancak arka plandaki düşük sinyal nedeniyle ölçülemedi. Bunun üzerine b=1000 değerlerindeki sinyal intensiteleri ölçüldü. Menisküs ölçümlerinde medial menisküs posterior boynuz lokalizasyonu seçildi. Gastrokinemiustan yapılan ölçüm ise MR spektroskopi ile aynı yerden alınmaya çalışıldı. Quadriseps kası, gastrokinemius kası, medial meniskus posterior boynuzu ve femur epifiz sinyal intensiteleri T2 ağırlıklı görüntülerde ölçülüp femur metafiz meduller kemik sinyal intensitesi ile oranlandı. MR spektroskopi incelemesi ise Single voksel görüntünün konsolda proses edilip iş istasyonunda kağıda basılması ve bilgisayara kaydedilmesi ile sürdürüldü.

Görsel olarak egzersiz önce ve sonrasında her iki grupta MR görüntülerinde sinyal değişikliği olup olmadığı, eklemde sıvı olup olmadığı, menisküste patoloji olup olmadığı ya da sporcularda eklem patolojisi olup olmadığı değerlendirildi. Egzersiz öncesi ve sonrası eklem içi sıvı miktarı görsel değerlendirildi ve üçlü skala da gruplandırıldı (0: sıvı yok, 1: minimal sıvı artışı, 2: belirgin sıvı artışı).

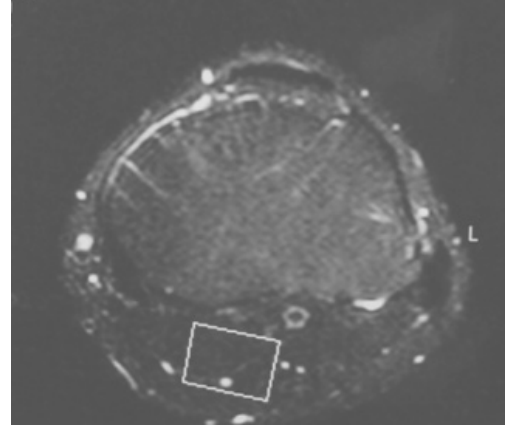
Kantitatif değerlendirme amacıyla görüntüler iş istasyonuna aktarıldı ve egzersiz öncesi ve sonrası sagittal T2 ve PD ağırlıklı görüntüler üzerinde medial menisküsün posterior boynuzunun quadriceps ve gastrokinemius kasının , femur epifiz ve femur metafiz meduller kemik sinyal intensitesi, b= 0 ve 1000 değerlikli diffüzyon ağırlıklı imajlarda medial enisküs posterior boynuzunun, Gastrokinemius ve Quadriceps kasının sinyal intensite değerleri ölçüldü. TE 136 MRS' de ise trimetil amonyum referans noktası kabul edilerek kreatin / tma ve lipid/su değerleri hesaplandı. Hem sporcu hem de kontrol grubunda laktat piki geniş lipid spektrumu içerisinde kaldığından hesaplanamadı.

Kontrol grubu olarak yaş ortalaması 25 olan 11 gönüllü sedanter alındı. Bunlara sporcularla aynı MR protokolü uygulandı. Bisiklet egzersizleri ise kalp hızı maksimale çıkıncaya kadar ya da sedanterin maksimal yüklenmeye ulaştığını bildirmesi ile sonlandırıldı.

MR görüntülerde gastrokinemius kasından ölçümlerin nasıl yapıldığı Resim 5a ve b de, T2 ağırlıklı görüntülerde ölçüm Resim 6 a, b, c, d de örnek olarak gösterildi.



**Resim 5a: Gastrokinemius kasında sagittal MRS görüntüsünde MR spektroskopisi için kursorün yerleştirilmesi örneği**



**Resim 5b: Gastrokinemius kasi için aksiyal kesitte kursorün yerleştirilmesi örneği**



**Resim 6a: Medial menisküs posterior boynuzuna diffüzyon ve T2 ağırlıklı seride sinyal ölçümü için kursorün yerleştirilmesi örneği**



**Resim 6b: Femur epifizinden ölçüm için kursor yerleştirilmesi örneği**



**Resim 6c: Gasrokinemius kasından ölçüm için kursör yerleştirilmesi örneği**

**Resim 6d: Kuadriceps kasından ölçüm için kursör yerleştirilmesi örneği**



**Resim 6e: Femur metafiz meduller kemikten ölçüm örneği**  
**3.3 İstatistik analiz**

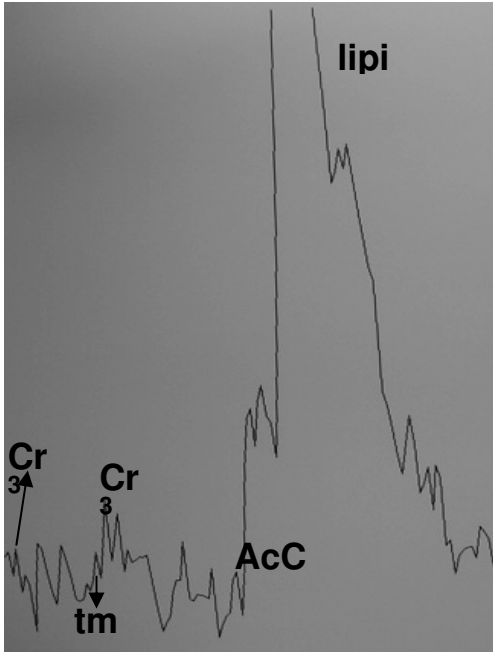
Tüm sayısal değerlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov- Smirnov testi ile analiz edildi. Sayısal veriler normal dağılıma uymadığından aynı gruptaki egzersiz öncesi ve sonrası değerler ve gruplar arasındaki fark Mann Whitney U testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlendi. Tüm istatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for Social Science) paket programı ile yapıldı.

#### 4. BULGULAR

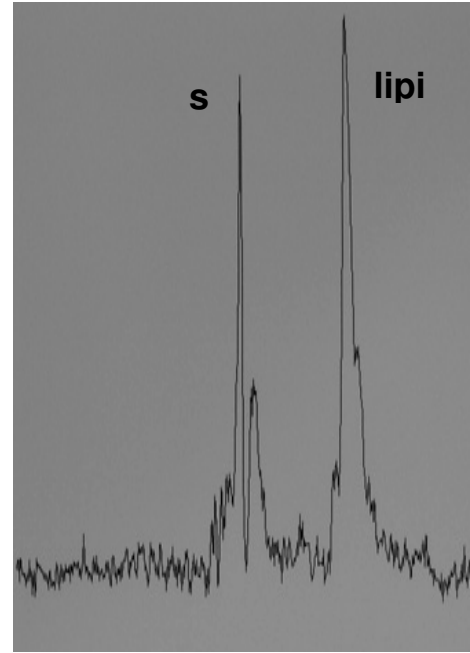
MRS incelemesinde 10 bisikletçiden ikisinde spektrumlar değerlendirilebilecek şekilde olmayıp spektroskopik incelemeden çıkarıldı. Kalan 8 bisikletçiyle 11 sedanterden oluşan kontrol grubunun spektroskopik bulguları Tablo 1 de gösterildi. Sporcularda lipid / su ortalaması egzersiz öncesi 2.10 sonrasında ise 1.60 iken sedanterlerde egzersiz öncesi 1.69 sonrasında ise 2.11 bulundu. Kreatin/ tma ise sporcularda egzersiz öncesi 1.75 sonrasında ise 2.51 bulundu. Bu oran kontrol grubunda egzersiz öncesi 2.19 sonrasında 1.79 hesaplandı. Spektroskopi örneği sporcu ve sedanter için resim 5 a ve b de gösterildi. Resim 7a da büyütülmüş spektral grafikde tma izlenirken 7 b de ise lipid ve su pikleri izlenmektedir. İki grup arasındaki karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 1: Sporcu ve kontrol grubunda MRS metabolit oranları ( e.ö: egzersiz öncesi, e.s: egzersiz sonrası, tma: trimetilamonium)**

METABOLİT ORANLARI	SPORCU	KONTROL
Lipid/su e.ö	2,10	1,69
Lipid/su e.s	1,60	2,11
Kreatin/tma e.ö	1,75	2,19
Kreatin/tma e.s	2,51	1,79

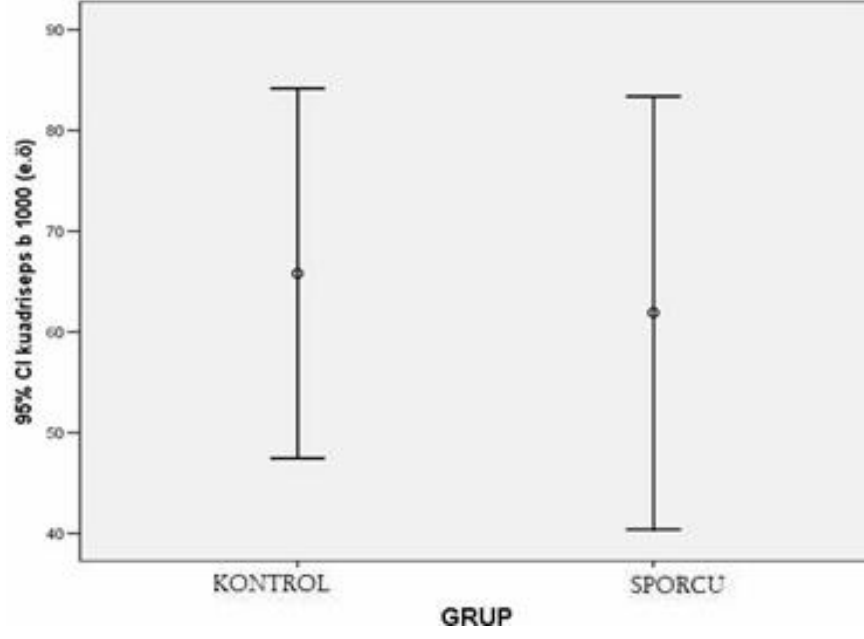


**Resim 7a:** MRS de büyütülmüş alanda metabolit pikleri

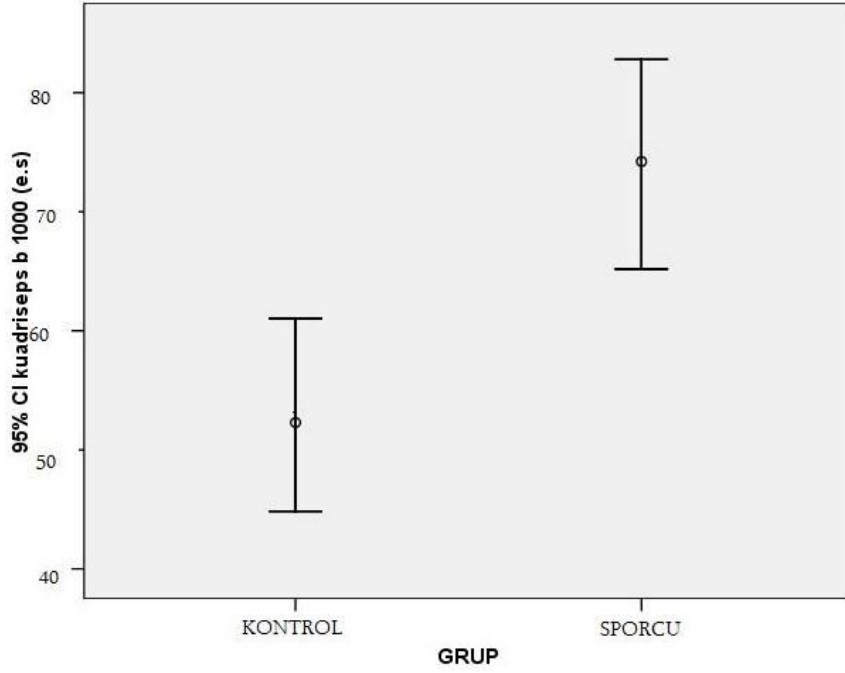


**Resim 7b:** MRS daha geniş alanda yağ ve su pikleri

Diffüzyon değerlendirmeleri için ADC haritalarında arka plan çok siyah olduğu için ADC ölçümü yapılamadı. Ölçümler  $b=0$  ve  $b=1000$  değerinde sinyal ölçülerek yapıldı. Ölçümler medial menisküs arka boynuz, gastrokinemius ve quadriseps kaslarından yapıldı. Egzersiz öncesi ve sonrası her iki gruptaki değerler Tablo 2- 5 de gösterildi. Sporcularda egzersiz öncesi medial menisküs posterior boynuzu için ortalama değer 33.16 sonrasında ise 25.09 iken sedanterlerde egzersiz öncesi 28.04 sonrasında ise 37.74 bulundu. Yani sporcularda daha yüksek olan  $b=1000$  sinyal yoğunluğu egzersiz sonrası azalmakta, kontrol grubunda ise düşük değer egzersiz sonrası artmaktadır. Bu değerler gastrokinemius kasında sporcularda egzersiz öncesi 57.7 sonrası 62.6, sedanterlerde ise egzersiz öncesi 82.5 sonrası 61.3 bulundu. Kuadriseps kasında ise sporcular için egzersiz öncesi değer 65.8 sonrası 74.9, sedanterlerde egzersiz öncesi 61.9 sonrası 51.8 bulundu. Her iki grupta da menisküste görülen egzersiz sonrası değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p=0.02$  ve  $p=0.01$ ). Gruplar arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı değildi. Resim 6 a da medial menisküsten ölçüm, c de gastrokinemius kasından ölçüm ve d de kuadrisepsten ölçüm örneği gösterilmektedir. Grafik 1, 2, 3, 4 grupların  $b=1000$  değerlikli sinyal dağılımları karşılıklı olarak gösterilmektedir. Grafik 5 de iki grup arasında egzersiz öncesi medial menisküs posterior boynuz T2 sinyal karşılaştırması, grafik 6 da iki grup arasında egzersiz öncesi femur meduller kemik T2 sinyal ortalaması gösterilmektedir.

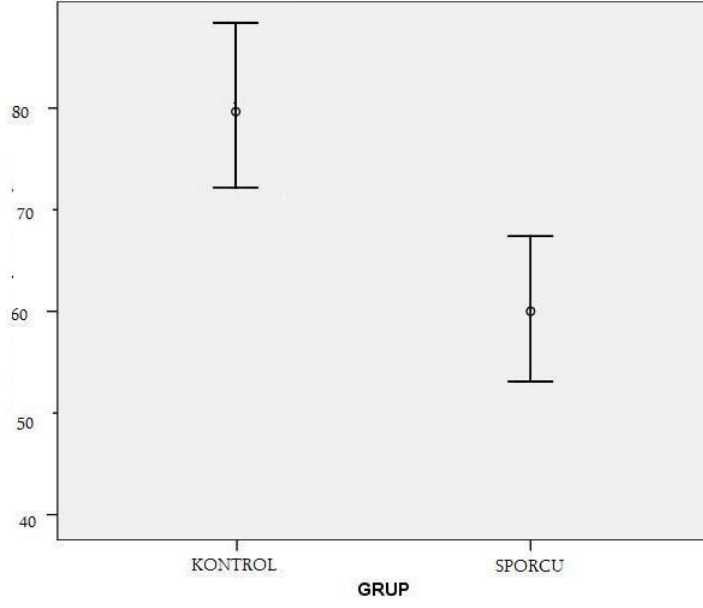


**Grafik1:** Egzersiz öncesi kuadriseps kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması)

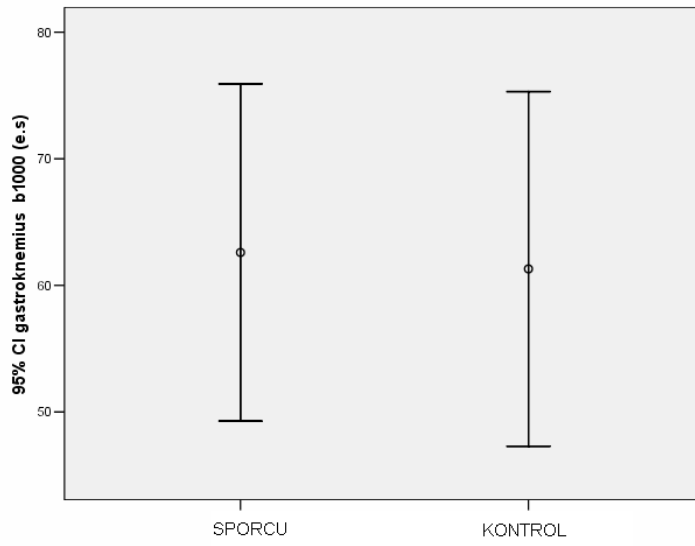


**Grafik 2:** Egzersiz sonrası kuadriseps kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması)





**Grafik 3:** Egzersiz öncesi gastrokinemius kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması).



**Grafik 4:** Egzersiz sonrası gastrokinemius kasının b 1000 ağırlıklı difüzyon değerleri (sporcu ve kontrol grubunun karşılaştırılması).

**Tablo 2: Sporcularda b=0 değerinde egzersiz önce ve sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri**

SPORCU (BO)	"p" değeri	e.ö	e.s

<b>MENİSKÜS</b>	<b>0,01</b>	53,07±18,37	76,38±17,9
<b>KUADRİSEPS</b>	0,31	283,80±37,08	343,10±43,47
<b>GASTROKNEMİUS</b>	0,82	307±37,36	295,40±33,09

**Tablo 3: Sporcularda b=1000 değerinde egzersiz önce ve sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri.**

<b>SPORCU (B1000)</b>	<b>“p” değeri</b>	<b>e.ö</b>	<b>e.s</b>
<b>MENİSKÜS</b>	<b>0,02</b>	33,16±8,37	25,09±5,28
<b>KUADRİSEPS</b>	0,37	65,80±8,10	74,90±5,80
<b>GASTROKNEMİUS</b>	0,63	57,70±7,97	62,60±5,88

**Tablo 4: Sedanterlerde b=0 değerinde egzersiz önce ve sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri.**

<b>KONTROL (BO)</b>	<b>“p” değeri</b>	<b>e.ö</b>	<b>e.s</b>
<b>MENİSKÜS</b>	0,1	77,18±14,41	58,04±18,87
<b>KUADRİSEPS</b>	0,24	310,8±42,02	376,6±33,78
<b>GASTROKİNEMİUS</b>	0,61	276±36,6	304±38,9

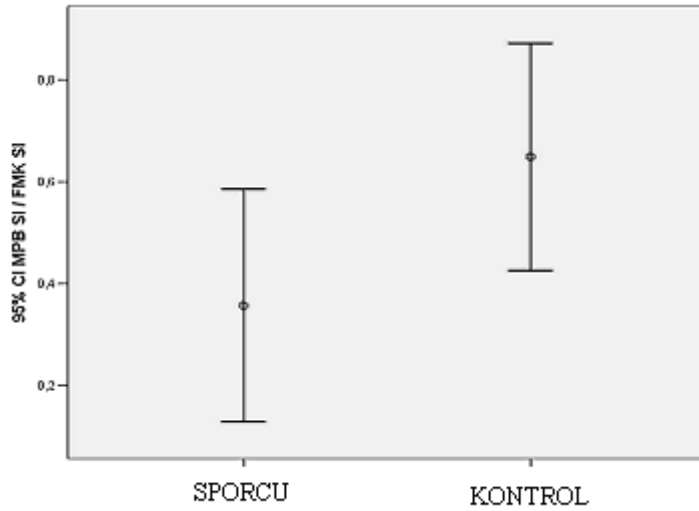
**Tablo 5: Sedanterlerde b=1000 değerinde egzersiz önce ve sonrasında difüzyon sinyal ölçümleri**

<b>KONTROL</b>	<b>“p” değeri</b>	<b>e.ö</b>	<b>e.s</b>
<b>(B 1000)</b>			
<b>MENİSKÜS</b>	<b>0,01</b>	28,04±6,71	37,74±8,84
<b>KUADRİSEPS</b>	0,12	61,9±9,5	51,8±5,54
<b>GASTROKNEMİUS</b>	0,27	82,5±8,39	61,3±6,19

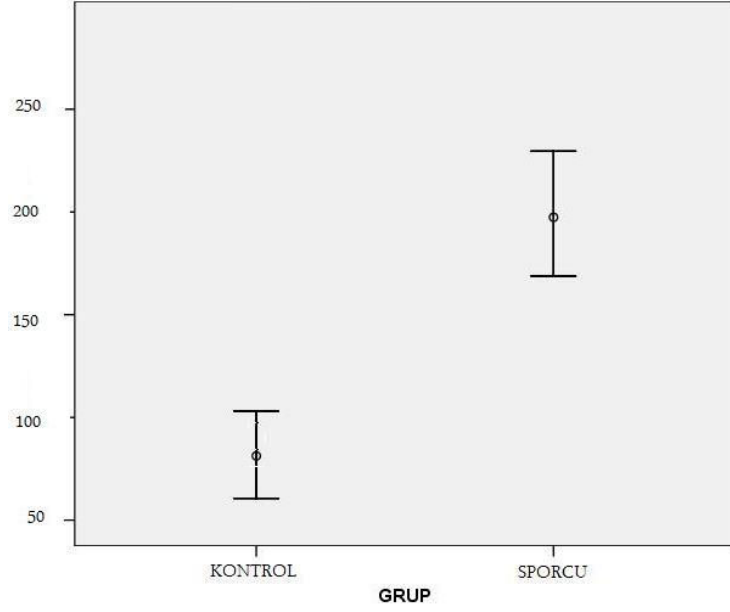
Medial menisküs posterior boynuzundan ölçülen b 1000 değerleri sinyal intensitesi sporcularda egzersiz sonrası azalırken (p=0.02) kontrol grubunda artış ( p=0.01) göstermiştir. Sporcuların egzersiz öncesi ve sonrası Grafik 7 de kontrol grubunun egzersiz önce ve sonrası değeri Grafik 8 de gösterilmiştir.

Menisküs arka boynuzu, femur epifiz, metafiziyel meduller kemik, gastrokinemius, kuadriseps kasta T2 sinyal ölçümleri ve menisküs arka boynuzunun , femur medüller kemik sinyal

Oranın sporcularda egzersiz öncesi ve sonrası değerleri Tablo 6 da, sedanterlerde egzersiz öncesi ve sonrası değerler Tablo 7 de gösterilmektedir. Tablo 8 de ise her iki grubun birlikte ortalama değerleri gösterilmiştir. Sporcuların femur meduller kemik iliği sinyal değerleri ortalaması sedanterlerden daha yüksek olup egzersiz öncesi 192.70 iken egzersiz sonrası 137.22 olarak ölçüldü. Detayları tablo 6 ve 7 de gösterilen gastrokinemius kaslarının sinyalinde ise egzersiz önce ve sonrasında değişiminde belirgin fark görülmedi. Kuadriseps kasının sinyali ise her iki grupta egzersiz sonrası arttı. Femur epifiz sinyali sedanterlerde egzersiz sonrası daha düşük bulundu. Menisküs posterior boynuz sinyali, sporcularda egzersiz öncesi 45.55 sonrası 37.12, sedanterlerde egzersiz öncesi 43.70 sonrası 34.20 olarak ölçüldü. Menisküs sinyalinin femur meduller kemik sinyaline oranı sporcularda egzersizle 0.358 den 0.32 ye sedanterlerde 0.64 den 0.41 e düştü. İki grup arasında egzersiz öncesi femur meduller kemik sinyali farkı (  $p= 0.029$ ) ve menisküs/femur meduller kemik sinyal oranı farkı ( $p=0.023$ ) anlamlı bulundu. Tablo 7 de görüldüğü gibi sedanterlerde menisküs sinyal ve quadriceps sinyali egzersiz öncesine göre sonrasında farklı bulundu (  $p= 0.01$ ). Grafik 9 ve 10 da bunların karşılaştırması görülmektedir. Sporcularda quadrisepte anlamlı fark görüldü (  $p=0.043$ ) Grafik 11 de egzersiz önce ve sonrası sporcuların T2 ağırlıklı görüntüdeki sinyal ortalamaları görülmektedir. Diğer karşılaştırmalardaki fark ise istatistiksel olarak anlamsız bulundu.



**Grafik 5:** Egzersiz öncesi medial menisküs posterior boynuz / femur meduller kemik iliği T2 SI Oranları (kontrol- sporcuların karşılaştırılması).



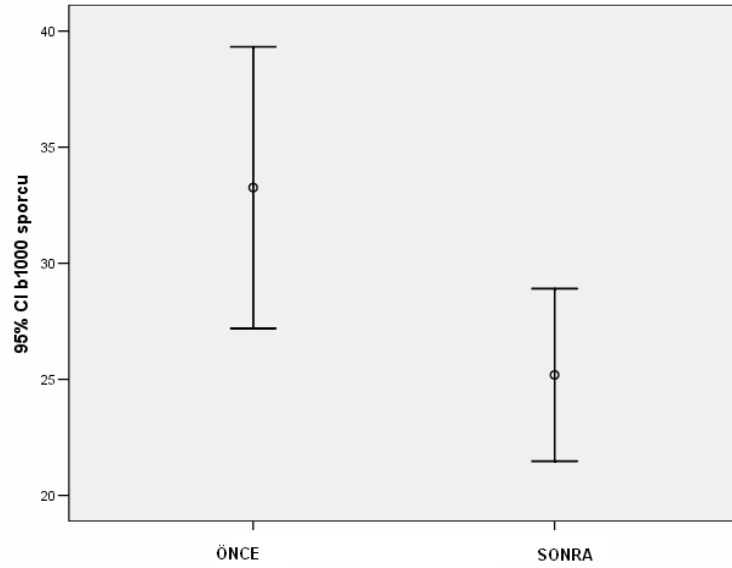
**Grafik 6:** Egzersiz öncesi femur metafizyel kemik iliği T2 SI değerleri (kontrol- sporcuların karşılaştırılması).

**Tablo 6:** Sporcularda T2 ağırlıklı görüntülerde ölçülen sinyal ve sinyal oranları

T2 SI	“p” değeri	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası
(Sporcu)		(ort ± SD)	(ort ± SD)
Femur medüller kemik iliği	0,23	192,70±32,22	137,22±30,48
Menisküs arka boynuzu	0,24	45,55±5,88	37,12±3,83
Femur epifiz	0,94	101,89±20,02	103,67±12,89
Quadriseps Kası	<b>0,043</b>	93,11±6,95	115,00±7,14
Gastroknemius Kası	0,85	103,22±12,17	99,55±14,66
Menisküs arka boynuzu/femur medüller kemik iliği	0,83	0,358±0,10	0,32±0,05

**Tablo 7:** Sedanterlerin T2 ağırlıklı görüntülerde ölçülen sinyal ve sinyal oranları

T2 SI	“p” değeri	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası
(Kontrol)		(ort ± 2 SD)	(ort ± 2 SD)
Femur medüller kemik iliği	0,94	86,20±15,84	87,75±211,07
Menisküs arka boynuzu	<b>0,01</b>	43,70±2,10	34,200±2,83
Femur epifiz	0,35	115,777±19,49	90,428±15,57
Quadriseps Kası	<b>0,01</b>	78,888±4,30	112,285±10,884
Gastroknemius Kası	0,9	72,111±6,41	70,85±7,60
Menisküs arka boynuzu/femur medüller kemik iliği	0,07	0,64±0,098	0,41±0,060

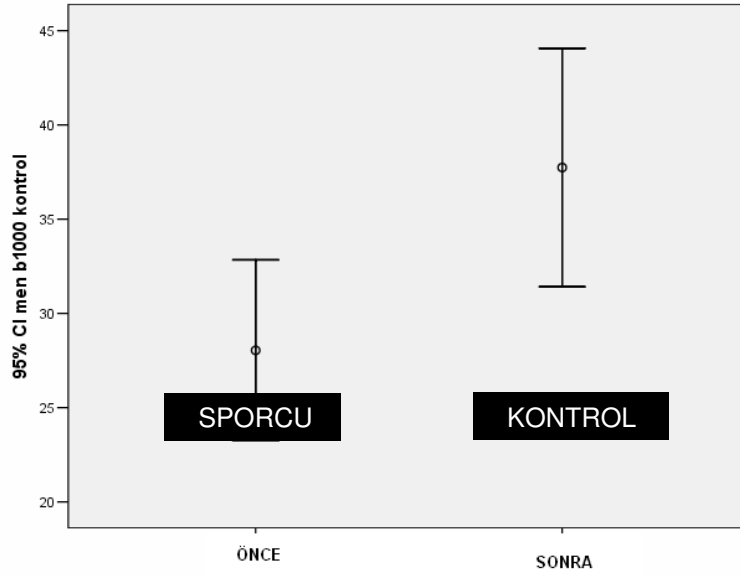


**Grafik 7:** Sporcularda egzersiz öncesi ve sonrası menisküs posterior boynuz b 1000 sinyal yoğunluğunun karşılaştırılması.

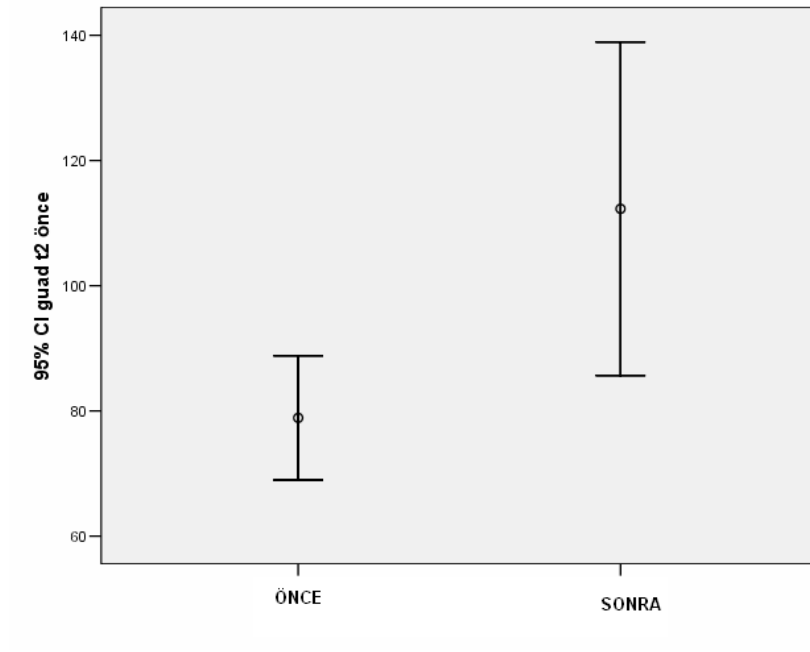
**Tablo 8:** Sporcu ve sedanterlerin bir arada alındığı T2 ağırlıklı görüntülerde sinyal ve sinyal oranları

T2 SI	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası
-------	-----------------	------------------

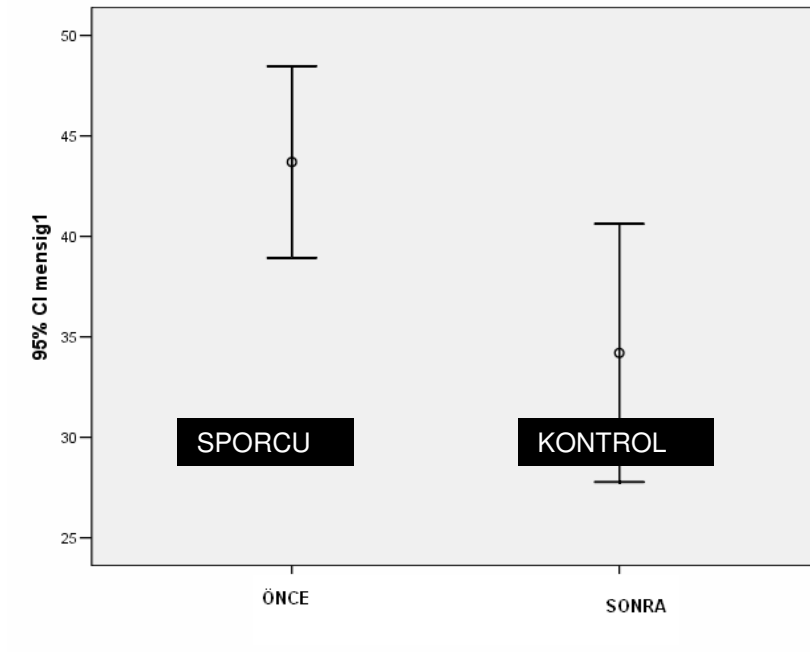
(tüm denekler)	(ort ± SD)	(ort ± SD)
<b>Femur metafiz medüller kemik iliği</b>	139,45±21,32	113,94±17,58
<b>Menisküs arka boynuzu</b>	44,62±3,05	35,66±2,34
<b>Femur epifiz</b>	108,83±13,66	97,87±9,75
<b>Quadriseps Kası</b>	86,00±4,32	113,81±6,01
<b>Gastroknemius Kası</b>	87,66±7,66	87,00±9,38
<b>Menisküs arka boynuzu/femur epifiz</b>	0,50±0,077	0,36±0,04



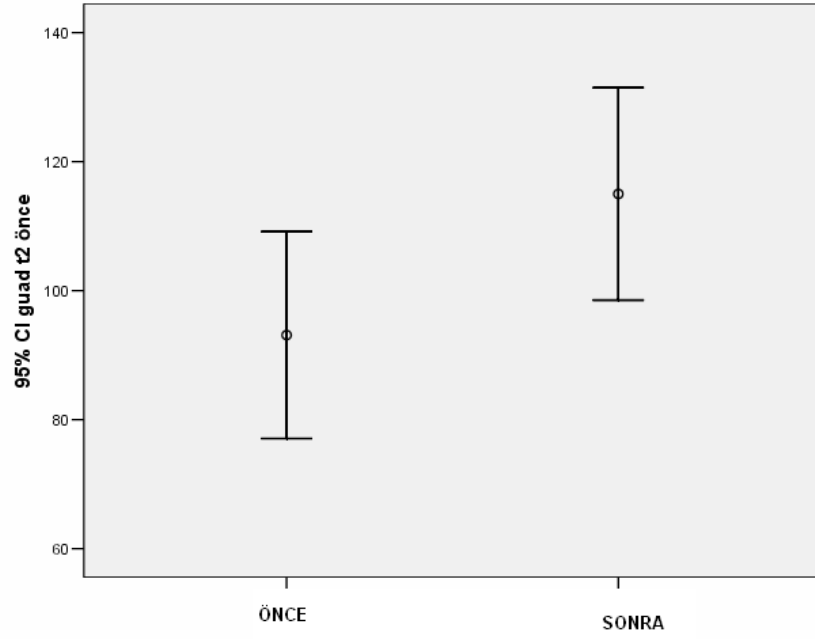
**Grafik 8:** Kontrol grubunda egzersiz öncesi ve sonrası menisküs posterior boynuz b 1000 sinyal yoğunluğunun karşılaştırılması.



**Grafik 9:** Kontrol grubunda kuadriceps kası T2SI karşılaştırılması



**Grafik 10:** Kontrol grubunda menisküs arka boynuzu T2SI karşılaştırması.



**Grafik 11:** Sporcularda egzersiz öncesi ve sonrası kuadriceps kasının T2SI değerleri.

## 5.TARTIŞMA

MR Spektroskopide bisikletçilerde egzersiz öncesi gastrokinemius kasında lipid/su sedanterlere göre daha yüksek iken egzersiz sonrası azalmıştır.. Sporcularda 2.1 den 1.6 ya düşmüş, sedanterlerde 1.69 dan 2.11 e çıkmıştır. Sedanterlerdeki ortalama ise egzersiz sonrası ters yönde hareket etmiştir. Lipid / su değişikliğinde değişkenlerden bir ya da her ikisinde değişiklik olabilir. Egzersizle birlikte olabilecek belirgin değişikliğin su komponentinde olması olasıdır. Egzersizle birlikte kasta vazodilatasyon ve su oranında artış olacaktır. Ancak bu şekildeki değişikliğin sedanterlerde daha zor ortaya çıkması beklenebilir. Yani egzersizle birlikte kanlanma artışı sedanterde daha zor olmalıdır. Sporcuların submaksimal zorlanmadaki harcadığı efor ve yüklenme düzeyi sedanterlerle çok farklı olacağından doğrudan karşılaştırma yapılamayabilir. Eğer ki lipid içeriğinde ciddi değişiklik yoksa gözlenen bulguyu sporcularda su içeriğinin sedantere göre arttığı ve lipid/su değerinde azalma olduğu sonucu çıkarılabilir. Egzersiz sonrası H MRS ile yapılan **Nirkko et al. 2006** çalışmasında tenar ve anterior tibialis kasında deneysel ortamda çalışılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre laktat piki saptanamamış, creatin, asetil carnitin piklerindeki değişiklikler gözlenmiştir. Laktat belirlenmesi ile ilgili çalışmalar mevcut olmakla birlikte bunların protokolü deneysel ortamdır, fosfor spektroskopisi yapılmıştır ya da bu çalışmadaki gibi klinik MR görüntüleme kullanılmamıştır



(Mercier et al. 1998; Vezzoli et al. 2003; Hug et al. 2005 ve Hsu and Dawson, 2000). Bu çalışmada MR spektroskopi görüntülerinde intramyosellüler ve ekstrasellüler lipid piki bir arada gözlenmiştir. İntrasellüler ve ekstrasellüler lipidlerin durumu ile ilgili Boesch et al. 1999 yaptığı çalışmada intramyosellüler lipid MRS ile incelenmiştir. O çalışmada MRS in intramyosellüler lipidi ölçmede yöntem olarak çeşitli kısıtlılıkları ve yanlılıkları olmakla birlikte yüz güldürücü yöntem olduğu belirtilmiştir. Egzersiz tipi, kas tipi ve sporcuların uyguladığı diete bağlı intramyosellüler lipidin değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Mengiardi et al. 2006 paraspinal kaslarda yaptıkları MR çalışmasında MR spektroskopi ile yaptıkları kantitatif yağ içeriği ölçümünün görsel değerlendirmeden daha güvenilir olduğunu göstermişlerdir.

Bu çalışmada esas lipid komponenti kas dokusu arasındaki ekstrasellüler lipid olduğu için bunda kayda değer değişiklik olması daha düşük olasılıklardır. White et al. 2003 bisiklet ergometresiyle 60 dakikalık submaksimal egzersiz sonrası 9 erkek ve 9 kadında yaptıkları çalışmada 3 Tesla MR cihazında vastus lateralis kasında ölçüm yapmışlardır. Hem kadın hem erkeklerde anlamlı intramyosellüler lipid azalması ( % 28. 5- 11. 5 ve % 21. 7- 17. 1) saptamışlardır. Kadın ve erkekler arasındaysa azalma ya da düzey açısından fark saptamamışlardır. Bu çalışmaya göre yöntem farklılığı olan çalışmayla sonuçlarımız tam olarak karşılaştırılmayacak olmakla birlikte total lipid konsantrasyonunun da önemli değişikliğinin olmadığı düşünülebilir. İntramyosellüler lipiddeki azalma bisikletçilerde daha fazla olabilir. Ya da başlangıçtaki kas lifleri arasındaki ekstrasellüler lipid profesyonel sporcularda daha düşük oranda olabilir. Sedanterlerdeki oranın profesyonel sporculardan farkını açıklamak mümkün gözükmekle birlikte sedanterlerde egzersiz sonrası lipid/su değerinde artış olmasını açıklamak daha zor gözükmektedir. Kasta yağ içeriğinde ani artış olmayacağına göre su içeriğinde azalma olmasını metodolojik hataya, denek sayısı azlığına, su piki amplitüdü gibi pikin genişliğinin de etkili olabileceğine ya da kastaki su artışının egzersiz sırasında gastrokinemius için göreceli azaldığına ( örneğin kuadrisepste daha fazla su artışlı olması gibi) bağlanabilir. Sekiz bisikletçi ve 11 sedanter sayısı numerik verilerin elde edilmeye çalışıldığı bu çalışmada istatistiksel açıdan çalışmayı güçsüz kılmaktadır.

Ancak metodolojik olarak oturtulabilen bu yöntemle sayı artırılıp istatistiksel açıdan daha güvenilir sonuçlara ulaşma potansiyeli mevcuttur.

Lipid ve su pikleri kas MRS grafiklerinde yüksek konsantrasyondan dolayı yüksek amplitüdedir. Bu nedenle bu iki içeriğin sabit metabolitle karşılaştırmasını yapmak bizim hazırladığımız bu çalışma protokolü çerçevesinde mümkün gözükmemektedir. Oysa düşük konsantrasyonda olan kreatin değişkeni ile sabit olarak kalan tma oran karşılaştırması yapmak mümkündür. Kreatin /tma bisikletçilerde 1.75 ten egzersiz sonrası 2.51 e çıkmış, sedanterlerde ise 2.19 dan 1.79 a düşmüştür. Egzersizle birlikte Nirrko et al. 2006 tarafından yapılan çalışmada kreatinin azaldığı gösterilmiştir. Ancak o çalışmada sürekli elektriksel tetani oluşturularak devamlı egzersiz sırasında ölçüm yapılmıştır. Bu çalışmada ise egzersizden sonra denek tekrar magnete alınmış ve mümkün olduğunca erken ölçüm yapılmasına rağmen magnete alınma, sekansın başlangıcı öncesi ayar, su baskılanması ve sekansın kendi süresi olmak üzere toplam 15-20 dakika geçmiştir.

Sporcu ile sedanter arasındaki farkın açıklanmasında sedanterdeki kreatin azalması geri gelmezken bisikletçilerde normale dönmüş olabilir.

Bu çalışmada MRS in metodolojik zorlukları mevcut olmakla, denek sayısı az olmakla birlikte lipid/su ve Cre/tma oranları açısından bisikletçilerle sedanterlerin egzersize farklı yanıt verdikleri gözlenmiştir.

Diffüzyon MR 1 göreceli olarak daha yeni bir sekans olup T1, T2 ve Proton yoğunluğu gibi üç temel sekanstan farklı temele sahiptir. Bunda serbest su protonlarının mikro düzeyde manyetik alan içinde yaptığı rastgele hareketlerin seviyesindeki değişiklikler ölçülür. Dokunun diffüzyon değeri intrasellüler su miktarı, ekstrasellüler su miktarı, bunların oranı, dokunun sıklığı, hücrelerin oriyantasyonuna bağlı değişkenlik gösterir. Diffüzyon kısıtlandığında b değerinin yüksek tutulduğu diffüzyon ağırlıklı sekansta sinyal artışı gözlenir. Bu sinyal artışı diffüzyon kısıtlılığına bağlı olmakla birlikte kısmen T2 etkisini de içerir. T2 etkisi b değeri artırıldıkça azalır. Ancak T2 etkisinden tamamen kurtarmak için iki farklı b değeri kullanılarak ADC ( apparent diffusion coefficient) değerinin hesaplanması gerekir. Diffüzyonun kısıtlanıp diffüzyon ağırlıklı imajda sinyalin arttığı durumda ADC değeri düşer. Beyin gibi dokularda bunun hesaplanması normal koşullarda kolay iken örneğin hemorajide arka planın çok düşük sinyalde olması nedeniyle teknik açıdan güvenilir olmaktan uzaklaşır. Kaslarda su oranı yüksek ve serbest su protonlarının rasgele hareketleri kolay olduğu için diffüzyon değerleri yüksektir. Ciltaltı yağlı dokuda ise düşüktür. Klinik olarak kas ve iskelet sisteminde diffüzyon MR uygulamaları mevcut olup daha çok travma, yumuşak doku tümörleri gibi patolojilerde kullanılmıştır ( **Baur and Reiser, 2000**). Kaslarda egzersiz sonrası diffüzyon ve sinyal değişikliklerinin incelendiği çalışmada egzersiz sonrası su içeriğinin artışına bağlı sinyal artışı ve bununla doğrudan bağlantılı olmayabilecek diffüzyon artışı saptanmıştır ( **Ahvenjarvi et al. 2000** ). Eklem kıkırdığının diffüzyon özelliklerine ait literatürde çalışmalar mevcuttur ( **Glaser, 2005; Miller et al. 2004 ve Meder et al. 2006** ). Ancak menisküs diffüzyon özelliklerine ait çalışma literatürde bulunamamıştır. Bu çalışmada özellikle menisküsten, hatta gastrokinemius ve quadriseps kaslarından ADC değerlerini değerlendirmek mümkün olmamıştır. Başka çalışmalarda da kıkırdak ADC değerlendirmesinde benzer teknik güçlükten bahsedilmektedir ( **Van Bruseghem, 2004** ). Bu nedenle de T2 bulaşık etkisinin az olduğu b=1000 değerinde diffüzyon ağırlıklı görüntülerde sinyal ölçülmüştür. Tablo 4 ve 6 da gösterildiği gibi b=0 değerinde de ölçümler yapılmış olmakla birlikte bunlar temelde T2 ağırlıklı görüntü gibi değerlendirilebileceği için de diffüzyon açısından önemi yoktur. Kaslarda diffüzyon açısından ya da egzersiz sonrası değişiklik olup olmadığı açısından literatürde çalışmalar mevcut olmakla birlikte menisküs diffüzyonu üzerinde egzersizin etkisi hakkında literatürde çalışma bulunamamıştır. Bu çalışmada tablo 3 ve 5 te gösterildiği gibi egzersiz sonrası sporcuların menisküsünde diffüzyon artmış , sedanterlerin ise kısıtlanmıştır. İki grup değerleri açısından istatistiksel fark bulunamamış olmakla birlikte her iki grupta da egzersiz öncesi ile sonrası arasında fark saptanmıştır. Kollajenden zengin su içeriği düşük olan menisküslerde egzersizin etkisi su içeriği ile ilişkisiz olup tamamen mikro düzeydeki protonların rotasyonel hareketlerine bağlı olarak yorumlanabilir. Egzersizle birlikte menisküste histopatolojik olarak geçici değişiklik olmasa da fizyolojik değişikliğin olduğu ve iki grubun egzersize farklı yanıt verdiği görülmektedir. Bu

çalışmadan elde edilen verilerin sonucuna göre sporcu sakatlanmalarında sık etkilenen dizin sakatlanma tanısında MR incelemesi yapıldığı takdirde menisküs diffüzyonunu (örneğin beyin dokusu beyaz ya da gri cevheri gibi) sabit parametre olarak algılanmaması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Sedanterlerde egzersizle diffüzyon kısıtlılığının artması tanı amacıyla diz MR incelemesi sırasında eğer diffüzyon ağırlıklı görüntü sekansı da alınmışsa yanlış olarak patolojik görünüm ortaya çıkmasına bile yol açabilir.

Gastrokinemius ve quadriseps kaslarının sporcu ve sedanterlerdeki egzersize verdiği yanıt istatistiksel olarak anlamlı olmasa da ters yönde gözlenmiştir (tablo 3 ve 5). Yani sporcularda egzersiz sonrası diffüzyon kısıtlanmış, sedanterlerde artmıştır. Bu sporcularda egzersiz sonrası intrasellüler su içeriğinin arttığı ve / veya ekstrasellüler aralığın göreceli olarak azalması sonucu diffüzyon yanıtının farklı olması anlamına gelir. Sporcularda kronik egzersizlere bağlı kaslarda hipertrofi, liflerin kas içindeki oranında değişme gibi sedanterlerden farklı kas yapısı oluşmaktadır. Sedanterlerdeki egzersiz sonrası diffüzyon artışı şeklindeki sinyal değişikliği gerçek diffüzyon artışına bağlı olabileceği gibi kısmen de olsa T2 etkisinin de mevcut olmasına (T2 shine-through) bağlanabilir. Kaslarda egzersiz sonrası su oranındaki artış ve bunun sonucunda da T2 değerinde ya da T2 ağırlıklı görüntüde sinyal artışı olması beklenir (Nygren et al. 2001 ve Le Rumor et al. 1994; Ogino et al. 1994) Kastaki zorlanmanın artışıyla da T2 değerinde artış paralellik gösterir (Yanagisawa et al. 2003). Muskuloskeletal sistemin rutin incelemesi sırasında bile kas sinyal artışının kas zedelenmesi ya da kasta yorgunluk sonucu oluşup oluşmadığını ayırt etmek gerekmektedir. Dokulardaki T1 ve T2 değerlerini kantitatif değerlendirmek için en az iki farklı TE zamanında spin eko sekansında ölçüm yapıp hesaplamak mümkündür. Bu çalışmada spin eko sekansı alınmayıp turbospin eko sekansı alındığı için T2 değerlerini hesaplamak mümkün olamamıştır. T2 ağırlıklı sekansta sinyal intensitesini ölçmek alternatif olmakla birlikte güvenilirliği azdır (Hayashi et al. 1998). Bu nedenle sinyal ölçümlerine egzersizle değişmesi beklenmeyen femur metafiz kemik sinyal intensitesine oranlayarak menisküsler değerlendirilmiştir. Menisküs sinyalinin femur metafiz meduller kemiğe sinyal oranı bisikletçilerde 0.358 den 0.320 ye düşmüştür. İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte bu oran sedanterlerde 0.64 den 0.41 e düşmüştür (p=0.07). Tablo 6 ve 7 ye bakıldığında iki grup arasındaki fark temelde meduller kemik sinyal intensitesinden kaynaklandığı izlenimi edinilmektedir. Kemik sinyalinde fark ortalama yaşın sedanterlerde 25 sporcularda 21 olmasıyla açıklanabilir. Ancak kemik iliği genç erişkin dönemde 3-4 yaş farktan dolayı bu derece değişmeyecektir. Sporcularda kırmızı kemik iliğinin daha fazla olmasını beklemek bu farkı açıklamak açısından anlamlı olabilir. Menisküslerde dejenerasyon başladığında ilk bulgulardan birisi T2 ya da proton yoğunluğu sekanslarında intrameniskal sinyal artışıdır. Spor yaralanması ya da menisküslerin zorlanıp dejenerasyona uğrama olasılığı daha fazla olan bisikletçilerde hem sinyal ölçümü yönünden hem de vizuel olarak diz MR incelemeleri sırasında bunu destekleyecek fark izlenmemiştir. Bu çalışma grubunda bisikletçilerin MR incelemelerinde menisküs dejenerasyonu, patolojisi ya da sinyal farkı oluşmadığı saptanmıştır.

Kuadriseps ve gastrokinemius kaslarının T2 ağırlıklı görüntülerde sinyal intensite ortalamalarına bakıldığında egzersiz sonrası gastrokinemiusta anlamlı değişiklik olmazken

quadrisepste her iki grup için de anlamlı artış saptanmıştır (p=0.043 ve 0.01). Sedanterlerde görülen artış daha belirgindir. Submaksimal egzersize rağmen bisikletçilerin kasında ödem ya da sinyal artışına yol açabilecek T2 uzamasının daha az olduğu görülmüştür. Özellikle quadrisepste sinyal artışı olması ekstansör kas olan kuadrisepsin egzersiz de daha fazla zorlanmasına bağlanabilir. Nitekim yapılan bir çalışmada ekstansör ağırlıklı egzersiz sonrası MR sinyallerine bakıldığında kuadriseps kas komponentlerinde belirgin sinyal artışı olur iken semimembranöz, gracilis, semitendinöz ve biceps kaslarında sinyal artışı saptanmamıştır ( **Enechson et al. 2005** ).

Koşu sonrası diz ekleminde akut değişikliklerin olduğu bildirilmiştir ( **Kursunoglu-Brahme et al. 1990** ) Eklem kıkırdağında koşu sonrası volüm değişikliği olduğu bildirilmiştir ( **Kersting et al. 2005** ) Bu çalışmada bisikletçilerin diz MR incelemelerinin değerlendirmelerinde sadece bir bisikletçide eklem sıvısının arttığı görülmüştür. Diğer sporcularda ise rapor edilmeye değer patoloji saptanmamıştır. Sıvı artışı olan bisikletçi de o dönemde eklem yakınmalarının olduğu denektir. Sporcularda diz travmaları ya da sakatlıklarında kıkırdak zedelenmeleri, dejenerasyonu önem taşıyan bir gruptur. Kıkırdağın incelenmesinde MR açısından en çok kullanılan sekanslar proton yoğunluğu ve T2 ağırlıklı sekanslardır. Kıkırdağın detaylı değerlendirmesi ve araştırmalarda MR özellikleri açısından diffüzyon dahil birçok parametre çalışılabilmektedir ( **Van Bruseghem. 2004** ) İncelemelerde bahsedilen sıvı dışında sedanterlere oranla kıkırdak, menisküs, eklem sıvısı, bağlar yada eklem morfolojisi açısından bu çalışmada görsel olarak fark saptanmamıştır. Bu çalışma grubunda elit bisikletçiler açısından diz MR incelemelerinde sedanter kontrol grubuyla fark olmadığı yani dizlerinde yaptıkları spora bağlı patoloji gelişmediği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte elit bisiklet sporcularıyla sedanterlerin MR incelemelerinde MRS de egzersiz sonrası lipid/su azalır kreatin/tma artarken sedanterlerde ters yönde hareket oluşmuştur.

Diffüzyon ağırlıklı sekansta bisikletçilerin menisküs diffüzyonu egzersiz sonrası artarken sedanterlerde egzersiz sonrası kısıtlanmıştır.

T2 ağırlıklı görüntülerde hem sporcu hem sedanterlerde egzersiz sonrası kuadriseps kas sinyal intensitesi artmıştır.

## **6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

### **6.1. SONUÇLAR**

Elit bisikletçi ve sedanterlerde yapılan bu çalışmada MR spektroskopisi ile kas incelemesinde lipid/su ve Kreatin/ tma değerlendirilmiş, laktat piki ise ayırdilememiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da lipid/su ve kreatin /tma değerleri sedanterlerle elit bisikletçilerde egzersiz sonrası ters yönde hareket etmiştir.

Sporcularda menisküs diffüzyonu egzersiz sonrası artarken (  $b= 1000$  değerli diffüzyon ağırlıklı görüntüde sinyali azalırken) sedanterlerde tersi görülmüştür. Her iki grupta da bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Kaslar ve menisküslerin sinyal intensitelerinin T2 ağırlıklı görüntülerde karşılaştırmasında hem sporcular hem de sedanterlerde egzersiz sonrası kuadriseps kasında sinyal artışı olmuştur. Bu değişim istatistiksel olarak her iki grupta da anlamlı iken gastrokinemius kasında anlamlı artış görülmemiştir.

## **6.2.ÖNERİLER**

Çalışmadaki denek sayısının az olması elde edilen bulguların parametrik testlerle anlamlı olup olmadığının araştırılması için yetersiz kalmıştır. Çalışma genişletilerek daha anlamlı sonuçlara ulaşılabilir, ilave ek sonuçlar elde edilebilir.

MR spektroskopisi incelemesi gastrokinemius kasından yapılmış olup bisiklet egzersizi sırasında daha çok yüklenen kuadriseps kasından yapıldığında egzersizin etkisi daha belirgin ortaya çıkabilir.

Diffüzyon MR kuantifikasyonları için ADC hesaplaması en güvenilir olanıdır. Bunun hesaplanması için başka protokoller denenebilir. Olmadığı zamansa yüksek b değerlerinde yapılan ölçümler referans fantom kullanılarak değerlendirilebilir.

Egzersiz kıkırdakta oluşturabileceği diffüzyon ve T2 değerlerindeki değişiklikler de çalışılabilir.

Özellikle kaslarda egzersizle oluşan T2 değişiklikleri T2 ağırlıklı görüntüden sinyal ölçümü yerine T2 ve T1 değerlerinin hesaplanmasıyla değerlendirilebilir. Kasta oluşan genişlik, volüm değişimi, volümlerin karşılaştırılması da yapılabilir.

## **KAYNAKLAR**

- Ahvenjarvi, L., Jauhiainen, J., Oikarinen, J., Tervonen, O. (2000). Exercise induced signal intensity and ADC changes in skeletal muscle. *In book of abstracts: SMRM 2000; Colorado, USA; 2000: 756*
- Akima, H., Kinugasa, R., Kuno, S. (2005). Recruitment of the thigh muscles during sprint cycling by muscle functional magnetic resonance imaging, *Int J Sports Med.* 26(4):245-52
- Arıncı, K., Elhan, A. (2001). Anatomi. 1.cilt. *Güneş Kitabevi.* S.: 102-103. Ankara
- Arıncı, K., Elhan, A. (2001). Anatomi. 2.cilt. *Güneş Kitabevi.* S.: 73. Ankara
- Boesch, C., Decombaz, J., Slothoom, J., Kreis, R. (1999). Observation of intramyocellular lipids by means of 1H magnetic resonance spectroscopy. *Proc Nutr Soc.* 58: 841-50.
- Baur, A., Reiser, M.F. (2000). Diffusion-weighted imaging of the musculoskeletal system in humans. *Skeletal Radiol.* 29 (10): 555- 62
- Brooker, P.J. (2001). Cycling Biomechanics. *Am Fam Physician.* 15;63(10): 2007- 14

- Carrino , J.A., Schweitzer , M.E.(2002). Imaging of sports-related knee injuries.*Radiol Clin North Am.* 40(2):181- 202.
- Çimen, A.( 1987). Anatomi.*Uludağ Üniversitesi Basımevi.S.:* 82. Bursa.
- Dere, F. (1999).Anatomi Atlası ve Ders Kitabı. 1. Cilt. 5. Baskı. *Nobel Tıp Kitabevi. S.:* 317-347. Adana
- Enocson, A.G., Berg, H.E., Vargas, R., Jenner, G., Tesch, P.A.(2005). Signal intensity of MR-images of thigh muscle following acute open- and closed chain kinetic knee extensor exercise-index of muscle use. *Eur J Appl Physiol.*94: 357- 363.
- Faria, E.W., PArker, D.L., Faria , I.E.(2005). The science of cycling: physiology and training - part I . *Sports Med.* 35(4):285-312
- Farrell,K.C., Reisinger, K.D., Tillman, M.D.(2003).Force and repetition in cycling: possible implications for iliotibial band friction syndrome.*Knee.*10:10.3-109.
- Glaser, C.(2005).New techniques for cartilage imaging: T2 relaxation time and diffusion-weighted MR imaging .*Radiol Clin North Am.* 43(4):641-53
- Günay, M., Cicioğlu,İ.(2001).Spor Fizyolojisi.1.Baskı.*Gazi Kitabevi.*92-93,103-107,119-120,126.Ankara.
- Gökmen, F.G. (2003). Sistematik Anatomi. *Güven Kitabevi. S.:*126-129.İzmir.
- Hayashi, M., Hanakawa, S., Senda, M., Takahara, Y. (1998). Evaluation of the thigh muscles after knee exercise on a Cybex II. *Acta Med Okayama.* Jun;52(3):155-60.
- Hoffman, J.(2002). Physiological Aspects of Sport Training and Performance. *Human Kinetics Publishers. P.:* 8-9. New Jersey.
- Hohmann,E., Worter,K., Imhoff, A.B.(2004). MR imaging of the hip and knee before and after marathon running. *Am J Sport Med.*32: 55- 9.
- Hug,F., Bendahan ,D., Le Fur,Y., Cozzone ,P.J., Grelot, L.(2005). Metabolic recovery in professional road cyclists: a 31P-MRS study, *Med Sci Sports Exerc.*37(5): 846- 52

- Hsu, A.C., Dawson, M.J.(2000). Accuracy of  $^1\text{H}$  and  $^{31}\text{P}$  MRS analyses of lactate in skeletal muscle. *Magnetic Resonance in Medicine*. 44: 418- 426.
- Broker, P.J .(2001).Cycling Biomechanics. *Am Fam Physician*. 15;63(10): 2007-14
- Kersting, U.G., Stubendorff, J.J., Schmidt, M.C., Brüggemann, G.P.(2005). Changes in knee cartilage volume and serum COMP concentration after running exercise.*Osteoarthritis and Cartilage*.13:925-934.
- Kursunoglu-Brahme, S., Schwaighofer,B., Gundry,C., Ho,C., Resnick,D.(1990). Jogging causes acute changes in the knee joint: an MR study in normal volunteers. *AJR Am J Roentgenol*.154:1233-5.
- Le Rumeur, E., Carre, F., Bernard, A.M., Bansard, J.Y., Rochcongar, P.,De Certaines, J.D.( 1994). Multiparametric classification of muscle T1 and T2 relaxation times determined by magnetic resonance imaging. The effects of dynamic exercise in trained and untrained subjects. *Br J Radiol. Feb*. 67(794): 150-6
- Lee J.,K.,T., Segel S., S., Stonley, R., J.,(1998).Computed body tomography with MRI correlation. (In= Brawn, M., A., Semerkalds, R., J.). MRI: Basic principle and teknics: Phileadelphia. Lipincott\_Raven. s:21-67.
- Meder, R., de Visser, S.K., Bowden, J.C., Bostrom, T., Pope, J.M.(2006). Diffusion tensor imaging of articular cartilage as a measure of tissue microstructure. *Osteoarthritis Cartilage*. 14:875- 81
- Mercier, B., Grainer,P., Mercier, J., Foucat, L., Bielicki,G., Pradere, J., Renou,J.P., Prefaut,C.(1998).Noninvasive skeletal muscle lactate detection between periods of intensive exercise in humans.*Eur J Appl Physiol*.78:20-7.
- Mengiardi, B., Schmid,M.R., Boos, N., Pfirman,C.W.A., Brunner,F.,Elfering, A., Hodler,J.(2006).Fat content of lumbar paraspinal muscles in patients Magnetic Resonance Imaging with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: Quantification with MR spectroscopy *.Radiology*.240:786-792.



- Miller, K.L., Hargreaves, B.A., Gold, G.E., Pauly, J.M.(2004). Steady-state diffusion-weighted imaging of in vivo knee cartilage. *Magnetic Resonance in Medicine*.51: 394- 398.
- Moore,K.L., Dalley, A.F. (1999). Clinically Oriented Anatomy. Fourt Edition.Lippincot  
*Williams & Wilkins*.
- Netter, F. H.M.D.(2003). Atlas of Human Anatomy. 4 Edition.
- Niitsu, M., İkedada, K.(2003). Routine MR examination of the knee using parallel imaging. *Clin Radiol*. 58(10):801- 7.
- Nirkko, A.C., Rösler, K.M., Slotboom, J.(2006). Muscle metabolites.Functional MR spectroscopy during exercise imposed by tetanic electrical nevre stimulation.*Radiology*.241:235-242.
- Nygren, A.T., Kaijser, L.(2002).Water exchange induced by unilateral exercise in active and inactive skeletal muscles.*J Appl Physiol*.93:1716-1722.
- Nygren, A.T., Karlsson, M., Norman, B., Kaijser, L. (2001). Effect of glycogen loading on skeletal muscle cross-sectional area and T2 relaxation time. *Acta Physiol Scand*. Dec.173(4):385
- Oei , E.H., Nikken, J.J.,Verstijnen, A.C., Ginai, A.Z., Myriam, H., Hunink, M.G .(2003). MR imaging of the menisci and cruciate ligaments: a systematic review. *Radiology*. (3):837- 48
- Odar, İ.V.(1975).Anatomi Ders Kitabı Hareket, sinir sistemleri ve duyu organları. 1.Cilt. 10. Baskı.S.: 121.Ankara.
- Ogino,T., Ikehira, H., Arimizu,N., Moriya,H., Wakimoto,K., Nishikawa,S., Shiratsuchi,H., Kato,H., Shishido, F., Tateno, Y.(1994). Serial water changes in human skeletal muscle on exercise studied with proton magnetic resonance spectroscopy and imaging. *Ann Nucl Med*.8: 219- 24.
- Özdemir, E., Özdemir, R.(1998). Hareket Sisteminde Özet Fonksiyonel Anatomi. *Hekimler Yayın Birliği*. S.:121. Ankara.
- Pfırrmann, C.W., Zanetti , M., Hodler, J.(2002). Joint magnetic resonance imaging: normal variants and pitfalls related to sports injury. *Radiol Clin North Am*. 40(2):167- 80.

- Powers, S.K., Howley, E.T. (2004). Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance. Fifth Edition. S.: 137, 147. New York.
- Ramnath, R.R. (2006). 3T MR imaging of the musculoskeletal system (Part II): clinical applications. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 14(1):41- 62
- Schueller-Weidekamm, C., Schueller, G., Uffmann, M., Bader, T.R. (2005). Does marathon running cause acute lesions of the knee? Evaluation with magnetic resonance imaging. *Eur Radiol.*
- Shellock, F.G., Mink, J.H. (1991). Knees of trained long- distance runners: MR imaging before and after competition. *Radiology.* 176:635- 7.
- Snell, R.S. (1997). Klinik Anatomi. 5. Baskı. S.: 147-149. İstanbul.
- Staubesent, J. (1990). Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 2. Cilt. 3. Baskı. S.: 60-61. Türkçesini hazırlayan Arıncı, K. *Beta Basım Yayın Dağıtım AŞ.* Münih
- Şahin, R. (2005). Bisiklet Genel Kuralları. UCI/Uluslararası Bisiklet Birliği kuralları. S.: 6-7, 11. İstanbul.
- Şenol, T.H. (1996). Anatomi Ders Notları. Metay Hacettepe. *Saray Medikal Yayıncılık.* S.: 36-39. Ankara.
- Tüzün, F., Eryavuz, M., Akırmak, Ü. (1997). Hareket Sistemi Hastalıkları. *Nobel Tıp Kitabevi.* S.: 3-4. İstanbul.
- Van Breuseghem, I. (2004). Ultrastructural MR imaging techniques of the knee articular cartilage: problems for routine clinical application. *Eur Radiol.* 14:184-192.
- Vezzoli, A., Gussoni, M., Greco, F., Zetta, L. (2003). Effect of temperature and extracellular Ph on metabolites: kinetic of anaerobic metabolism in resting muscle by <sup>31</sup>P- and <sup>1</sup>H-NMR spectroscopy. *The Journal of Experimental Biology.* 206:3043-3052
- Weineck, J. (2002). Sporda Fonksiyonel Anatomi. Basit Gövde ve Ekstremiteler Hareketlerinin Analizi. *Biyol Basım.* S.: 90-103, 115, 170. İstanbul.

- White, L.J., Ferguson, A.M., McCoy, S.C., Kim,H.(2003).Intramyocellular lipid changes in men and women during aerobic exercise: A 1H- magnetic resonans spectroscopy study.*The Journall of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 88: 5638- 5643.
- Yanagisawa, O., Niitsu, M., Yoshioka, H., Goto, K., Kudo, H., Itai, Y.(2003). The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise.*Eur J Appl Physiol*.89:53-62.
- Yıldırım, M.(2001).İnsan Anatomisi. 5. Baskı. *Nobel Kitabevi*. S.: 67.İstanbul.
- Bicyclemania. Co., (2007). Achies and Pains.(<http://www.iyclemania.com.uk/achies&pains>. (20.03.2007).
- Bisikletdünyası.com.,(2007).Tarih/Tarih.(<http://www.bisiletdunyası.com/tarih/tarih.htm>. (20.03.2007)
- Bisikletdünyası.com.,(2007).Bisiklet Tarihi.(<http://www.bisiletdunyası.com/bisiklet-tarihi.html>. (19.04.2007).
- Bucatarih.Sitemynet.com.,(19.04.2007).Tarihceler/Bisiklet (<http://www.bucatarih.sitemynet.com/tarihceler/bisiklet.html>.(19.04.2007).
- Sakintaekwondo.com/teak-giriş.,(2007).Sağlık/Anatomi/Diz Eklem Bağları. <http://www.sakintaekwondo.com/taek-giris/saglik> /Anatomi/diz eklem bağ lezyonları .(10.03.2007).

## ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Giresun-Görelde doğdu. 1990 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden mezun oldu.1995 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalında Fizyoloji yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2001 yılında Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsün' de Doktora programına başladı. Aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulunda Öğretim Görevlisi olarak başladığı görevine halen devam etmektedir.

