

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKERLEKLİ SANDALYE
BASKETBOLCULARINDA EKSANTRİK EGZERSİZ
SONRASINDA OLUŞAN GECİKMİŞ KAS
AĞRISININ POZİSYON HİSSİ VE ŞUT YÜZDESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Mehmet Akif SERİNKEN

**SPOR FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İZMİR-2011

Tez Kodu: DEU.HSI.MSc-2006970034

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKERLEKLİ SANDALYE
BASKETBOLCULARINDA EKSANTRİK EGZERSİZ
SONRASINDA OLUŞAN GECİKMİŞ KAS
AĞRISININ POZİSYON HİSSİ VE ŞUT YÜZDESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

**SPOR FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Mehmet Akif SERİNKEN

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN

Bu araştırma DEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü tarafından
2009.KB.SAG.061 sayı ile desteklenmiştir.

Tez Kodu: DEU.HSI.MSc-2006970034

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Mehmet Akif Serinken “Tekerlekli Sandalye Basketbolcularında Eksantrik Egzersiz Sonrasında Oluşan Gecikmiş Kas Ağrısının Pozisyon Hissi ve Şut Yüzdesi Üzerine Etkisi” konulu Yüksek Lisans tezini 14/01/2011 tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.

BAŞKAN

Prof.Dr. B. Muammer KAYATEKİN

ÜYE

Prof.Dr. Osman AÇIKGÖZ

ÜYE

Yrd.Doç.Dr. Suphi TÜRKMEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER.....	i
TABLO DİZİNİ.....	iv
ŞEKİL DİZİNİ.....	v
KISALTMALAR.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	3
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	4
2.GENEL BİLGİ.....	6
2.1. Engelliliğin Ulusal Ve Uluslararası Tanımı.....	6
2.2. Engelliler ve Spor.....	6
2.3. Türkiye’de Engelli Spor.....	7
2.4. Tekerlekli Sandalye Basketbolu.....	8
2.5. Kas Doku ve Özellikleri.....	11
2.5.1. İskelet Kasının Fizyolojik Anatomisi.....	11
2.5.2. Kas Kasılmasının Kayan İplikçik Mekanizması.....	12
2.6. Eksantrik Egzersiz.....	15
2.7. Gecikmiş Kas Ağrısı.....	15
2.8. Gecikmiş Kas Ağrısı İle İlgili Bulgular.....	16
2.9. Egzersizin Neden Olduğu Kas Yaralanması.....	20
2.10. Gecikmiş Kas Ağrısının Önlenmesi ve Tedavisi.....	25
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Araştırmanın Tipi.....	27
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	27
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme.....	27
3.4. Araştırmanın Değişkenleri.....	27

3.5. Veri Toplama Araçları.....	28
3.5.1. Plazma Kreatin Kinaz Aktivitesi.....	28
3.5.2. Kol Çevresi Ölçümü.....	29
3.5.3. Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü.....	30
3.5.4. Pozisyon Hissi Kaybı Ölçümü.....	32
3.5.5. Kas Ağrısı Şiddeti Ölçümü.....	33
3.5.6. Kas Hassasiyeti Ölçümü (Basınç-Ağrı Eşiğinin Belirlenmesi).....	35
3.5.7. Şut Yüzdesinin Belirlenmesi.....	36
3.5.8. Kas Gücünün Belirlenmesi.....	37
3.5.9. Eksantrik Egzersiz Protokolü.....	37
3.6. Araştırma Planı ve Takvimi.....	38
3.7. Verilerin Değerlendirilmesi.....	40
3.8. Etik Kurul Onayı.....	40
4.BULGULAR.....	41
4.1. Plazma Kreatin Kinaz Aktivitesi.....	41
4.2. Kol Çevresi.....	42
4.3. Eklem Hareket Açıklığı.....	43
4.3.1. Dirsek Eklemi Fleksiyon Açısı.....	43
4.3.2. Dirsek Eklemi Ekstansiyon Açısı.....	45
4.3.3. Dirsek Eklemi İstirahat Açısı.....	46
4.4. Kas Ağrısı.....	47
4.4.1. İstirahat Pozisyonundaki Kas Ağrısı.....	47
4.4.2. Kas İzometrik Gerilimde (Dirsek Fleksiyonunda) Kas Ağrısı.....	47
4.4.3. Kas Palpasyonunda Kas Ağrısı.....	49
4.5. Pozisyon Hissi Kaybı.....	50
4.6. Basınç-Ağrı Eşiği.....	52
4.7. Şut Yüzdesi.....	54
5.TARTIŞMA.....	56
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	62
7.KAYNAKLAR.....	63
8.EKLER.....	73

8.1.Etik Kurul Raporu.....	73
8.2.Özgeçmiş.....	74

TABLO DİZİNİ

Tablo 2.1: Devlet İstatistik Enstitüsünden Alınan Türkiye’deki Engelli Sporcu Sayısı	8
Tablo 2.2: Türkiye Tekerlekli Sandalye Basketbolu Süper Ligi’nde 1997-2010.....	9
Yılları Arasında Şampiyon Olan Takımlar	
Tablo 3.1: Katılımcıların Yaş, Basketbol Oynama Yılı ve Oyuncu Puanları Ortalamaları.....	27

SEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1: Sarkomer Yapısı.....	12
Şekil 3.1: Plazma Kreatin Kinaz Ölçümü İçin Kulak Memesinden Kan Alımı.....	29
Şekil 3.2: Kol Çevre Ölçümü.....	30
Şekil 3.3: Dirsek Eklemi Fleksiyon Açısı Ölçümü.....	31
Şekil 3.4: Dirsek Eklemi Ekstansiyon Açısı Ölçümü.....	31
Şekil 3.5: Dirsek Eklemi İstirahat Açısı Ölçümü.....	32
Şekil 3.6: Pozisyon Hissi Kaybı Ölçümü.....	33
Şekil 3.7: Görsel Analog Skalası.....	33
Şekil 3.8: Kas Palpasyonda Kas Ağrı Şiddetinin Belirlenmesi	34
Şekil 3.9: Kas İzometrik Gerilimde Kas Ağrı Şiddetinin Belirlenmesi.....	34
Şekil 3.10: Kas İstirahat Pozisyonunda Kas Ağrı Şiddetinin Belirlenmesi.....	35
Şekil 3.11: Basınç-Ağrı Eşiğinin Belirlenmesi.....	36
Şekil 3.12: Şut Yüzdesinin Belirlenmesi.....	36
Şekil 3.13: Kas Gücünün Belirlenmesi.....	37
Şekil 3.14: Eksantrik Egzersiz Protokolü.....	38
Şekil 3.15: Araştırmanın Planı ve Takvimi.....	39
Şekil 4.1: Plazma Kreatin Kinaz Aktivitesindeki Değişim.....	41
Şekil 4.2: Kol Çevre Ölçümündeki Değişim.....	43
Şekil 4.3: Dirsek Eklemi Fleksiyon Açısındaki Değişim.....	44
Şekil 4.4: Dirsek Eklemi Ekstansiyon Açısındaki Değişim.....	45
Şekil 4.5: Dirsek Eklemi İstirahat Açısındaki Değişim	46
Şekil 4.6: İstirahat Pozisyonundaki Kas Ağrı Şiddetinin Değişimi.....	47
Şekil 4.7: Kas İzometrik Gerilimde (Dirsek Fleksiyonunda) Kas Ağrı Şiddetinin Değişimi..	49
Şekil 4.8: Kas Palpe Edildiğinde Kas Ağrı Şiddetinin Değişimi.....	50
Şekil 4.9: Pozisyon Hissi Kaybı Değişimi.....	52
Şekil 4.10: Basınç-Ağrı Eşiği Değerlerinin Değişimi.....	53
Şekil 4.11: Şut Yüzdesindeki Değişim.....	55

KISALTMALAR

1RM	1 Tekrarlı Maksimum (1 Repeated Maximum)
ADP	Adenozin Difosfat
Ark	Arkadaş
ATP	Adenozin Trifosfat
ATPaz	Adenozin Trifosfataz
Ca ⁺²	Kalsiyum
CK	Kreatin Kinaz (Creatin Kinase)
EMG	Elektromiyografi
FIBA	Uluslararası Basketbol Federasyonu (Federation Internationale de Basketball Association)
GKA	Gecikmiş Kas Ağrısı
IPC	Uluslararası Paralimpik Komitesi (International Paralympic Committee)
IWBF	Uluslararası Tekerlekli Sandalye Basketbol Federasyonu (International Wheelchair Basketball Federation)
P	Fosfat
PGE ₂	Prostaglandin E ₂
TBESF	Türkiye Bedensel Engelliler Spor Federasyonu
TENS	Transkutanöz Elektrik Stimulasyon (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation)
TESF	Türkiye Engelliler Spor Federasyonu
TÖSF	Türkiye Özürlüler Spor Federasyonu
VAS	Görsel Analog Skalası (Visual Analog Skale)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organisation)
kg	Kilogram
mm	Milimetre
cm	Santimetre
µl	Mikrolitre
dk	Dakika

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam esnasında hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve önerileriyle tez çalışmama katkıda bulunan danışmanım Dokuz Eylül Üniversitesi Fizyoloji Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. B.Muammer Kayatekin'e sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmam esnasında bilgi ve emeklerini esirgemeyen Dokuz Eylül Üniversitesi Spor Bilimleri Teknolojisi Yüksekokulu Öğretim Görevlisi Celal Gençoğlu ve Öğretim Görevlisi Mert Tunar'a, çalışmanın yapılmasına izin veren İzmir Büyükşehir Belediyesi Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı ve Karşıyaka Spor Kulübü Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı idari personel ve sporcularına, çalışmamda emeği geçen Egem Özel Eğitim Merkezi'ne, Fizyoterapist Emran Günsay, Vijdan Efendi ve M.Ali Kutlu'ya desteklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.

Son olarak sadece çalışmam süresince değil, bütün hayatım boyunca beni cesaretlendiren ve destekleyen sevgili babam Süleyman Serinken, sevgili annem Gülderen Serinken ve kardeşlerime gönülden teşekkür ederim.

TEKERLEKLİ SANDALYE BASKETBOLCULARINDA EKSANTRİK EGZERSİZ
SONRASINDA OLUŞAN GECİKMiŞ KAS AĞRISININ (Bağımsız Değişken) POZİSYON
HİSSİ VE ŞUT YÜZDESİ (Bağımlı Değişkenler) ÜZERİNE ETKİSİ

Mehmet Akif Serinken, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
mserinken@yahoo.com

ÖZET

Eksantrik egzersiz, kasın uzayarak güç ürettiği bir egzersiz çeşidi olarak tanımlanmıştır. İzometrik ve konsantrik egzersize göre eksantrik kas aktivitesi mekanik olarak daha etkilidir; ancak kası yaralanmaya maruz bırakabilir. Gecikmiş kas ağrısı (GKA) özellikle bireyin alışkın olmadığı eksantrik aktiviteden birkaç saat sonra ortaya çıkar, kas performansında, eklem hareket açıklığında ve kas gücünde azalmaya, kas şişkinliğine ve plazma kreatin kinaz (creatin kinaz:CK) aktivitesinde geçici bir artışa neden olur. Literatürde tekerlekli sandalye basketbolcularında GKA ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, dirsek fleksör kaslarına eksantrik egzersiz yüklemesi yapılarak üst ekstremit motor performansı üzerine GKA'nın etkisi araştırılmıştır.

Çalışmamıza 10 tekerlekli sandalye basketbol oyuncusu (yaş ortalaması:32,6±7,61) dahil edildi. Bütün sporculardan ilk gün sırasıyla plazma CK aktivitesi ölçümü için kulak memesinden 30 mikrolitre kan örneği alındı, sonra kol çevresi ölçümü, eklem hareket açıklığı, pozisyon hissi, kas ağrısı, kas hassasiyeti ve şut yüzdesi ölçümleri yapıldı. Bu testlerin 30 dakika (dk.) sonrasında, 24 saat ve 48 saat sonrasında aynı ölçümler aynı sıra ile tekrarlandı. Bir hafta sonra sporculara aynı ölçümler tekrarlandı. Aynı gün, eksantrik egzersizin şiddetini belirlemek için bütün sporcuların *1 Tekrarlı Maksimumu* belirlendi. GKA oluşturacak eksantrik egzersiz protokolü bütün sporculara uygulandı. Testler egzersizin 30 dk. sonrası, 24 ve 48 saat sonrası yinelenildi.

Çalışma sonucunda, eksantrik egzersiz protokolü sonrasında plazma CK aktivitesinde, kol çevre ölçümünde, kas palpasyonunda ve izometrik gerilimde kas ağrısında ve pozisyon hissi kaybında anlamlı artış, dirsek eklemi fleksiyon ve ekstansiyon açısından, basınç-ağrı eşliğinde ve sporcuların şut yüzdesinde istatistiksel olarak anlamlı azalma belirlendi. İstirahat

pozisyonundaki kas ağrısında ve üst ekstremitte istirahat pozisyonu açısından anlamlı fark saptanmadı.

Bu bulgular, GKA'nın tekerlekli sandalye basketbolcularının üst ekstremitte motor performansını olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Gecikmiş kas ağrısı, tekerlekli sandalye basketbolu, pozisyon hissi, şut yüzdesi

THE EFFECTS OF DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS AFTER ECCENTRIC
EXERCISE ON THE POSITION SENSE AND SHOOTING PERFORMANCE OF
THE WHEELCHAIR BASKETBALLERS

ABSTRACT

Eccentric exercise is defined as a type of exercise produce muscle power while lengthening. Eccentric muscle activity is mechanically more effective than concentric and isometric exercise but muscle injury may expose. Delayed-onset muscle soreness (DOMS); occurs a few hours after exercise eccentric muscle activity, which especially individuals are unaccustomed and causes temporary decreasing joint range of motion, muscle performance, muscle strength and increasing muscle swelling and plasma creatine kinase (CK) activity. In the literature any study has not been obtained about DOMS related to wheelchair basketballers. In this study, we investigated the effect of DOMS on motor performance and position sense of the upper extremity while loading eccentric exercise to elbow joint.

In our study, 10 wheelchair basketball players (average age: 32.6 ± 7.61) were included in. For the first day, for the measurement of plasma CK activity, 30 microliter blood sample was taken from the earlobe; and then arm circumference, range of motion, position sense, muscle pain, muscle tenderness and shooting percentage were measured with same order. These measurements were repeated after 30 minutes, 24 hours and 48 hours. One week later, participants repeated the same measurements. In the same day, 1 repeated maximum of all participants was determined to determine the severity of eccentric exercise. Exercise protocol which would lead DOMS was applied to all participants. Tests were repeated after 30 minutes, 24 and 48 hours after exercise.

As the results of this study, CK activity in plasma, arm girth measurement, muscle pain while isometric muscle tension, muscle pain while palpating the muscle and position sense loss significantly increased; elbow joint angle of flexion and extension, pressure-pain threshold and shooting percentage of the basketballers significantly decreased after eccentric exercise protocol. Muscle pain at resting position and resting joint angle of the upper extremity was no significant difference after eccentric exercise protocol. These findings introduce that DOMS effects negatively upper extremity motor performance and position sense of the wheelchair basketball players.

Keywords: Delayed-onset muscle soreness, wheelchair basketball players, position sense, shooting Percent

1.GİRİŞ ve AMAC

Eksantrik egzersiz, kasın uzayarak güç ürettiği bir egzersiz çeşidi olarak tanımlanmıştır (1,2). Yapılan birçok çalışma, eksantrik kasımlı antrenmanın güç ve fonksiyonu arttırmada yararlı olduğunu öne sürmektedir (3). Egzersizin yaklaşık olarak bütün formları, hareketin yavaşlatılması ve durdurulması için eksantrik aktiviteye gereksinim duyar (4). Eksantrik kasılma, günlük yaşamda merdiven inme gibi birçok aktivitede ortaya çıkan bir kasılma çeşitidir. Ayrıca koşunun orta duruş ve vuruş fazı, zıplama ve dönme gibi birçok atletik aktivitede de ortaya çıkar (5). İzometrik ve konsantrik egzersize göre eksantrik kas aktivitesi mekanik olarak daha etkilidir; ancak kası yaralanmaya maruz bırakabilir (5,6).

Gelişen dünyada fiziksel egzersiz programları da gelişim göstermektedir. Bu gelişim dramatik olarak yaralanmalarla ilişkili aktivite tipi ve sayılarında da artışla sonuçlanmaktadır. Bu programlardaki temel hedef, en kısa sürede kası kuvvetlendirme ve fonksiyonların restorasyonudur. Eksantrik egzersiz kullanarak kasın antrene edilmesi, kassal gücü arttırmada daha etkili strateji olarak görüldüğü için atletlerde popüler bir yöntemdir (7).

Clarkson ve ark. eksantrik kasılmaya kasın iki yanıtının olduğunu vurgulamıştır; pozitif yanıtta eksantrik kasılma güçlü bir kas kuvvetlendirme stimulusu sağlarken negatif yanıtta ise kas yaralanması ve ağrısı ile ilişkilidir. Kasın eksantrik egzersize bu pozitif yanıtı, birçok araştırmacının kas kuvvetlendirmesi için kas yaralanması ve ağrısının göz ardı edilebilir olduğunu kabul etmesine yol açmıştır (5). Günlük aktivitelerde eksantrik, konsantrik ve izometrik kasılmaları veya kombinasyonlarını kullanmak zorundayız. Eksantrik antrenman, önemli kuvvet ve hacim kazanımı elde etmek için kullanılabilir, ayrıca bir sonraki seviyeye geçmek (8) ve geçirilen sakatlıkların azaltılmasında anahtar rol oynayabilmektedir (5,8).

Antrene olmayan bireyler tarafından yapılan eksantrik egzersiz gerilen kaslarda kas ağrılarına yol açabilmektedir. Gecikmiş kas ağrısı (GKA); egzersizden birkaç saat sonra, özellikle bireyin alışkın olmadığı eksantrik kas hareketleri yapıldığında ortaya çıkan kas ağrısı ve hassasiyetini tanımlamaktadır. Aynı zamanda GKA eksantrik egzersiz sonrasında oluşan bir kas hasarı semptomudur; ancak her zaman kas hasarı ile birlikte gözlenmemektedir (9). İskelet kaslarında ağır egzersiz sonrasında GKA ile birlikte CK gibi kas proteinlerinin seviyesi kanda artmakta, eklem hareket açıklığı, kas gücü ve performansı azalmaktadır (10). Sporcularda sık olarak ortaya çıkan bu klinik tablo önemli düzeyde yakınmalara, dolayısıyla performans

azalmalarına ve antrenman ya da yarışmalara katılamamaya neden olabilmektedir (11). GKA'nın spor yaralanmalarının en yaygın ve en sık tekrarlayanı olabileceği düşünülmektedir (12). GKA üzerinde yapılan çalışmaların çoğu plazma CK aktivitesi değişiklikleri, elektromiyografi (EMG) bulguları ve kas kuvveti üzerinde odaklanmış olup GKA'nın koordinasyon ve motor performans gibi üst ekstremitenin diğer komponentleri üzerinde etkisine çok az değinilmiştir (11). Kas hasarıyla ilgili birçok semptom olsa da, en önemli faktör kas fonksiyonunun bozulmasıdır (13).

Manuel tekerlekli sandalye kullananlarda üst ekstremitte ağrı prevalansı çalışmalarda bildirilmiş ancak çok az araştırmacı ağrının fonksiyonel aktiviteler ile bağlantısını araştırmıştır (14). Tekerlekli sandalye basketbolcularında çalışmalar genellikle yaralanma sonrası oluşan travma üzerinde durmaktadır (15). Literatürde tekerlekli sandalye basketbolcularında gecikmiş kas ağrısı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buradan yola çıkarak planladığımız çalışmamızda, dirsek eklemi fleksiyon kaslarına eksantrik egzersiz yüklenmesi planlanmış, plazma CK aktivitesi, kol çevre ölçümü, eklem hareket açıklığı, pozisyon hissi, kas ağrısı ve kas hassasiyeti parametreleri değerlendirilerek üst ekstremitte motor performansı üzerine GKA'nın etkisi araştırılmıştır.

Bu şekilde tekerlekli sandalye basketbolcularında eksantrik egzersiz sonrasında oluşan gecikmiş kas ağrısının üst ekstremitte pozisyon hissi ve sporcuların şut yüzdesi üzerinde etkisi olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Engelliliğin Ulusal Ve Uluslararası Tanımı

Türkiye’de 5378 Sayılı engelliler kanununa göre “Engelli: Doğuştan veya sonradan herhangi bir nedenle bedensel, zihinsel, ruhsal, duyuşal ve sosyal yeteneklerini çeşitli derecelerde kaybetmesi nedeniyle toplumsal yaşama uyum sağlama ve günlük gereksinimlerini karşılama güçlükleri olan ve korunma, bakım, rehabilitasyon, danışmanlık ve destek hizmetlerine ihtiyaç duyan kişi” olarak tanımlanmaktadır (16). Dünya sağlık örgütünce (World Health Organisation: WHO) yapılan engelli tanımı ise engellilik kavramı hakkında aşığıdaki gibi hastalık sonuçlarına dayanan, sağlık yönüne ağırlık veren bir tanımlama ve sınıflama yapmıştır (17,18,19).

• **Yetersizlik (Impairment):** “Sağlık bakımından “yetersizlik” psikolojik, anatomik veya fiziksel yapı ve fonksiyonlardaki kaybı veya azalmayı ifade eder.” Organ seviyesindeki bozuklukları tanımlar.

• **Engellilik (Disability):** “Sağlık alanında ‘sakatlık’ bir yetersizlik sonucu meydana gelen ve normal sayılabilecek bir insana oranla bir işi yapabilme yeteneğinin kaybedilmesi ve kısıtlanması durumunu ifade eder.”

• **Maluliyet (Handicap):** “Sağlık alanında “maluliyet” bir yetersizlik veya sakatlık sonucunda, kişinin yaş, cinsiyet, sosyal ve kültürel durumuna göre normal olan toplumsal rollerini yerine getirememesini ifade eder.”

2.2. Engelliler ve Spor

Engelli insanlar için dünyada sportif çalışmaların başlangıcı ilk olarak Şubat 1945’te İngiltere’de Aylesbury kentinde Stoke Mandeville Rehabilitasyon Merkezi’nde Dr.Ludwig Guttmann tarafından II. Dünya Savaşı’nda şarapnel parçaları ile yaralanmış parapleji hastalarının rehabilitasyonu için sporun kullanılması olarak kabul edilmektedir. İlk olarak okçuluk, bowling, bilardo ve masa tenisi kullanılmaya başlanmıştır. Akabinde bu etkinlik polo ve basketbol gibi takım sporlarına da taşınmıştır (20).

Dr. Guttman "Engellilerin spor etkinliklerinin İngiltere sınırlarının dışına çıkartılıp, uluslararası düzeye getirilmesini" önermiştir. Bu öneriden üç yıl sonra 1952'de Hollanda'dan küçük bir engelli sporcu kafilesi gelmiş ve ilk uluslararası ilişki gerçekleşmiştir. Bu oyunlara diğer ülkelerin katılımları sonrasında olimpiyatların yapıldığı şehirlerde yapılması kararlaştırılmış ve Paralimpiyatlar, Paralimpik Oyunlar doğmuştur (20). 1960 yılındaki Roma Olimpiyat Oyunları ardından I. Paralimpik Oyunlar 21 ülkeden 400 sporcu ve 300 idarecinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Türkiye ilk kez bir sporcu ve iki idareciden oluşan bir kfile ile 85 ülkeden 4000 sporcu ve idarecinin katıldığı 1992 Barselona Olimpiyatları sonrası yapılan IX. Paralimpik Oyunlar'a katılmıştır (20,21).

2.3. Türkiye'de Engelli Sporu

Türkiye'de engelli sporunun federasyon bünyesinde ele alınması ilk olarak 8-11 Mayıs 1990 tarihinde Ankara'da yapılan spor şurasında ele alınmış ve burada alınan kararlar doğrultusunda 21 Kasım 1990 tarihinde Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü bünyesinde Türkiye Engelliler Spor Federasyonu (TÖSF) kurulmuştur. Federasyonun kuruluş amacı "Engelli sporcuların gerçekleştirdikleri tüm sportif etkinlikleri bünyesinde toplayıp geliştirmek, bu çalışmalarını yurt genelinde yaygınlaştırıp sporu rehabilitasyonun bir parçası haline getirmek ve uluslararası etkinliklerde engelli sporcuya çağdaş yarışma ortamının hazırlanması için gerekli çalışmalarını planlamak ve uygulamak" olarak belirlenmiştir (22). 1997 yılına gelindiğinde Türkiye Engelliler Federasyonu'nun adı Türkiye Engelliler Spor Federasyonu (TESF) olarak değiştirilmiştir. 2000 yılında ise Türkiye Engelliler Spor Federasyonu dağılarak dört ayrı federasyon oluşturulmuştur:

- I. Bedensel Engelliler Spor Federasyonu
- II. Zihinsel Engelliler Spor Federasyonu
- III. İşitme Engelliler Spor Federasyonu
- IV. Görme Engelliler Spor Federasyonu

Bu dört federasyona ait toplam 16102 lisanslı sporcu olduğu Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından saptanmıştır. Tablo 2.1'de bu federasyonlara kayıtlı sporcuların cinsiyeti ve faal olma durumu gösterilmiştir (21). Dört federasyondan biri olan Türkiye Bedensel Engelliler Spor

Federasyonu (TBESF) 2006 senesinde özerk yapıya kavuşmuştur. Engelliler spor branşları 2000 yılında fazla tanınmaz ve bilinmez iken bugün geldiği nokta herkes tarafından kabul görmektedir. 2010 yılı itibariyle TBESF bünyesinde ampute futbol, atıcılık, atletizm, badmington, bilek güreşi, halter, masa tenisi, okçuluk, oturarak voleybol, tekerlekli sandalye basketbol, tekerlekli sandalye tenis, yelken ve yüzme branşlarında sportif faaliyetler devam etmektedir (22).

Tablo 2.1: Devlet İstatistik Enstitüsünden Alınan Türkiye’deki Engelli Sporcu Sayısı

	Lisanslı sporcu			Faal sporcu		
	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın
Bedensel engelliler	1924	1708	216	784	707	77
Görme engelliler	1920	1524	396	571	455	116
İşitme engelliler	5935	5241	694	2506	2277	229
Zihinsel engelliler	6323	4940	1383	1028	805	223

2.4. Tekerlekli Sandalye Basketbolu

Engelli Basketbolu başlangıç zamanı olan II. Dünya Savaşından günümüze gelen 57 yıllık yolculuğunda popülaritesi her geçen gün artan bir spor dalı olmuştur. Tekerlekli sandalye basketbolu bu alanda var olan en popüler ekip sporudur. Tüm kıtalarda yaygın olarak yapılan tekerlekli sandalye basketbolu, 72 ülkeden üyeler ile Uluslararası Tekerlekli Sandalye Basketbol Federasyonu (International Wheelchair Basketball Federation: IWBF)'yi oluşturmaktadır (23). IWBF'nin yetkisi hem Uluslararası Basketbol Federasyonu (Federation Internationale de Basketball Association: FIBA) hem de Uluslararası Paralimpik Komitesi (International Paralympic Committee: IPC) tarafından da tanınmıştır. IWBF'ye üye olan ülkelerde yaklaşık 30.000 engelli atletin basketbol oynadığı tahmin edilmektedir. IWBF hem Tekerlekli Sandalye Basketbol Dünya Şampiyonası hem de Tekerlekli Sandalye Eurobasket Turnuvalarının gerçekleşmesini sağlamaktadır (23,24).

Türkiye’de Bedensel Engelliler Spor Federasyonu bünyesinde yer alan tekerlekli sandalye basketbol branşında 2010-2011 sezonu itibariyle toplam 57 takım bulunmaktadır. Bunlardan 10 tanesi Süper Ligde, 10 tanesi 1. Ligde ve geriye kalan 37 takım ise 5 farklı Bölgesel Ligde mücadele etmektedir. 1997 yılından 2010 yılına kadar yapılan lig mücadelesinde en fazla şampiyonluğu İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Galatasaray Tekerlekli Sandalye Basketbol

Takımlarının aldığı gözlenmektedir. Tablo 2.2’de 1997-2010 yılları arasında Türkiye Tekerlekli Sandalye Basketbolu Süper Liginin kazanan takımlar ve şampiyonluk sayıları gösterilmektedir. Ayrıca Galatasaray Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı 2007-2008 ve 2008-2009 sezonlarında iki kez Avrupa Şampiyonlar Ligi Şampiyonu ve daha sonrasında Dünya Şampiyonu olarak Türkiye’de kulüp bazındaki en büyük başarıya imza atmıştır (25).

Tablo 2.2: Türkiye Tekerlekli Sandalye Basketbolu Süper Ligi’nde 1997-2010 Yılları Arasında Şampiyon Olan Takımlar

Takım	Şampiyonluk
İzmir Büyükşehir Belediyesi Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı	4
Galatasaray Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı	4
Beşiktaş Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı	2
İskenderun Belediyesi Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı	2
Engelli Yıldızlar Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımı	2

Tekerlekli sandalye basketbolunda maçlar beşer oyuncudan oluşan iki takım arasında gerçekleştirilir. Oyun yapısı itibariyle yüksek fiziksel kondüsyon ve teknik beceriyle birlikte süratli bir biçimde yer değiştirmeyi gerektiren bir oyundur. Tekerlekli sandalye basketbol karşılaşmalarının kuralları ve sınıflandırmaları IWBF tarafından belirlenmektedir (23,24). Karşılaşmalar, ayakta oynanan basketboldakiyle aynı saha büyüklüğü ve pota yüksekliğinde gerçekleştirilir. Tekerlekli sandalye basketbol karşılaşmaları ayakta oynanan basketbol karşılaşmalarıyla ortak özelliklere sahip olmakla beraber, kendine has, benzersiz stiliyle ayrı bir yere sahiptir. Oyunda, yardımlaşma esasına dayalı alan savunması ve adam adama savunma çok sık kullanılır. Sporcuların tekerlekli sandalyedeki hareketlerini ayarlamak için geliştirilen farklı bir top saydırma kuralı ve yüksek bir yoğunluğu olan bu spor, kendi atak sistemini yaratmıştır. Sahadaki hareketi arttırmak için, bir takım genellikle üç defans oyuncusu ve iki pivottan oluşur (23,24).

Tekerlekli sandalye basketbolunda oyunun kural ve oynanış farklılıkları:

Bedensel engelliler basketbolunun normal basketbola göre birçok kural ve oynanış farklılıkları bulunmaktadır. Bunlar:

- Toplu oyuncu topu kucağında tutarak (sektirmeden) arabasının tekerleğini sadece iki defa yürütebilir.

- Oyuncular hareketler esnasında arabanın tek tekerleğini havaya kaldırabilir. İki tekerleğin birden havaya kalkması halinde oyuncu teknik faül alır. Oyuncuların kullandığı arabalarda arka tarafta bulunan iki büyük tekerlekle birlikte ön tarafta da iki küçük tekerlek bulunmaktadır. Ayrıca her oyuncu arabada mevcut olan bir kemerle arabaya bağlanmıştır.
- Oyuncu tek eliyle topu sürerken veya herhangi bir hareket yaparken diğer elini zemine değdirmesi yasaktır.
- Arabayı geri geri sürmek yasaktır.
- Oyuncuların arabalarıyla birlikte saha dışına çıkması yasaktır, şeklinde özetlenebilir (24).

Oyuncuların sınıflandırılması:

Birçok farklı bedensel engel olması nedeniyle oyuncular tekerlekli sandalye basketbolunda sahip oldukları bedensel engele göre sınıflandırılmaktadır. Yani her oyuncunun bedensel engeline göre puanlaması IWBF tarafından belirlenmiş puanları bulunmaktadır. Bu puanlar 1 ile 4,5 arasında değişmektedir. Oyuncunun bedensel engeli ağırlaştıkça, ters orantılı şekilde sahip olacağı puanı da azalmaktadır. Buradaki en önemli konulardan biri de oyun esnasında saha da bulunacak beş oyuncunun toplam puanların üst sınırınının 14 olmasıdır. Bunun temel sebebi takımlar arasındaki dengeyi korumaktır. Sahip olunan puanlara örnekler vermek gerekirse, çocuk felci hastalığına sahip olan oyuncular genelde 1,5 puana sahiptirler. Diz eklemlerinde sakatlığı olanlar yani sadece koşma problemi olan oyuncular (yürüme sorunu olmayanlar) ise 4 veya 4,5 puanlık oyuncular olarak sınıflandırılır. Yine omurilik rahatsızlıkları olan oyuncular 1 ile 1,5 puan arasında değerlendirilmektedir. Ayrıca 22 yaşının altındaki sporcular genç kategorisine girmektedir. 18 yaşından küçük sporcular ise puanlama yapılırken bedensel engelleri sonucu aldıkları sınıflandırma puanından 1 düşülerek takım hesaplamasına katılır. Mesela 17 yaşında bir oyuncunuz var ve bedensel engelinden dolayı aldığı puan 2,5; bu oyuncu maç esnasında, 14 olan takım puan limiti içinde 1,5 puan olarak değerlendirmeye alınır. Benzer şekilde bayan oyuncular da puanlamada 1,5 puan düşürülerek dikkate alınır (26).

2.5. Kas Dokusu ve Özellikleri

Kas hücrelerinin bir araya gelmesiyle meydana gelen yapı, kas dokusu olarak adlandırılmaktadır. İnsan vücut ağırlığının yaklaşık %40-50'sini oluşturur. İnsan vücudunda yapılarına göre 3 tip kas vardır; bunlar iskelet kası, kalp kası ve düz kastır. Bir hareketin oluşumu iskelet kaslarının kasılmasına bağlı olduğundan, iskelet kasları egzersiz fiziolojisi içerisinde ayrı bir öneme sahiptir (27).

2.5.1. İskelet Kasının Fizyolojik Anatomisi:

Bütün iskelet kasları, çapı 10-80 mikrometre arasında değişen çok sayıda liften oluşmuştur. Bu liflerin her biri daha küçük alt birimlerden meydana gelir (28). Her iskelet kası bir eklemi geçer ve proksimal ve distal sonlarındaki tendonlarla kemiğe yapışır; böylece vücudun kaldıraç sistemi olarak görev yaparak hareketi oluşturur (29).

İskelet kası hücrelerini oluşturan yapılar şunlardır:

Sarkolemma: Sarkolemma kas lifinin hücre zarıdır. Plazma zarı ile birçok ince kollajen lif içeren bir polisakkarit tabakasından meydana gelen dış kılıftan ibarettir.

Miyofibriller; Aktin ve Miyozin İplikçikleri: Her kas lifi birkaç yüz ile birkaç bin arasında miyofibril içerir. Her miyofibrilde yaklaşık 1500 miyozin filamentleri (iplikçigi) ve yaklaşık 3000 aktin filamentleri vardır. Bunlar, kas kasılmasından sorumlu büyük polimerize proteinlerdir. Miyofibriller, uzunlamasına incelendiklerinde "sarkomer" adı verilen çok sayıda bölmelere ayrılırlar. İki Z çizgisi arasında kalan miyofibril bölümüne *sarkomer* denir. Sarkomer, kas hücresinde kasılma işini yapan en küçük birimdir. Miyofibriller dolayısıyla sarkomer, protein yapıdaki miyofilamentlerden oluşur. Miyozin ve aktin filamentlerin iç içe girmesi nedeniyle birbirini izleyen koyu ve açık bantlar oluşturur. Açık bantlar sadece aktin filamentlerini içerir ve *I bandı* adını alır. Koyu bantlar ise miyozin filamentlerini ve aralarına giren aktin filamentlerinin uçlarını içerir ve *A bandı* adını alır. Miyozin filamentlerinin yan taraflarından çıkan küçük uzantılar *çapraz köprülerdir*. Çapraz köprülerle aktin filamentleri arasındaki etkileşim kasılmaya neden olur. Aktin filamentlerinin ucu *Z çizgilerine* tutunur. Aktin filamentleri bu çizgiden her iki yöne doğru uzanarak miyozin filamentlerinin arasına girer. Z çizgisi kas lifi boyunca ilerleyerek bir miyofibrili diğerine bağlar. Böylece tek miyofibrilde olduğu gibi, bütün kas lifi boyunca da

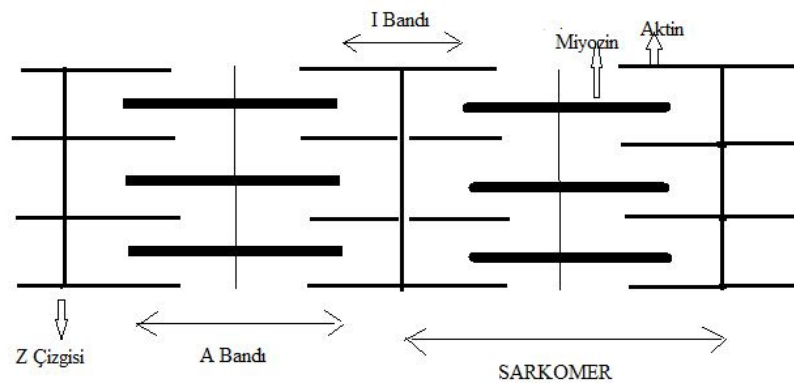
görülen açık ve koyu bantlar iskelet ve kalp kasına çizgili görünüm verir. Kas lifi kasıldığında sarkomer boyu yaklaşık 2 mikrometredir. Bu boyda aktin filamentleri miyozin filamentlerinin üzerini örter ve aktin filamentlerinin uçları birbiri üzerine gelmeye başlar. Sarkomer en büyük kasılma gücünü bu boyda oluşturabilir. Miyozin ve aktin filamentleri arasındaki ilişkiyi *titin* adı verilen çok sayıda filamentöz molekül sağlar (29,30).

Sarkoplazma: Miyofibriller arası boşluklar, mitokondri gibi enerji üreten hücre organelini ve potasyum, magnezyum, fosfat ve protein yapıda enzimler içeren *sarkoplazma* adı verilen hücre içi bir sıvı ile doludur.

Sarkoplazmik Retikulum: Sarkoplazma içinde bulunan zengin endoplazmik retikulumdur ve kas kasılmasının kontrolünde oldukça önemli bir rolü vardır (29).

2.5.2. Kas Kasılmasının Kayan İplikçik Mekanizması:

Kas kasılması miyofilament proteinler, özellikle aktin ve miyozin ile sağlanır. Bu proteinler liflerin içinde bulunur ve sarkomer denilen kasılabilir ünite içinde düzenlenir. Şekil 2.1'de sarkomer yapısı gösterilmektedir. Kas kasılmaya başladığında, sarkomerde iki ardışık Z çizgisinden çıkan aktin filamentlerinin uçları birbiri üstüne binmeye başlar. Sonrasında aktin filamentleri miyozin filamentleri arasında ortaya doğru çekilir. Dolayısıyla aktin ve miyozin filamentlerinin uçları olabilecek en yüksek oranda üst üste biner. Z çizgileri de, aktin filamentleri tarafından miyozin filamentlerini uçlarına kadar çekilir. Böylece kas kasılması *kayan iplikçik mekanizmasıyla* oluşur (28,30).



Şekil 2.1: Sarkomer Yapısı

Uyarılma-Kasılma İlişkisi: Tek bir motor nöron birçok kas lifini aktive edebilir; bir motor nöron ve inerve edilen bütün kas lifleri birlikte *motor ünite* olarak adlandırılır. Kas kasılması için uyarı motor kortekste oluşturulur ve motor nörona ulaşır. Nöromusküler kavşakta motor

nöron asetilkolin salgılar, bu asetilkolin de kastaki özel reseptörlere bağlanır ve kas hücrelerinin depolarize olmasını sağlar. Depolarizasyon dalgasının kas lifine ulaşmasından sonra transvers tübüller aracılığıyla hücre zarından içeri girer. Bu noktada depolarizasyon, sarkoplazmik retikulumun depolanmış kalsiyumu (Ca^{+2}) salgılamasına neden olur. Bu Ca^{+2} aktin düzenleyici protein olan troponine yapışır, diğer aktin düzenleyici protein olan tropomiyozinin aktin üzerindeki miyozine bağlanma yeteneği olan bölgeleri açığa çıkarmasına yol açar. Kasılma, aktin üzerindeki miyozine yapışabilen bölgelerin açığa çıkması ile başlar. Miyozin aktine yapışır, depolanmış adenozin difosfatı (ADP) ve inorganik fosfatı (P) serbestler ve aktin miyozini sarkomerin merkezine çeker. Sarkomer boyu kısalmır ve bu da bütün kasın kasılmasıyla sonuçlanır. Güçlü bir kasılma tamamlandıktan sonra adenozin trifosfat (ATP) miyozine yapışır, aktin ve miyozini birbirinden ayırır. Miyozin adenozin trifosfataz (ATPaz) enzimi ATP'yi ADP ve P'ye ayırır. Böylece bir sonraki kasılma için enerjiyi hazır durumda tutar (29).

Kasların kasılıp gevşemesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Bu enerji ilk olarak ATP, daha sonra kreatin fosfat, glikoz ve glikojenden sağlanır. Kas kasılması sırasında glikojen, oksijen, ATP ve kreatin fosfat azalır; laktik asit, karbondioksit, inorganik P, ADP ve kreatin artar (28).

Kasların ortak özellikleri; uyarılabilme, iletebilme, kasılabilme, elastik olma ve viskozite özelliği olmak üzere 5 ana grupta toplanır.

- 1. Uyarılabilme:** Kaslar, her canlı kitle gibi, kendilerine yapılan bir uyarıya cevap verme özelliğine sahiptir. Kasların bu uyarıya cevabı "kasılma" şeklindedir.
- 2. İletebilme:** Kaslar, doğal koşullarda sinir-kas arasındaki uyarıyı "sinaps" yolu ile yani sinir sistemi yolu ile iletebilme özelliğine sahiptir.
- 3. Kasılabilme:** Kasların, kendilerine yapılan uyarılara cevabı kasılma şeklinde olur. Kaslar miyelinli sinir liflerinin denetiminde çalışmaktadır. Uyarılar sinir hücreleri boyunca iletilir ve böylece kas kasılma mekanizması başlamış olur.

Kas fizyologları tarafından ve izole kas preparatları üzerinde yapılan çalışmalar izotonik ve izometrik olmak üzere iki tip kas kasılması olduğunu göstermiştir. İzotonik kasılma izole preparatlarda bir ucundan sabitlenmiş kasa diğer ucuna sabit bir ağırlık bağlandığında yani sabit gerim sağlandığında oluşan kasılma tipidir ancak insan vücudunda izotonik koşulları sağlamak mümkün olmadığından kas kasılma tipleri egzersiz fizyolojisi açısından ele alınmalıdır (27).

Egzersiz fizyolojisi açısından beş çeşit kasılma tipi vardır. Bunlar:

- **İzometrik Kasılma:** Uzunluğu sabit kalan, fakat gerimi artan, statik bir kasılma şeklindedir. Bütün kasılmaların başlangıcını izometrik kasılmalar oluşturur.
 - **Konsantrik Kasılma:** Kasın tonusu aynı kalırken, boyu kısalır. Yani, kısalarak meydana gelen dinamik bir kasılma türüdür. Vücut geliştirme çalışmasında bu tip kasılmalar çok iyi bir örnektir. Bu kasılmaya aynı zamanda "İzotonik kasılma" da denir. Genellikle insanın kassal aktiviteleri, izometrik ve izotonik kasılmaların birbiri ardına yapılmasından veya her ikisinin beraberce uygulanmasından oluşur. İzometrik ve İzotonik kasılmaların beraberce olması, yani kasın hem geriminin hem de uzunluğunun değişmesine de "Oksotonik Kasılma" denir
 - **Eksantrik Kasılma:** Dinamik bir kasılma türüdür. Kas kasılırken boyu uzar, yani konsantrik kasılmanın aksine, uzayarak meydana gelen bir kasılmadır.
 - **İzokinetik Kasılma:** Sportif aktivitelerde uygulanan kasılma şeklidir. Sabit hızda, maksimal ölçüde yapılan bir kasılma şeklidir.
 - **Tetanik Kasılma:** Bu kasılma, tek kasılmaya oranla 4 misli daha kuvvetli, uzun süreli ve daha ekonomik kasılma şekli olup, daha fazla iş görür. İstemli hareketlerimiz genellikle devamlı, yani tetanik kasılmalar şeklindedir. Kasa gelen ve tek bir uyarının oluşturduğu kasılma bitmeden arka arkaya sık sık uyarılar verilirse, kas gevşemeye vakit bulamaz ve devamlı bir kasılma gösterir. Tetanik kasılmanın meydana geldiği en düşük uyarın frekansına "Kritik Frekans" adı verilir.
4. **Elastik Olma:** Kası istirahat uzunluğundan daha öteye gerip, uzatırsak bir direnç ile karşılaşırız. Bunu yapan, yani kası geren ve uzatan kuvvet kesildiği zaman, kas yine istirahat uzunluğuna döner. Bu kasın "Elastik olma" özelliğidir.
5. **Viskoz Kitle Olma:** Kaslar, şeklini değiştirmek isteyen kuvvetlere karşı iç sürtünmeler nedeni ile bir direnç gösterirler. Kendilerine tatbik edilen kuvvet ile kasın direnmesi arasındaki denge ancak bir süre sonra meydana gelir. Bu durum kasların "viskozite" özelliğidir. Kas, yaptığımız bir hareket veya egzersiz neticesinde uzatılacak olursa, bu hareketin oluşturacağı uzunluğa hemen erişmeyip, uzamanın son kısmı yavaş yavaş meydana gelir. Diğer taraftan, hareket bitince normal uzunluğuna hemen dönmez. Kasın viskozite özelliği onun bir çeşit korunma mekanizmasıdır. Bunu, kapıların çarpmasını

önleyen ve yavaş kapanmasını sağlayan yay mekanizmasına benzetebiliriz. Kaslarda bu özellik olmasa idi, ani ve şiddetli kasılmalarda, kas ve kemik bütünlüğü tehlikeye girer ve kopmalar olurdu. Viskoz özellik bir çeşit frenleme görevi yapmaktadır (27).

2.6. Eksantrik Egzersiz

Eksantrik kasılma kas boyunda uzamanın olduğu bir kasılma şeklidir. Burada kastedilen uzama, dıştan uygulanan bir yüke karşı kasın aktif olarak direnç gösterme yeteneğini aşması sonucu meydana gelen kas uzamasıdır (31). Eksantrik egzersizler konsantrik egzersizin tersi olarak tanımlanmaktadır. Tüm eksantrik egzersizler basit bir prensibe dayanmaktadır; kas boyu gerildiğinde uzar. Örneğin biri sizi iterken kollarınızı kilitleyip karşı koyduğunuzda kollarınızda oluşan gerilim eksantrik kasılmaya neden olmaktadır. Yüksek eksantrik aktivite içeren egzersizlere; dayanıklılık eğitimi, uzun süreli uzun mesafe koşu ve aralıklı mekik koşu örnek olarak verilebilir (13). Eksantrik antrenman, önemli kuvvet ve hacim kazanımı elde etmek için kullanılabilir, ayrıca bir sonraki seviyeye geçmek ve geçirilen sakatlıkların azaltılmasında anahtar rol oynayabilmektedir (8).

Eksantrik egzersizde negatif bir mekanik iş söz konusudur. Eksantrik aktivite sırasında oluşan çapraz köprüler, gevşeme öncesinde aktin-miyozin bantlarının bozulması nedeniyle daha büyük bir kuvvetle ayrılmak zorunda kalır. Sonuç olarak, aktif motor ünite başına daha büyük bir gerilim gelişir ve kas-tendon kavşağında daha fazla yaralanma riski oluşur (12).

2.7. Gecikmiş Kas Ağrısı

İskelet kaslarımızda çoğunlukla eksantrik kas hareketlerini içeren yüksek şiddette ve alışkın olunmayan tarzda yüklenmeler sonrasında oluşan, ağrı ve/veya hassasiyete gecikmiş kas ağrısı denilmektedir (12,32,33). GKA çoğunlukla egzersizden 24–48 saat sonra ilerleyici bir şekilde kasın distal kısmında başlar ve tüm kas boyunca yayılır. GKA'ya sebep olarak, kasların spor sırasında mikro düzeyde yırtılmalara uğraması ve yırtılma sonrası kendini güçlendirmek için tekrar yapılanması gösterilmektedir (32). GKA'nın spor yaralanmalarının en yaygını ve en sık tekrarlayanı olabileceği düşünülmektedir (12).

Bireyler tarafından yapılan aşırı kas güçlendirme seansları gerilen kaslarda kas ağrılarına yol açabilir. Eksantrik egzersiz temelli olan ağırlığı aşağı yönde indirme ve yokuş aşağı koşma GKA oluşturuvcu egzersiz modelleridir (7). GKA özellikle eksantrik egzersiz sonucu oluşur (32,33,34). Cheung ve ark., GKA'yı pozisyon hissi bozulması, azalan güç ve anormal EMG paterni olarak tanımlamıştır (12). GKA kas performansında, eklem hareket açıklığında ve kas gücünde azalmaya, kas şişkinliğine ve plazma CK aktivitesinde artışa neden olur. Bu değişiklikler geçicidir; 24–48 saatte zirve seviyesine ulaşır ve genelde 10 günde hepsi geri döner, bazı bulgular da birkaç saat içinde normale döner. Sporcularda sık olarak ortaya çıkan bu klinik tablo önemli düzeyde yakınmalara, dolayısıyla performans azalmalarına ve antrenman ya da yarışmalara katılamamaya neden olabilir. GKA üzerinde yapılan çalışmaların çoğu plazma CK aktivitesi değişiklikleri, EMG bulguları ve kas kuvveti üzerinde odaklanmış olup GKA'nın koordinasyon ve motor performans gibi üst ekstremitenin diğer komponentleri üzerinde etkisine çok az değinilmiştir (35). Kas hasarı belirleyicisi olan CK'nın kas hasarı esnasında plazmadaki oranı artar. CK'nın plazmadaki seviyesinin artması kas doku hasarının göstergesidir (36,37,38).

2.8. Gecikmiş Kas Ağrısı İle İlişkili Bulgular:

Kas yaralanmasına neden olan eksantrik egzersiz ağrı oluşumu, kas gücünde azalma, plazma CK aktivitesinde artma, hücre yapısında bozulma ve inflamasyon ile sonuçlanabilir (39,40). Oluşan ağrı veya zedelenme egzersizin yoğunluğu ile ilişkilidir (34). En belirgin semptom ve bulgular geçici olarak normal eklem hareket açıklığında ve kuvvette azalma, ödem, sertlik, ağrı ve hassasiyettir (41,42,43,44).

Kas hasarının direkt değerlendirilmesi insan kasında zordur çünkü sadece kas biyopsisi veya (Magnetic Resonance Imaging:MRI) ile mümkündür. Biyopsinin invaziv doğası ve tekniğinin kullanımındaki hatalar ve MRI değerlendirmesinin ne ifade ettiğinin tam olarak açıklanamaması nedeniyle çalışmacıların çoğu yaralanmayı değerlendirmek için indirekt yaralanma semptomlarını kullanmıştır (43).

Güç Kaybı:

Eksantrik egzersiz sonrası meydana gelen güç kaybı, ilk 48 saatte en yüksek değere ulaşır ve 5 günde normale döner (44). Kas hasarı oluşturmayan egzersizin hemen sonrasındaki (ör. konsantrik egzersiz) güç kaybı, sonraki birkaç saatte normale döner ve genelde metabolik veya

nöral yorgunluğun sonucunda oluştuğu düşünülür (45). Eksantrik kasılma içerikli yokuş aşağı koşma minimal hasar oluştururken egzersizden hemen sonra %10-30 oranında güç kaybı meydana getirir; iyileşme periyodu konsantrik protokolden daha uzun sürer (egzersiz sonrası 24 saat) (46,47). Yüksek dirençli eksantrik egzersiz daha büyük oranda güç kaybı (%50-65) oluşturur ve iyileşme periyodu daha uzun sürer (43).

Yapılan çalışmalar eksantrik egzersiz sonrasındaki uzamış güç kaybının başlangıç kas uzunluğuyla ilişkili olduğunu; daha fazla güç kaybının daha uzun kas uzunluğunda kasılmanın oluşturulmasıyla ortaya çıktığını göstermiştir (40,43).

Plazma Kreatin Kinaz Aktivitesi (Enzimatik Protein Aktivitesi):

Birçok çalışma eksantrik egzersiz sonrası kas yaralanmasının indirekt kanıtını sağlamak için kandaki kas proteinin varlığını değerlendirmiştir (48,49). Her ne kadar diğer kas proteinleri de egzersiz sonrası kas yaralanması sonucunda artış gösterse de, CK en fazla geçerliliği kabul edilen proteindir (43,50). Bunun nedeni belki de CK artış miktarının diğer proteinlere göre daha fazla olmasıdır. Yapılan çalışmalarda egzersiz sonrası plazma CK değişiminin kişinin aktivite seviyesi, kas kitlesi veya cinsiyetle ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir (51).

Çalışmaların çoğu, serum CK seviyesinin egzersiz sonrasındaki 24-48 saatte artış gösterip 3-6 gün boyunca yüksek seviyede kaldığını göstermiştir. Plazma CK, kas kontraksiyonu esnasında ATP'yi uygun seviyede tutmakla görevli intramusküler bir enzimdir. CK'nin kanda artışı kas hücrelerini saran zarın yırtılmasını veya geçirgenliğin artışı ifade eder. Serum CK seviyesindeki artışın kas yaralanma şiddetiyle ilişkili olduğu sıkça bahsedilse de bu potansiyel korelasyon tam olarak kanıtlanmamıştır (52).

Kas Ağrısı ve hassasiyeti:

Egzersiz sonrası akut kas ağrısının mekanizması bilinse de, GKA'nın etiolojisi tam olarak açıklanmış değildir (53). Egzersizi takiben 8-72 saat içinde oluşan ağrı (54) ve hassasiyet 24-48 saatte en üst seviyeye ulaşır (55) ve 5-10 gün içinde kaybolur (5,53,56). Güçlü bir eksantrik aktivite sonrasında ağrı ve hassasiyet gibi GKA semptomları, hareket veya kas palpasyonu esnasında kas kitlesi boyunca veya kasın distal kısmındaki kas-tendon kavşağında görülür (53).

GKA'nın en olası açıklamasının bağ dokularındaki inflamasyon ile ilgili olabileceği ileri sürülmüştür. Buna göre, inflamasyon mekanoreseptörleri hassaslaştırır; bu nedenle kasa bir uyarı geldiğinde ya da bölge hareket ettiğinde mekanoreseptörler kolay biçimde aktive olurlar (57). Histamin, bradikinin ve prostaglandin (PGE) gibi zararlı kimyasallar ağrının üretilmesinde etkilidir. Kas dokusu zarar gördüğünde bu kimyasallar salınır (43,58).

Daha önce yapılan klinik çalışmalarda, GKA sonrasında kas hassasiyetini belirlemek amacıyla kullanılan bir diğer ölçüt de basınç-ağrı eşiğiydi. Bu çalışmalarda, GKA oluşturulduktan sonra olguların etkilenen ekstremitesinde ölçülen basınç-ağrı eşiği değerlerinde azalma olduğu bildirilmiştir (59).

Şişkinlik:

GKA üzerinde yürütölen çalışmalarda etkilenen ekstremitede çevre ölçüm değerlerinin arttığı bildirilmektedir (43,60). Çalışmalarda eksantrik egzersiz sonrası şişkinliğin, dereceli olarak 48 saatte ortaya çıktığı ve yaklaşık 10 günde en yüksek değere ulaştığı bildirilmiştir (5). Kas liflerinde şişkinliğin, ağrı hissedilmesine katkıda bulunması olasıdır (43). Şişkinlik, inflamasyonla birlikte dolaşımdan hücreler arası boşluğa sıvı ve hücre hareketi sonucu oluşur ve kastaki serbest sinir uçlarını aktive ederek (43) ağrı hissine katkıda bulunur (44). Yaralanmaya eşlik eden kas şişkinliğinin, eksantrik egzersiz sonrasında kas sertliğine yol açtığı da öne sürülmüştür (39).

Performansın Azalması ya da Bozulması:

Eksantrik egzersiz, kas ağrısı ve kas dokusundaki yapısal değişimlerin yanı sıra kas fonksiyonu ve eklem mekaniğinde de değişimlere neden olabilir (61). Bu değişimler yapılan egzersizin türüne, kişinin yapısına bağlı olarak normal eklem hareketinde, güç ve kuvvette, ağrı ile birlikte istemli kas aktivitesinde azalmalar ile karakterizedir. Tüm bu faktörler nedeniyle, GKA sonucu performans kayıpları görölmekte ve bu durum sporcularda yarışmalar sırasında önemli kayıplara ve yaralanma ile karşılaşma riskinin artmasına neden olmaktadır. Oluşan performans kaybı kişileri bireysel olarak kısıtlayan bir durumdur ve kaybolan güç ve kuvvetin geri kazanılması, ağrı veya normal eklem hareketinin geri dönüşü kadar kolay olmamaktadır (41).

Elit atletlerde ağrıya cevap olarak geliştirilen kompensatuvar mekanizmalar performansta azalmaya ve optimal antrenman şiddetine ulaşamamaya neden olabilir (12). Eksantrik egzersiz sonrasında oluşan kas yaralanmasının sonucunda bozulan performans, en çok maksimal izometrik istemli kasılma gücünde bir düşme ile dikkat çeker (62).

Bu konudaki çalışmaların çoğu antrene olmayan veya son 6 ay içinde dirençli antrenmana girmeyen bireyler üzerinde yapılmıştır. Her ne kadar şu ana kadar yaralanma mekanizmasının farklılaşp farklılaşmadığı konusunda bir kanıt olmasa da, kas yaralanma derecesi ve etkisinin antrene olmayan bireylerde daha şiddetli görülme ihtimali vardır (63). Performansın azalmasını, kas ve tendonlardaki propriyoseptif sensörlerin bozulmasına neden olan yorgunlukla ilişkilendiren bazı araştırmalar vardır. Hem eksantrik hem de konsantrik yorucu egzersiz performansın bozulmasına neden olurken eksantrik egzersiz sonrası kasta iyileşme daha yavaştır (64).

Pozisyon Hissinin Bozulması:

İstemli hareketin başarılı bir şekilde planlanması ve uygulanmasında, eklemin başlangıç ve sonrasındaki pozisyonunu bilmek gerekli ve önemlidir. Genel görüş, kas reseptörlerinin bu eklemel bilgiyi sağladıkları yönündedir (65). Deri, kas, eklem, bağ ve tendonlarda çeşitli propriyoseptörler bulunmaktadır. Bunların hepsi merkezi sinir sistemine girdi sağlar. Ağrı duyusunu oluşturan serbest sinir uçları da propriyosepsiyon ile yakından ilişkilidir (66). Eksantrik egzersiz sonrası oluşan ağrı ve hassasiyet nöromusküler fonksiyonun da bozulmasına yol açmaktadır (67).

Şiddetli bir egzersizden sonra ayaklarımıza bastığımızda sabit olmadığımızı hissederiz ve yetenek gerektiren aktiviteleri yapmakta zorlanırız. Bu kısmen eksantrik egzersizle ilişkilidir ve egzersiz nedeniyle oluşan bir pozisyon hissi farklılığının kanıtıdır (68).

Pozisyon hissinde bozulma boyutu güç kaybı ile orantılıdır. Yani pozisyon hissi kaybında eksantrik egzersiz tek etken değildir; eksantrik egzersizin ortaya çıkardığı güç kaybı da bir etkendir (66,68,69). Güç üretiminin algılamasında değişme, bozulan propriyosepsiyon ile uyum göstererek atleti yaralanmaya hazırlar (63).

Eklem Hareket Açıklığı:

Çalışmalarda eksantrik egzersiz sonrası, bireylerde eklem hareket açıklığının azaldığı ve 10 gün sonra bile egzersiz öncesi değerlere ulaşamadığı gözlenmiştir. GKA sonrasında, kas lifleriyle paralel biçimde uzanan konnektif dokunun eklem hareket açıklığının azalmasında etkili olduğu öne sürülmüştür (70). Ayrıca azalan eklem hareket açıklığının kas-tendon kavşağındaki şişkinlik ile bağlantılı olduğu da öne sürülmektedir (12).

2.9. Egzersizin Neden Olduğu Kas Yaralanması ve Gecikmiş Kas Ağrısının Oluşumu

GKA'nın oluşumundan sorumlu mekanizmalar hakkında günümüze kadar altı teori öne sürülmüştür (12). Bunlar :

- (i) ***Laktik Asit Teorisi:*** Egzersizin bitirilmesini takiben laktik asidin üretilmeye devam etmesi gerçeğine dayandırılmaktadır (54,71). Bu teori son yıllarda kabul görmemektedir çünkü konsantrik egzersizde daha fazla metabolik ürün açığa çıkmasına rağmen GKA oluşmaz (12,72).
- (ii) ***Kas Spazmı Teorisi:*** Eksantrik egzersiz sonrasında istirahat kas aktivitesi seviyelerinde artışın gözlenmesi üzerine ortaya atılmıştır. Bu durum lokal kan damarlarının kas tonusunun artması nedeniyle sıkışmasına ve ağrı mediyatörlerinin bölgede birikmesine neden olmaktadır.
- (iii) ***Konnektif Doku Hasarı Teorisi:*** Konnektif doku yapısı ve dizilimi kas lifi tipine bağlı olarak değişebilir. Eksantrik egzersizin oluşturduğu bir gerilim sonucunda tip II kas liflerinin hasarla karşılaşma oranı daha yüksektir (12,41). Tip II kas lifinde bir gerilim sonucu oluşan kas hasarı, kas-tendon kavşağında hem konnektif dokuda hem de kas lifinde aşırı gerilime neden olur. Konnektif dokuda meydana gelen hasar, ağrı ve hassasiyete neden olur.
- (iv) ***Kas Hasarı Teorisi:*** Eksantrik egzersiz sonrasında gerilim altında kasın uzamasıyla, kasın kontraktıl yapısında bozulma meydana gelmesini temel alan bir teoridir. Tip II kas liflerinin kas hasarına daha yatkın olduğu öne sürülmüştür (12,41).

- (v) **Enflamasyon Teorisi:** Hasar görmüş kas lifleri ve konnektif dokudaki hızlı yıkımla birlikte bradikinin, histamin ve özellikle PGE artışı ve hasarlı bölgeye doğru nötrofil ve monosit transferini temel alan bir teoridir. Egzersizden birkaç saat sonra, kas yaralanmasının bir belirteci olan nötrofilin dolaşımında artışı gözlenebilir ve bu da akut enflamasyonu destekler.
- (vi) **Enzim Taşma Teorisi:** Normalde sarkoplazmik retikulumda bulunan Ca^{+2} sarkolemma hasarını takiben kasın hasar bölgesinde birikir. Bu da ATP rejenerasyonunu sağlayan mitokondriyal seviyede hücresel solunumun inhibisyonuna yol açar. Ca^{+2} 'nin yeniden sarkoplazmik retikuluma aktif taşınması için ATP gereklidir. Ayrıca Ca^{+2} 'nin hasar bölgesinde birikimi proteaz ve fosfolipaz enzimlerini aktive ettiği düşünülmektedir. Bu enzimler lökotrien ve PGE üreterek sarkolemmada daha fazla hasara yol açar (54). Sonuçta zayıf olan Z çizgisinde kas protein dejenasyonu artar ve ağrı sinir sonlanmaları kimyasallarla uyarılır (71).

Şiddetli ve alışılmadık bir egzersiz sonrasında, kaslarda hücresel düzeyde bir hasar meydana gelir. Bu hasar literatürde mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimleriyle ifade edilmektedir (73).

Eksantrik hareket, yüksek güç ve az kas lifini kombine eden bir yükleme profili ile karakterizedir ki bu da ilişkili yapılarda temel mekanik stres oluşturur. Egzersizin neden olduğu kas yaralanmasının bu mekanik streslerin sonucu olduğuna geniş biçimde inanılmaktadır (6,30). Bazı kaynaklar, eksantrik kasılma sonrasında, konsantrik kasılmaya göre kas hasarının daha şiddetli olduğunu bildirmişlerdir (11,35,74).

Eksantrik egzersiz esnasında fibril başına düşen mekaniksel stres, konsantrik egzersizden daha yüksektir (8,74). Deneysel veriler, kastaki mekanik gerilimin egzersiz nedenli kas yaralanmasının birincil nedenlerinden biri olduğunu göstermiştir. Çalışmalarda elde edilen verilere göre, eksantrik kasılma sırasında kasın optimal uzunluğunun %140 oranında uzaması kasta alışılmadık mekanik gerilim oluşturur; egzersiz sonrası güç üretim kapasitesi azalırken kas yaralanması artar (75). Ayrıca kontraktıl elemanlardaki hasar, kas kuvveti ve hareket genişliğinde azalmalara yol açmaktadır (8,74). Faulkner ve ark., eksantrik egzersizde diğer sarkomerlerin uzunluklarını korudukları esnada bazı sarkomerlerin optimal örtüşmeyi geçerek

gerildiğini ve böylece yaralanma oluştuğunu belirtmiştir (75). Sarkomer bozulmasına neden olan mekanik stres ve kasılma-gevşeme döngüsü sistemindeki başarısızlığı (7,63) takiben yaralanma bölgesinde artan inflamatuvar sitokinler ve reaktif oksijen türleri gibi biyokimyasal değişimlerle yaralanma alevlenebilir (76,77). Oluşan inflamatuvar yanıt prostaglandin E₂ (PGE₂) ve lökotrien sentezine yol açar. PGE₂ kimyasal uyarıların etkisiyle tip 3 ve 4 ağrı afferentleri duyarlı hale getirerek ağrı hissine neden olur; bu esnada lökotrinler vasküler geçirgenliği artırır ve nötrofiller hasar bölgesine yapışır. Nötrofillerin “solunumsal patlaması” sonucu serbest radikaller oluşur; bu serbest radikaller hücre zarındaki hasarı arttırabilir. Şişkinlik, inflamasyonla birlikte dolaşımdan hücreler arası boşluğa sıvı geçişi ve hücre hareketi sonucu oluşur ve ağrı hissine katkıda bulunur (77). Yaralanma paterni, kas kitlesi boyunca yer yer görülür (7,78), hassasiyet ve kas şişkinliği ile bölgesel olarak farklılaşarak ortaya çıkar. Aslında komşu lifler normal görüntüdedir (77). Sonuç olarak; şiddetli egzersiz sonucu kas hücrelerinde yapısal hasar oluşur, kalsiyumun sarkoplazmik retikulumun dışına sızmasıyla hücre içi kalsiyum artar ve proteaz ve fosfolipaz enzimlerinin aktivasyonuna ve buna bağlı olarak da hücre proteinlerinin yıkımına yol açar. Bu gelişmelere bağlı olarak inflamatuvar faz başlar; ödem ve ağrı ortaya çıkar (52).

Stauber ve ark. hücreler arası matriksi değerlendirmek için eksantrik egzersiz yapan bireylerden aldıkları biyopsi örneği sonucunda kas yaralanması sonrası hücreler arası matriks hasarını, kapiller bozulmayı veya yaralanmayı göstermişlerdir (79).

Yaralanmanın sarkomerde, T tübüllerinde, miyofibrillerde ve sitoskeletal sistemde ortaya çıktığı görülmüştür (43). Yaralanmadaki yapısal değişimler Z çizgisinin dalgalanması, Z çizgisinin diziliminin bozulması, kalın miyoflamentlerin kaybı, A bandındaki filamentlerin bozulan düzeni, anormalite gösteren bölgede mitekondriya kaybıdır (80). Kas hasarı ile birlikte Z çizgisinin dalgalanma özelliği konusunda Friden ve ark. (81) ve diğer morfolojik çalışmalar, miyofibriler zincirde Z çizgisinin zayıf halka olduğunu öne sürmüştür. Friden ve ark. Z çizgilerini birlikte tutan sitoskeletal protein *desmin*'in egzersiz nedeniyle oluşan kas yaralanmasına hassas olabileceğini belirtmiştir (8,80).

Sarkomer yapısını sabitleme görevini yapan sitoskeletal proteinler, eksantrik hasarı önleme ya da arttırmada potansiyel role sahiptirler. Bunlar:

Titin: Miyozin filamentleri ile Z çizgisinin bağlantısını sağlar ve kalın filamentlerin sarkomerin merkezinde tutulmasında çok önemli role sahiptirler. Sarkomer uzunluğundan daha fazla uzamış kas liflerinde, titin çok az gerilim üretir ve kalın filamentlerin dizilimi bozulur.

Desmin: Büyük oranda Z çizgilerinde bulunurlar ve iki komşu Z çizgisi arasındaki bağlantıyı sağlarlar. Desmin kaybının hücre yaralanmasının bir parçası mı, yoksa sarkomer organizasyonunun bozulmasına neden olan eksantrik yaralanmanın çok erken ve spesifik bir özelliği mi olduğu tam bilinmemektedir. Ancak eksantrik egzersiz sonrası güç kaybında direkt mekanik rol oynadığı konusunda fikir birliğine varan çalışmalar vardır (13,82).

Distrofin: Sarkolemmada bulunan glikoprotein kompleksi yapılandıran proteinlerden biridir. Eksikliği ya da anormallığı, kas liflerinde hasara neden olan muskuler distrofiye neden olur (13).

Özet olarak, kas yaralanmasına neden olan eksantrik egzersiz sonrası bir dizi kas lifi olayı meydana gelir: Sitoskeletal bozulma, myofibriler dizilim bozulması (örneğin Z çizgisinin yayılması ve A bandının organizasyonunun bozulması), hücre bütünlüğünün kaybolması, yaralanmış lif bölgesinde hiperkontraksiyon ve inflamatuvar hücrelerin istilası (43).

Bir teori ise eksantrik kasılma sırasında sarkomerlerin düzensiz biçimde uzadığıdır. Bu düşünce “popping-sarcomere” hipotezinin temelidir (63). Kas yavaşça uzadığında sarkomer uzunluğu artan gerilimle birlikte düzensiz biçimde gerilir. Morgan ve ark., bu gerilimin ani ya da yüksek güçte olduğunda sarkomerde düzensiz gerilimin oluştuğunu ve bazı sarkomerlerin aşırı gerilerek yaralanmayı ortaya çıkardığı teorisini önce sürmüştür (7).

Uzun yıllarca GKA, aşırı yüklenmeden sonra kasta laktat oluşumu ile ilişkilendirilmiştir. Ancak bu yaklaşımın GKA ile ilişkili olmadığı açığa çıkarılmıştır. Aşırı eksantrik egzersiz sonucu oluşan ağrı algılanması ve rahatsızlık hissi laktat oluşumu ile ilişkili değildir. Szymanski ve ark. kan ve kasta laktat seviyesinin hem şiddetli eksantrik hem de şiddetli konsantrik egzersiz sonrası arttığını, ancak bu değerlerin egzersizden 30-60 dk. sonrasında normale döndüğünü belirtmiştir. Ayrıca konsantrik egzersizin eksantrik egzersize göre daha fazla laktat oluşturduğunu ortaya koymuştur. Eğer GKA laktat artışı nedeniyle oluşsaydı konsantrik egzersiz sonrası daha büyük bir GKA ve semptomlarının oluşmasını beklerdik. Dahası, laktat seviyesi 60 dakikada normale dönerken GKA'nın semptomları 24-48 saatte en yüksek değere ulaşmaktadır (72).

Hızlı kasılan kas liflerinin eksantrik kasılmanın neden olduğu kas yaralanmasına daha duyarlı olduğu konusunda bazı kanıtlar vardır (42,44,83). Bunun nedeni hızlı kasılan kas liflerinin Z çizgisindeki yapısal zayıflığı (83) veya eksantrik egzersiz için hızlı kasılan motor ünitelerin seçici hareketlenmesi olabilir (84). Hasar şiddeti ve sonrasında takip eden semptomların zamanı hem egzersiz protokolünün özelliklerine hem de bireyle ilişkili kişisel faktörlere bağlıdır. Örneğin egzersiz yapan kasın uzunluğu, kasılma şiddetinden daha önemlidir; daha uzun kas uzunluğundaki egzersizde daha büyük hasar gözlenir (85). Daha büyük kas sertliğine sahip bireylerde eksantrik egzersiz sonrasında daha büyük GKA oluşumu görülür (86). Eksantrik egzersizin sonuçlarının kol ve bacakta farklılık gösterdiği de belirtilmiştir (33). Kanda CK aktivitesindeki artış miktarı dirsek fleksiyonda iken eksantrik egzersiz sonrasında daha büyüktür (32,33,34). Dahası, kol kaslarındaki iyileşme (53) bacak kaslarındakine göre (87) daha yavaş olmuştur. Bu farkın bir olası nedeni kasların günlük kullanımına bağlı olabilir. Submaximal eksantrik egzersizi içeren günlük yaşam aktivitelerinde (merdiven inme, yokuş inme gibi) diz extansörleri egzersiz nedeniyle meydana gelen kas yaralanmasına zaten adapte olmuş olabilir. Diğer olası neden ise kas yapısındaki farklılık ve kas lifi tipi olabilir. Kassal mimari (biceps- fusiform yapıda ve quadriceps-multipinnate yapıda) egzersiz nedeniyle meydana gelen kas yaralanması sonrası kas hasarının semptomlarını etkileyen faktör olarak görünüyor (43). Ayrıca tip 2 lifleri de tip1 liflerine göre eksantrik egzersizin yol açtığı kas yaralanmasına daha fazla duyarlıdır (42). Diz extansörleri yüksek oranda tip1 lifi içerirken biceps brachii kası yüksek oranda tip 2 tipi kas lifi içerir (4).

Tiidus ve Ianuzzo eksantrik egzersizin neden olduğu kas yaralanması sonucunda oluşan GKA'nın şiddetinin, kas kasılmasının şiddetine ve egzersiz süresine bağlı olduğunu öne sürmüşlerdir (88).

Connolly ve ark., GKA'nın kas zorlanması gibi diğer yaralanmalardan farkının önemi üzerinde durmuşlardır (77). Fark önemlidir; çünkü eğer aşırı egzersiz, özellikle de eksantrik egzersiz nedeniyle kas gerginliği oluştuysa yaralanma çok ciddi boyutlarda olur. Ancak GKA'ya maruz kalmış kasta, daha fazla kas hasarı oluşmadan eksantrik egzersize devam edebilmek olasıdır. Kas gerginliğinde bu mümkün değildir (51,72,77).

2.10. Gecikmiş Kas Ağrısının Önlenmesi ve Tedavisi:

Atletik performans üzerindeki negatif etkisi ve fiziksel aktivite katılımında azalmaya neden olmasından dolayı, GKA'nın tedavisi ve önlenmesi antrenörler ve atletler için hayati önem taşımaktadır (77).

Birçok çalışma GKA'nın tedavisi üzerinde yoğunlaşırken (9,90-102) sadece birkaç çalışma GKA'nın önlenmesi üzerinde durmuştur (3).

GKA'nın tedavisinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en sık kullanılanları; buz tedavisi, anti-inflamatuar ilaçlar, ultrason, elektrik ajanlar, homeopati, kompresyon, hiperbarik oksijen tedavisi ve masajdır (89).

Boyle ve ark. yoga antrenmanı yapan kadınların eksantrik egzersizden 24-48 saat sonra daha az kas ağrısına maruz kaldıklarını rapor etmişlerdir (103). Buna benzer bir önleyici girişim de *tekrarlı set etkisidir*. İlk kez yapılan egzersiz periyodu ile karşılaştırıldığında, egzersizin ikinci kez tekrar edilmesinde daha az kas yaralanmasına ve daha az ağrıya maruz kalındığı yaygın bir şekilde anlaşılmıştır. Bu etkiye *tekrarlı set etkisi* denir. Bu etkinin mekanizması tam olarak anlaşılmış değildir. Bu yüzden yarışsal performanstan önce kasın eksantrik strese adapte edilmesi GKA'nın tedavi ve önlenmesinde bir strateji olabilir (3,7).

Birçok çalışma GKA'nın önlenmesi ve tedavisinde antioksidan olarak C ve E vitamini üzerinde durmuş, bu vitaminlerin birlikte ya da ayrı ayrı kullanımının eksantrik egzersiz nedenli kas yaralanmasının semptomlarının şiddetinin azaltılabileceğini öne sürmüşlerdir (68).

İpek ve ark.'nın GKA üzerinde pasif germenin etkisini inceledikleri çalışmada pasif germenin GKA'nın etkilerini azalttığı sonucuna ulaşmışlardır (101).

Zainuddin ve ark. hafif konsantrik egzersizin maksimal eksantrik egzersiz sonrasında oluşan kas yaralanmasının ağrı ve hassasiyet gibi semptomları üzerinde analjezik etkisi olduğu, ancak GKA ve kas fonksiyonunun iyileşmesi üzerinde pozitif bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır (102).

Bazı çalışmalarda buz tedavisi ve buz masajı GKA'nın semptomlarının tedavisi ve önlenmesi için kullanılmış ve etkili olmadığı sonucuna varılmıştır (90,91).

Barlas ve ark., akapunkturun GKA tedavisinde etkisiz olduğu sonucuna varsa da (104), Lin ve Yang akapunkturun GKA tedavisinde etkili olduğunu öne sürmüşlerdir (105).

Mekjavic ve ark., hiperbarik oksijen tedavisinin GKA'nın iyileşmesini etkilemediğini belirtmişlerdir (92).

Craig ve ark. lazer tedavisinin GKA üzerinde etkisiz olduğunu (55), buna benzer bir çalışmada, Douris ve ark. fototerapinin GKA üzerinde yararlı bir etkisi olmadığını rapor etmişlerdir (93).

Hasson ve ark.'nın GKA üzerinde yaptıkları çalışmada kesikli ultrason kullanmışlar ancak anlamlı bir sonuca ulaşamamışlardır (106). Ancak Craig ve ark. buna zıt olarak kesikli ultrasonun tedavide etkinliğini rapor etmişlerdir (94). Ciccone ve ark. da bu bulguyu destekleyici sonuca ulaşmışlardır (95).

Tourville ve ark. yüksek voltajlı kesikli elektrik stimülasyonun GKA ile ilişkili semptomları azaltmada etkisiz olduğunu belirtmişlerdir (96).

GKA tedavisinde transkutanöz elektrik stimülasyonu (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: TENS) kullanan Denegar ve Perin, GKA ile ilişkili ağrıyı azaltmada TENS'in etkinliğini belirtse de (97), Craig ve ark. TENS kullanımının etkisiz olduğu sonucuna varmışlardır (98).

McAnulty ve ark. çalışmalarında genel analjezik ve nonsteroid anti-inflamatuar ilaç kullanımının egzersiz sonrası kas yaralanmasına karşı etkisiz olduğunu görmüşlerdir (99).

Johannsson ve ark. şiddetli eksantrik egzersiz öncesi statik germenin kas ağrısı, hassasiyeti ve güç kaybı üzerinde önleyici etkisi olmadığını sonucuna varmışlardır (100).

3.GEREC VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma deneysel niteliktedir.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma İzmir Büyükşehir Belediyesi Spor Kulübü'nde ve Karşıyaka Spor Kulübü'nde Ekim-Kasım 2010 tarihleri arasında yapılmıştır.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışmamıza İzmir Büyükşehir Belediyesi Spor Kulübü ve Karşıyaka Spor Kulübü genç-büyük elit erkek tekerlekli sandalye basketbol oyuncuları dahil edildi. Kabul kriterlerine uyan toplam 10 sporcu (yaş ortalaması:32,6±7,61) değerlendirmeye alındı. Araştırma günü herhangi bir hastalığı olan sporcular araştırmaya dahil edilmedi. Sporcular, çalışma öncesinde çalışmanın prosedürü hakkında bilgilendirildi. Araştırma öncesinde herhangi bir üst ekstremitte ağrısı veya spor sakatlığı rapor eden sporcular araştırmaya dahil edilmedi. Sporculardan araştırma süresince anti-inflamatuar ilaç kullanmamaları, germe, masaj gibi yorgun kası tedavi edici uygulamalardan ve kası yorucu aktivitelerden kaçınmaları istendi. Çalışmaya katılmak istemeyen 8 kişi ve ağrı rapor eden 3 kişi çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma esnasında gönüllü olarak çalışmaya katılan, ancak çalışmanın ikinci gününde omuz ağrısı rapor eden 1 kişi çalışmadan çıkarıldı. Tablo 3.1'de oyuncuların demografik özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 3.1: Sporcuların Yaşları, Basketbol Oynama Yılı ve Oyuncu Puanları (ort. ± SD)

	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Yaş	19	46	32.6±7.61
Basketbol Oynama Yılı	1	22	11.9±7.34
Oyunculuk Puanı	1.5	4	2.75±1.0

3.4. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmada eksantrik egzersiz sonrasında oluşan gecikmiş kas ağrısı bağımsız değişkenler iken, pozisyon hissi ve şut yüzdesi bağımlı değişkenlerdir.

3.5. Veri Toplama Araçları

On gönüllü tekerlekli sandalye basketbol oyuncusu hem kontrol hem de araştırma grubu olarak çalışmada yer aldı. Bütün ölçümlerin günün aynı saatlerinde olmasına ve aynı araştırmacılar tarafından yapılmasına dikkat edildi. Bütün sporculardan ilk gün plazma CK aktivitesinin ölçümü için sırasıyla kulak memesinden 30 µl kan örneği alındı; kol çevresi ölçümü, eklem hareket açıklığı, pozisyon hissi, kas ağrısı, kas hassasiyeti ve şut yüzdesi ölçümleri yapıldı. Bu testlerin 30 dakika (dk.) sonrasında, 24 saat sonrasında ve 48 saat sonrasında aynı ölçümler aynı sıra ile tekrarlandı. Bu şekilde kontrol grubu değerleri elde edilmiş oldu. Bir hafta sonra, egzersiz grubu verilerini elde etmek için sporculara aynı ölçümler tekrarlandı. Aynı gün, eksantrik egzersizin şiddetini belirlemek için bütün sporcuların 1 Tekrarlı Maksimumu (1 Repeated Maximum:1RM) belirlendi. GKA oluşturacak egzersiz protokolü bütün sporculara uygulandı. GKA oluşturacak eksantrik egzersiz protokolünden 30 dk. Sonra, 24 saat sonrasında ve 48 saat sonrasında testler tekrar edildi. Eksantrik egzersiz protokolü ve testler sporcuların dominant üst ekstremitesine uygulandı.

3.5.1. Plazma Kreatin Kinaz Aktivitesi

Plazma kreatin kinaz aktivitesi belirlenen zamanlarda kulak memesi kapiller kan örneği alınarak ölçüldü. Kulak memesi alkollü pamuk ile temizlenerek, 30 µl kan örneği heparinize kapiller tüp içine alındı. Örnek hızlı bir şekilde kapiller tüpten test çubuğuna alınıp kolorimetrik ölçüm prosedürü kullanılarak (Reflotron Plus, Roche Diagnostic, Mannheim, Germany) CK ölçümü için analiz edildi (13,102). Şekil 3.1'de plazma CK ölçümü için sporcuların kulak memesinden kan alımı gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Plazma CK Ölçümü İçin Kulak Memesinden Kan Alımı

3.5.2. Kol Çevresi Ölçümü

Ölçümler eksantrik egzersiz protokolü uygulanan dominant üst ekstremitede yapıldı. Olgular tekerlekli sandalyelerinde otururken üst ekstremitte anatomik pozisyona alındı. Humerusun mediyal epikondili belirlendi ve bu noktadan 3 santimetre (cm) aşağısı referans nokta kabul edildi. Ölçümler için referans noktanın 6 cm üstü işaretlendi. İşaretlenen noktadan mezura (Bodycare Products, Southam, UK) kullanılarak çevre ölçümü yapıldı (107). Şekil 3.2’de kol çevresi ölçümü gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Kol Çevre Ölçümü

3.5.3. Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü

Ölçümler, eksantrik egzersiz protokolü uygulanan dominant üst ekstremitede yapıldı. Sporcuların dirsek eklemi fleksiyon, ekstansiyon ve dinlenme açıları tekerlekli sandalyede universal gonyometre ile ayrı ayrı ölçüldü. Sporculardan kolunu anatomik pozisyona almaları istendi. Gonyometre humerusun lateral epikondili pivot nokta, sabit kol humerusun lateral orta çizgisine paralel ve hareketli kol radiusun stiloid çıkıntısına doğru, radiusun lateral orta noktasını takip edecek şekilde yerleştirildi. Dinlenme açısı, sporcuların kolu gevşek bir şekilde serbest dururken; fleksiyon açısı, sporcular dirseklerini tam olarak fleksiyona getirebildiği; ekstansiyon açısı ise, dirseklerini tam olarak düzeltebildiği açı olarak ölçüldü (107). Şekil 3.3'te dirsek eklemi fleksiyon açısı ölçümü, Şekil 3.4'de dirsek eklemi ekstansiyon açısı ölçümü ve Şekil 3.5'de dirsek eklemi istirahat açısı gösterilmektedir.



Şekil 3.3: Dirsek Eklemi Fleksiyon Açısı Ölçümü



Şekil 3.4: Dirsek Eklemi Ekstansiyon Açısı Ölçümü



Şekil 3.5: Dirsek Eklemi İstirahat Açısı Ölçümü

3.5.4. Pozisyon Hissi Kaybı Ölçümü

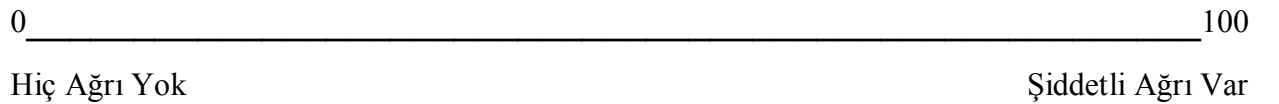
Ölçümler, eksantrik egzersiz protokolü uygulanan dominant üst ekstremitede yapıldı. Sporcuların maç esnasında kullandıkları tekerlekli sandalyelerinde dijital gonyometre (Guymon, Model 1129, Lafayette Instruments Co., Lafayette, IN, USA) ve universal gonyometre kullanılarak ölçüm yapıldı. Universal gonyometre referans kola, dijital gonyometre ise uygulama koluna bantlarla sabitlendi. Her iki gonyometre humerusun lateral epikondili pivot nokta, sabit kol humerusun lateral orta çizgisine paralel ve hareketli kol radiusun stiloid çıkıntısına doğru, radiusun lateral orta noktasını takip edecek şekilde yerleştirildi. Tekerlekli sandalyede oturma pozisyonunda sporcuların gözü kapalı iken, horizontalde 30°-60° ve 90° lerde olmak üzere 3 derecede ön kolun tutulması ile ölçüldü. Referans kol bu açılardan rastgele birine yerleştirildi ve sporcudan bu açıda 2 saniye izometrik fleksiyon kontraksiyonu istendi. Kontraksiyon sonrası, kolu gevşetmesi ve diğer kolu aynı açıda pozisyonlaması istendi. 30 saniye dinlenme periyodu sonrası yöntem her 3 derecede 3'er kez olmak üzere toplam 9 deneme yaptırıldı. Her 3 derecedeki açıdan sapma değerleri ortalamaları pozisyon hissi kaybı verisi olarak kullanıldı (108). Şekil 3.6'da dirsek ekleminde pozisyon hissi kaybı ölçümü gösterilmektedir.



Şekil 3.6: Pozisyon Hissi Kaybı Ölçümü

3.5.5. Kas Ağrı Şiddetinin Ölçümü

Ölçümler, eksantrik egzersiz protokolü uygulanan dominant üst ekstremitede yapıldı. Sporcuların kas ağrı şiddetini belirlemek için görsel analog skalası (Visual Analog Skale:VAS) kullanıldı. Sporculardan hissettikleri ağrıyı 100 milimetre (mm)' lik horizontal çizgi üzerinden işaretlemeleri istendi. Buna göre “0” değeri ağrının hiç olmadığını “100” değeri ise en şiddetli ağrıyı gösterir (Şekil 1). İlk olarak kol gövde yanında istirahat pozisyonunda iken sporculardan kolda hissedilen ağrının şiddetini VAS’da (x) ile işaretlemeleri istendi. Daha sonra dirsek eklemi 90° fleksiyonda, yani kas izometrik gerilimde iken, son olarak da kasın en şişkin yeri palpe edildiğinde hissedilen ağrının şiddetini skala üzerinde işaretlemeleri istendi (34,109). Şekil 3.7’de VAS gösterilmiştir. Şekil 3.8’de kas palpasyonu ile kas ağrısı şiddeti, Şekil 3.9’da kas izometrik gerilimde, yani dirsek fleksiyonu esnasında kas ağrısı şiddeti ve Şekil 3.10’da kas istirahat pozisyonundayken kas ağrısı şiddetinde VAS kullanımı gösterilmektedir.



Şekil 3.7: Görsel Analog Skalası



Şekil 3.8 Kas Palpasyonda Kas Ağrı Şiddetinin Belirlenmesi



Şekil 3.9: Kas İzometrik Gerilimde Kas Ağrı Şiddetinin Belirlenmesi



Şekil 3.10: Kas İstirahat Pozisyonunda Kas Ağrı Şiddetinin Belirlenmesi

3.5.6. Kas Hassasiyeti Ölçümü (Basınç-Ağrı Eşiğinin Belirlenmesi)

Ölçümler, eksantrik egzersiz protokolü uygulanan dominant üst ekstremitede yapıldı. Çalışmamızda kas hassasiyetinin değerlendirilmesi için basınç-ağrı eşiği ölçüm cihazı kullanıldı. Ölçümler 1 cm kauçuk uçlu 10 kilogram (kg)'lık bir basınç-ağrı eşiği ölçerin (Pain Diagnostics & Thermography, Inc) sporcuların tekerlekli sandalyelerinde iken çıplak tenine uygulanması ile yapıldı. Ölçüme başlamadan önce olguların sağ el dorsaline cihazla basınç uygulandı. Rahatsızlık ve ağrı hissettikleri anda “*evet*” demeleri istendi. Olguların nasıl cevap vereceklerinden emin olduktan sonra kol anatomik pozisyonda iken humerusun mediyal epikondili belirlendi ve bu noktadan 3 cm aşağısı referans nokta olarak kabul edildi. Referans noktanın 6 cm üstü işaretlendi ve bu noktadan 2 kez ölçüm yapıldı. Bulunan nokta biceps brachii kasının kas-tendon kavşağıdır. Bu noktaya cihaz dik olarak uygulandı ve her ölçüm arasında 30 saniye beklendi. Ölçümler aynı kişiler tarafından yapıldı ve basıncın saniyede 1 kg/cm²'lik artış hızıyla uygulanmasına dikkat edildi. Sporcudan rahatsızlık hissettiği anda “*evet*” demesi istendi. Yapılan tekrarların ortalaması alındı (109,110). Şekil 3.11’de basınç-ağrı eşiği ölçümü gösterilmektedir.



Şekil 3.11:Basınç-Ağrı Eşiğinin Belirlenmesi

3.5.7. Şut Yüzdesinin Belirlenmesi

Sporcuların maç esnasında kullandıkları tekerlekli sandalyelerinde ölçüm yapıldı. Standart ısınma periyodu sonrasında sporculardan serbest atış çizgisinden resmi yükseklikteki potaya 10 serbest atış yapmaları istendi. Başarılı atış sayısı yüzdesi hesaplanarak veri olarak kullanıldı (111). Şekil 3.12’de şut yüzdesinin belirlenmesi için yapılan serbest atış gösterilmektedir.



Şekil 3.12: Şut Yüzdesinin Belirlenmesi

3.5.8. Kas Gücünün Belirlenmesi

Kas gücü, 1 Tekrarlı Maksimum (1 Repeated Maximum: 1RM) ile belirlendi. Sporcular, dirsek fleksörlerin ısınmasını sağlamak için dambıl kullanarak yaklaşık olarak 1 dk. egzersiz yaptı. Bütün 1RM testlerinde serbest ağırlık olarak dambıl kullanıldı. Daha sonra serbest ağırlık her bir sporcunun 1RM'sine yakın bir ağırlığa ayarlandı ve sporculardan tek bir dirsek fleksiyonu yapmaları istendi. 3 dk. dinlenme sonrasında serbest ağırlık tekrar daha büyük bir ağırlığa ayarlanarak tekrar bir dirsek fleksiyonu istendi. Bu prosedür sporcunun serbest ağırlığı kaldıramadığı ağırlığa kadar uygulandı. En son kaldırabildiği başarılı ağırlık 1RM değeri olarak alındı (112). Şekil 3.13'de kas kuvveti ölçümü gösterilmektedir.



Şekil 3.13: Kas Gücünün Belirlenmesi

3.5.9. Eksantrik Egzersiz Protokolü

Gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için sporcular 1RM'lerinin % 80 direncinde, her set 20 tekrarlı olacak şekilde 4 set eksantrik egzersizi tamamladı. Egzersiz protokolü sporcuların tekerlekli sandalyesinde, dambıl kullanılarak dominant üst ekstremiteye uygulandı. Sporcuların omuzları desteklenerek dirsekleri 90° fleksiyonda pozisyonlandı. Sporculardan her tekrar yaklaşık 2-3 saniyede tamamlanacak şekilde kontrollü olarak dambılı yere bırakmaları istendi.

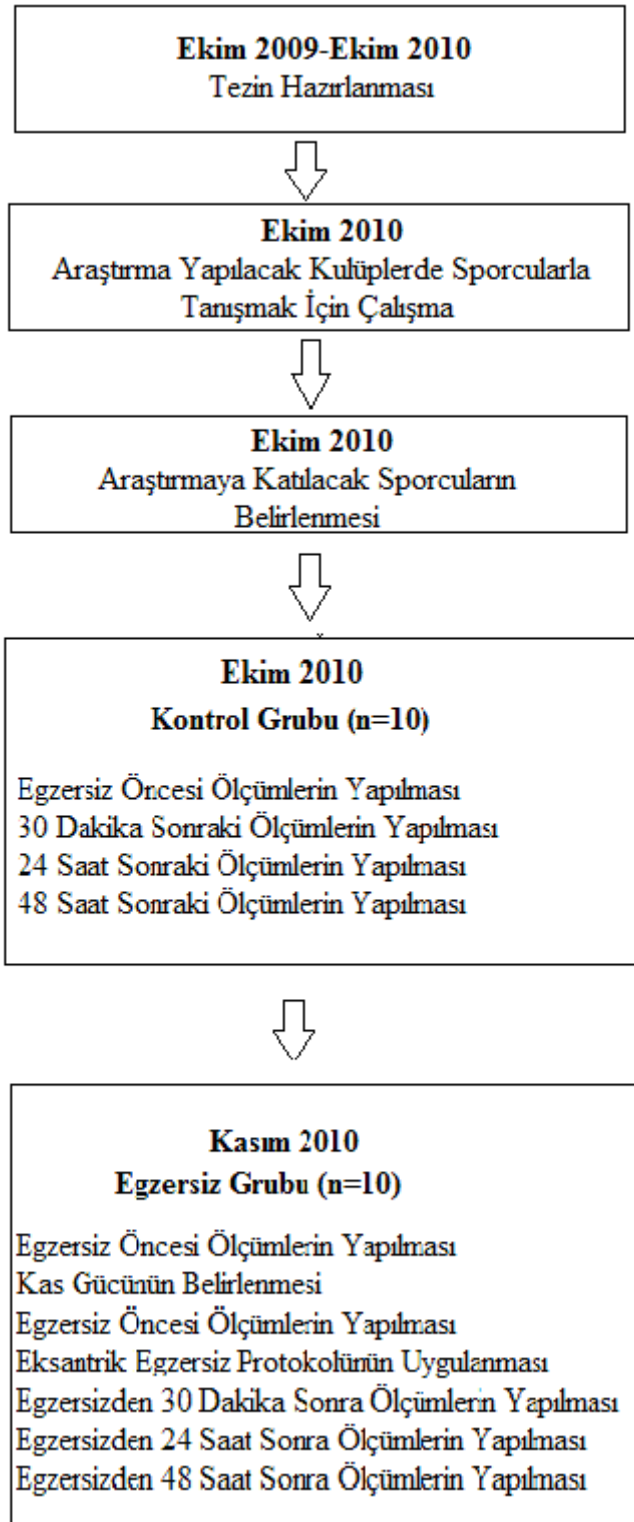
Sonraki tekrar için dambıl araştırmacı tarafından başlangıç pozisyonuna getirildi (112). Şekil 3.14’de eksantrik egzersiz protokolünün uygulanmasında dambıl kullanımı gösterilmektedir.



Şekil 3.14: Eksantrik Egzersiz Protokolü

3.6. Araştırma Planı ve Takvimi

Araştırma ekim 2009 tarihinde başlamış, ekim 2010 tarihine kadar tezin hazırlanması, ekim-kasım 2010 tarihleri arasında ise sporcuların belirlenmesi, egzersiz ve ölçümlerin sporcularda uygulanması işlemleri yapılmıştır. Şekil 3.15’de araştırmanın planı ve takvimi gösterilmektedir.



Şekil 3.15: Araştırmanın Planı ve Takvimi

3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen sonuçlar, ortalama \pm standart sapma olarak sunuldu, verilerin istatistiksel değerlendirmesi, SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, sürüm 16.0) kullanılarak analiz edildi. Analizler parametrik olmayan istatistik yöntemleri kullanılarak yapıldı. Gruplar içindeki anlamlılığın belirlenmesi için Friedman Varyans Analizi sonrası Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanıldı. Şut yüzdesi ve pozisyon hissi ile diğer parametrelerin korelasyonunu incelemek için Spearman Korelasyon Testi kullanıldı. İstatistik anlamlılık düzeyi ise $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

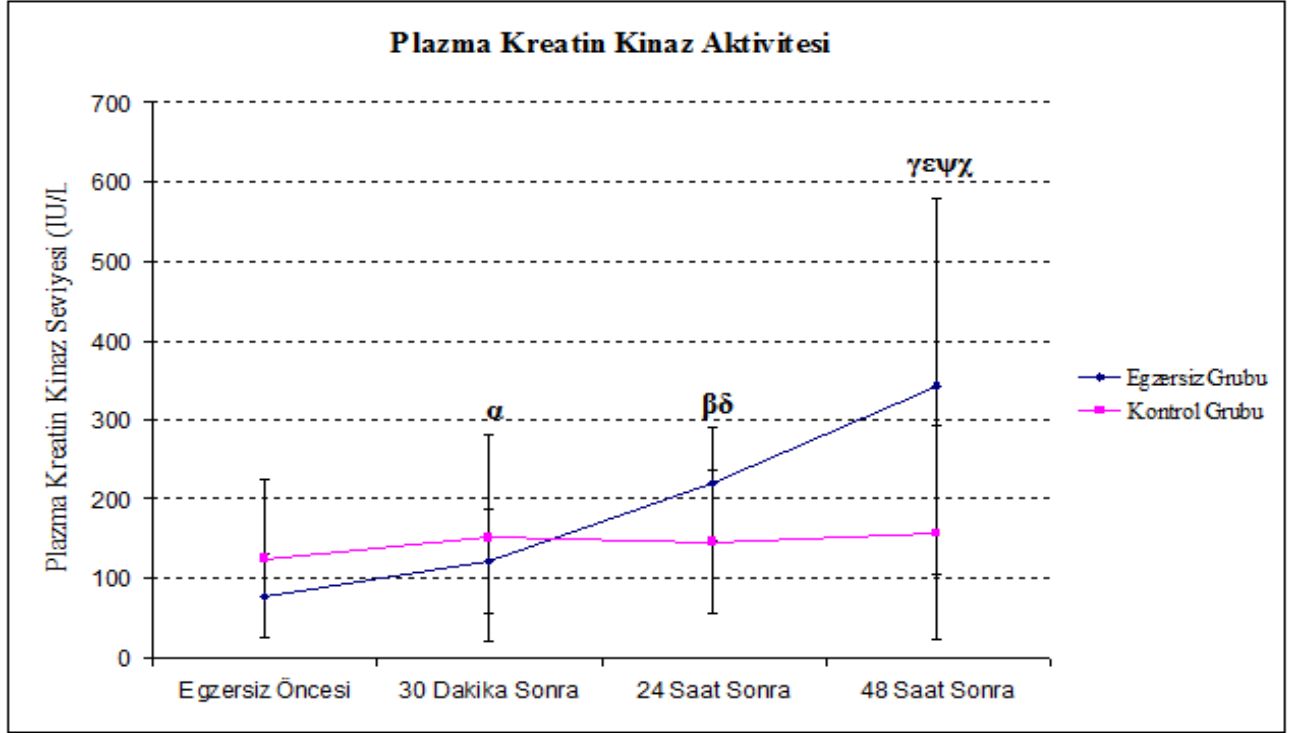
3.8. Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakóltesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu'nun 23.07.2009 tarihli, 27/17/2009 no'lu toplantısında 221/2009 protokol numarasıyla, "yapılması etik açıdan uygundur" raporu alındıktan sonra yapılmıştır.

4.BULGULAR

4.1. Plazma Kreatin Kinaz Aktivitesi:

Egzersiz grubunda egzersiz öncesi, egzersizin 30 dk. sonrası, 24 saat sonrası ve 48 saat sonrası yapılan ölçümler sonucunda kan plazma CK aktivitesinde artışlar anlamlıydı. Kontrol grubunda plazma CK aktivitesinde ise herhangi bir anlamlı artış gözlenmedi. Şekil 4.1’de plazma CK aktivitesinin sporculara egzersiz protokolü uygulandığındaki ve protokol uygulanmadığındaki egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki seyri gösterilmektedir.



Şekil 4.1: Plazma Kreatin Kinaz Aktivitesindeki Değişim

- α: Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 30 Dakika Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.05$)
β: Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.01$)
δ: Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.01$)
γ: Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.01$)
ε: Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.01$)
ψ: Egzersizden 24 Saat Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.05$)
χ: Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamlı Artış ($p<0.05$)

Egzersiz grubunda, egzersiz öncesi ile egzersizden 30 dk. sonraki değerlerin karşılaştırmasında ($p<0.05$) egzersizden 24 saat sonrasındaki değerlerin karşılaştırmasında ($p<0.01$) ve egzersizden 48 saat sonrasındaki değerlerin karşılaştırmasında ($p<0.001$) istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi. Egzersizin 30 dk. sonrası ile egzersizin 24 saat sonrası plazma CK aktivitesi artışı ($p<0.01$), egzersizin 30 dk. sonrası ile 48 saat sonrası ($p<0.01$) ve egzersizin 24 saat sonra ile 48 saat sonrası plazma CK artışı anlamlı bulundu ($p<0.05$).

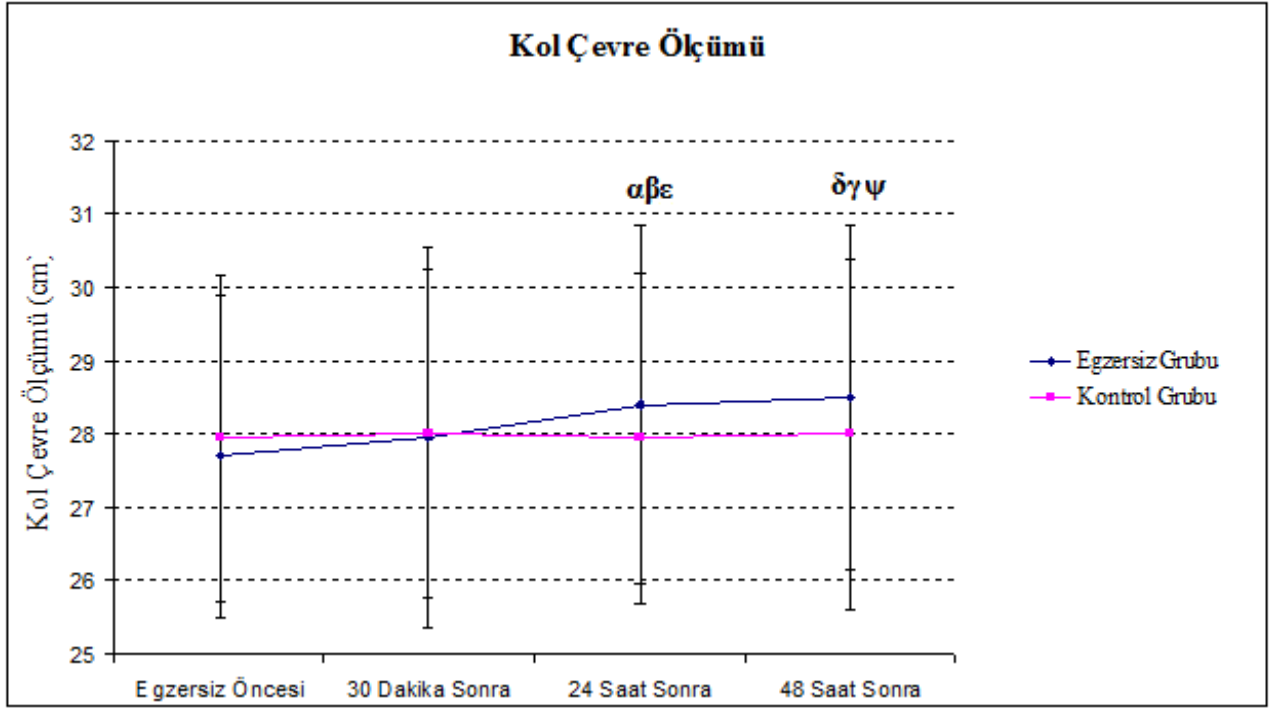
Egzersiz grubu ile kontrol grubu egzersiz öncesi, 30 dk. sonrası ve egzersizin 24 saat sonrası plazma CK aktivitesi karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Ancak egzersizden 48 saat sonrasındaki egzersiz grubu ile kontrol grubu plazma CK aktivitesi istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p<0.05$).

4.2. Kol Çevresi:

Egzersiz grubunda, egzersiz verilen kolun çevre ölçümü artışları anlamlıydı. Kontrol grubu kol çevresi ölçümlerinde ise istatistiksel olarak fark gözlenmedi. Şekil 4.2’de kol çevresi ölçümünün egzersiz ve kontrol grupları egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki seyri gösterilmektedir.

Egzersiz grubunda, egzersiz öncesi kol çevresi ölçüm değerleriyle egzersizden 30 dk. sonrası ölçüm değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlılık gözlenmedi. Egzersiz öncesi ile egzersizden 24 saat sonraki ölçümlerde ise, kol çevresi ölçümü istatistiksel olarak anlamlı biçimde arttı ($p<0.01$). Egzersiz öncesi ile egzersizden 48 saat sonraki kol çevre ölçümü de anlamlı artış gösterdi ($p<0.01$). Egzersizden 30 dk. sonra ile egzersizden 24 saat sonra yapılan ölçümler ($p<0.05$) ve 30 dk. sonra ile 48 saat sonra yapılan ölçümler ($p<0.05$) arasında anlamlı artış bulunurken egzersizden 24 saat sonra ile 48 saat sonra yapılan ölçümler karşılaştırıldığında ölçümler arasında anlamlı farklılık gözlenmedi.

Egzersiz grubu ile kontrol grubu karşılaştırıldığında, egzersiz öncesi kol çevre ölçümü değerlerinde ve 30 dk. sonrasındaki kol çevre ölçümü değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmadı. Egzersizden 24 saat sonra ise kol çevresi ölçüm değeri anlamlı arttı ($p<0.01$). Egzersizden 48 saat sonrasında da bu değerler anlamlıydı ($p<0.01$).



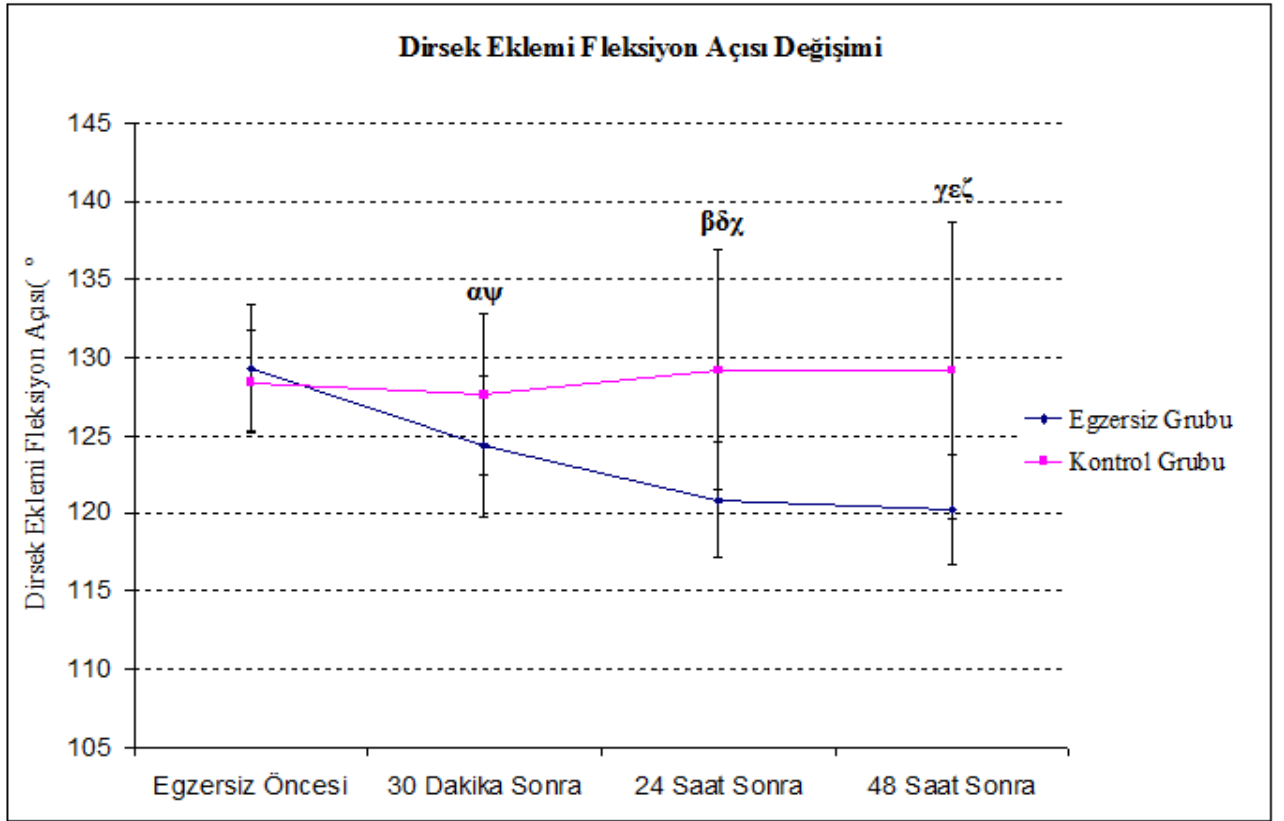
Şekil 4.2: Kol Çevre Ölçümündeki Değişim

- α : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamli Artış ($p < 0.01$)
β : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamli Artış ($p < 0.05$)
δ : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamli Artış ($p < 0.01$)
γ : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamli Artış ($p < 0.05$)
ε : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 24 Saat Sonra Anlamli Artış ($p < 0.01$)
ψ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamli Artış ($p < 0.01$)

4.3. Eklem Hareket Açıklığı:

4.3.1. Dirsek Eklemi Fleksiyon Açısı:

Sporculara egzersiz protokolü uygulandığında dirsek fleksiyon açısında anlamli azalmalar gözlemlendi. Kontrol grubunda ise bu değer anlamli değildi. Şekil 4.3’de egzersiz ve kontrol grupları dirsek eklemi fleksiyon açısının egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki seyri gösterilmektedir.



Şekil 4.3: Dirsek Eklemi Fleksiyon Açısındaki Değişim

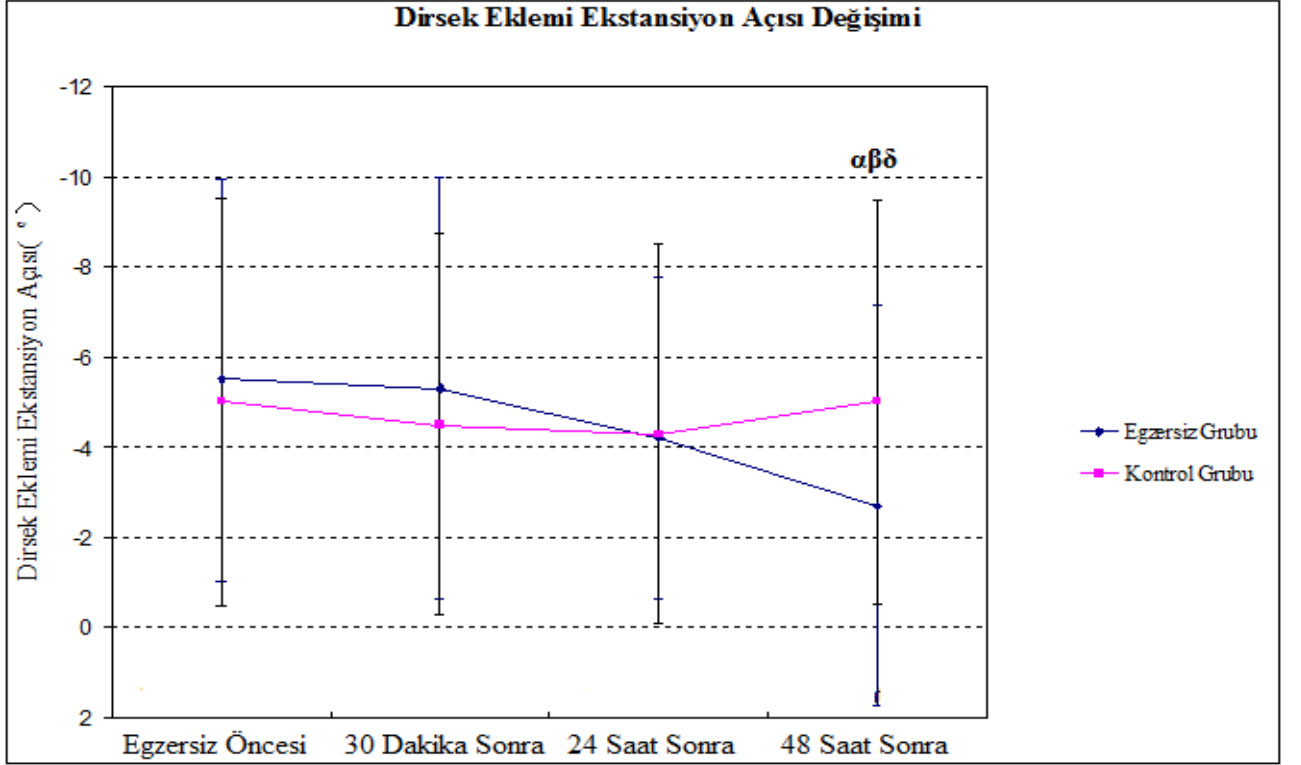
- α: Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 30 Dakika Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p<0.01$)
β: Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p<0.01$)
δ: Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p<0.05$)
γ: Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p<0.01$)
ε: Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p<0.05$)
ψ: Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 30 Dakika Sonra Anlamlı Azalma ($p<0.05$)
χ: Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 24 Saat Sonra Anlamlı Azalma ($p<0.01$)
ζ: Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamlı Azalma ($p<0.01$)

Egzersiz grubunda, egzersiz öncesi ile egzersizin 30 dk. sonrası arasında yapılan karşılaştırmada, egzersizden 30 dk. sonra dirsek fleksiyon açısındaki azalma istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$). Egzersiz öncesi ile egzersizden 24 saat sonrası dirsek fleksiyon açısında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlendi ($p<0.01$). Egzersiz öncesi ile egzersizin 48 saat sonrası dirsek eklemi fleksiyon açısının karşılaştırılmasında da dirsek fleksiyon açısında anlamlı azalma gözlemlendi ($p<0.01$). Egzersizin 30 dk. sonrası ile 24 saat sonrası ($p<0.05$) ve egzersizin 30 dk. sonrası ile 48 saat sonrası ($p<0.05$) karşılaştırıldığında anlamlı azalma gözlemlendi. Ancak egzersizin 24 saat sonrası ile 48 saat sonrası bu değerdeki değişim anlamlı bulunmadı.

Egzersiz grubu ile kontrol grubu dirsek fleksiyon açısı değişimi, egzersiz öncesinde ve egzersizin 30 dk. sonrasındaki fark ($p<0.05$), egzersizin 24 saat sonrasındaki fark ($p<0.01$) ve 48 saat sonrasındaki fark ($p<0.01$) istatistiksel olarak anlamlıydı.

4.3.2. Dirsek Eklemi Ekstansiyon Açısı:

Egzersiz grubu dirsek eklemi ekstansiyon açısı istatistiksel olarak anlamlı azalırken, kontrol grubunda ise anlamlı bir değişim gözlenmedi. Şekil 4.4'de egzersiz ve kontrol grubu dirsek eklemi ekstansiyon açısının egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki seyri gösterilmektedir.



Şekil 4.4: Dirsek Eklemi Ekstansiyon Açısındaki Değişim

α : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p < 0.05$)

β : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p < 0.05$)

δ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamlı Azalma ($p < 0.01$)

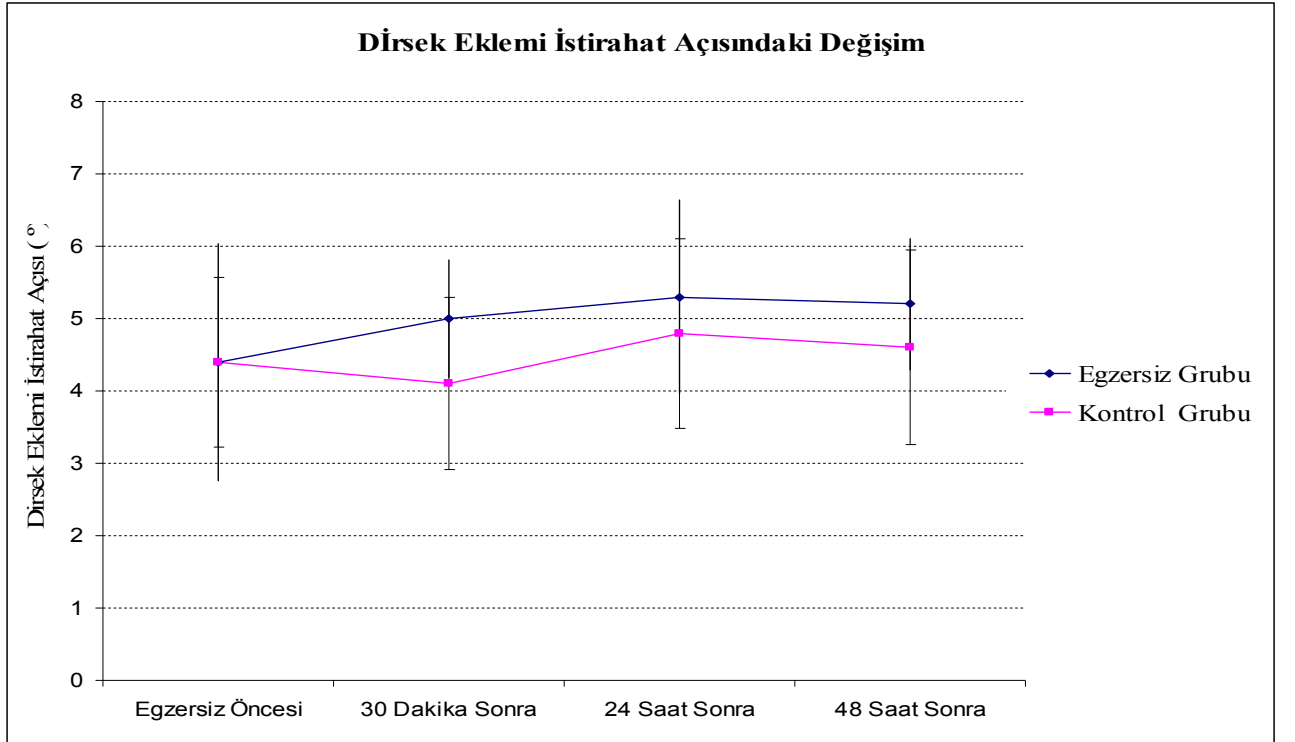
Egzersiz grubunda, egzersiz öncesi ile egzersizin 30 dk. sonrasında dirsek eklemi ekstansiyon açısı karşılaştırıldığında ve egzersiz öncesi ile egzersizin 24 saat sonrasında karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmazken, egzersiz öncesi ile egzersizin 48 saat sonrası karşılaştırıldığında, bu açıda istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edildi ($p < 0.05$). Egzersizden 30 dk sonra ile egzersizden 24 saat sonra karşılaştırıldığında dirsek eklemi ekstansiyon açısında anlamlı farklılık bulunmadı. Egzersizden 30 dk. sonra ile egzersizden 48 saat sonraki değerlerde ise anlamlı bir eklem hareketi azalması görüldü ($p < 0.05$). Egzersizden

24 saat sonrası ile 48 saat sonraki dirsek eklemi ekstansiyon açısında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi.

Dirsek ekstansiyon açısı, egzersiz grubu ile kontrol grubu arasında karşılaştırıldığında egzersiz öncesinde, egzersizin 30 dk. sonrasında, 24 saat sonrasında anlamlı değilken 48 saat sonrasında anlamlı azalma gözlemlendi ($p<0.01$).

4.3.3. Dirsek Eklemi İstirahat Açısı:

Dirsek eklemi istirahat açısı, egzersiz grubunda herhangi bir anlamlı değişim göstermedi. Kontrol grubunda da bu açıda anlamlı bir değişim gözlenmedi. Şekil 4.5’de dirsek eklemi istirahat açısının egzersiz ve kontrol grubundaki egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki seyri gösterilmektedir.

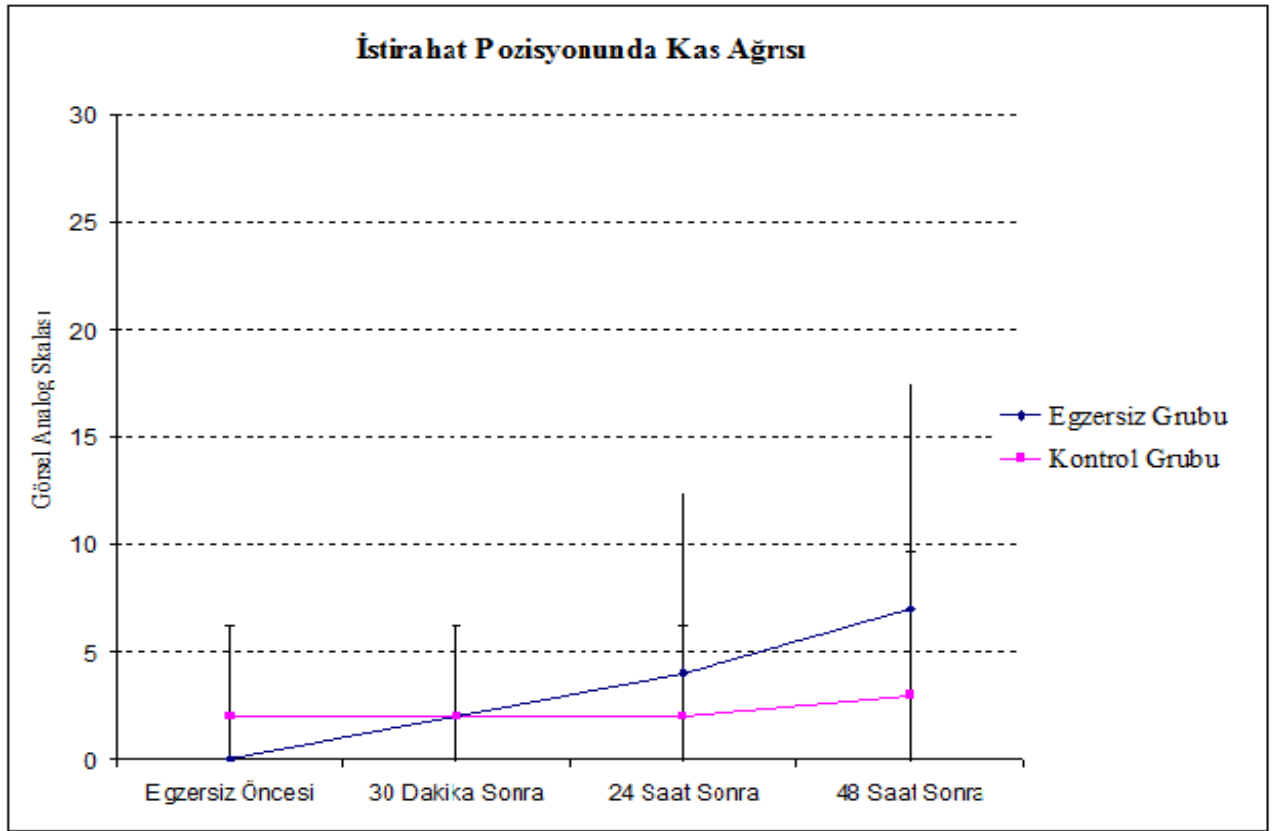


Şekil 4.5: Dirsek Eklemi İstirahat Açısındaki Değişim

4.4. Kas Ağrısı:

4.4.1. İstirahat Pozisyonundaki Kas Ağrısı:

Sporculara egzersiz protokolünün uygulanmasından sonra istirahat pozisyonundaki kas ağrısı değerlerindeki değişimler anlamlı değildi. Kontrol grubunda da istirahat pozisyonundaki kas ağrı şiddeti değerlerinde anlamlı değişim gözlenmedi. Şekil 4.6'da egzersiz ve kontrol grubunda egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki kol istirahat pozisyonundayken kas ağrı şiddetinin seyri gösterilmektedir.



Şekil 4.6: İstirahat Pozisyonundaki Kas Ağrı Şiddetinin Değişimi

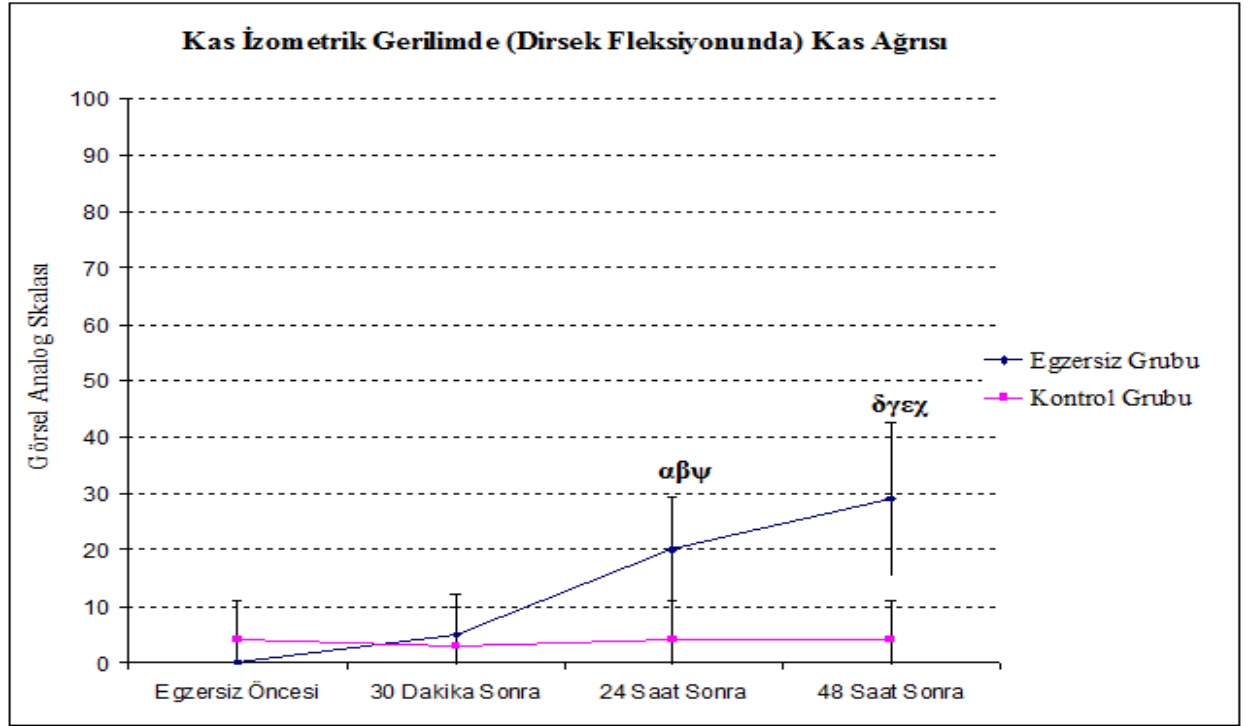
4.4.2. Kas İzometrik Gerilimde (Dirsek Fleksiyonunda) Kas Ağrısı:

Sporculara egzersiz protokolü uygulandıktan sonra VAS ile yapılan değerlendirmede kasa izometrik gerilim verildiğinde, yani dirsek fleksiyonu yaptırıldığında kas ağrı şiddeti değerleri anlamlı artış gösterdi. Kontrol grubunda ise herhangi bir anlamlı farklılık gözlenmedi. Şekil 4.7'de egzersiz ve kontrol gruplarında egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat

sonraki ve 48 saat sonraki kas izometrik gerilimde (dirsek fleksiyonunda) kas ağrı şiddetinin seyri gösterilmektedir.

Egzersiz grubunda sporculara egzersiz protokolü uygulamadan önceki değerlerle egzersiz protokolünden 30 dk. sonra dirsek fleksiyonunda kas ağrı şiddeti karşılaştırıldığında anlamlı farklılık gözlenmedi. Egzersiz öncesi değerlerle egzersizden 24 saat sonraki değerler karşılaştırıldığında ($p<0.01$) ve egzersizden 48 saat sonraki değerler karşılaştırıldığında ($p<0.01$) sporcularda dirsek fleksiyonunda kas ağrı şiddeti değerleri anlamlı artış gösterdi. Egzersizden 30 dk. sonrasındaki izometrik gerilimdeki kas ağrısı değerleri ile 24 saat sonrasındaki kas ağrısı değerleri ($p<0.05$), egzersizden 30 dk. sonrasındaki ile 48 saat sonrasındaki değerler ($p<0.01$) ve egzersizden 24 saat sonrasındaki değerlerle 48 saat sonrasındaki değerler ($p<0.05$) anlamlı artış gösterdi.

Kontrol grubu ile egzersiz grubu dirsek fleksiyonunda kas ağrı şiddeti değerleri arasında yapılan karşılaştırmada, egzersiz öncesi ile egzersizden 30 dk. sonrasındaki sonuçlar anlamlı değilken, 24 saat sonrasındaki ($p<0.01$) ve 48 saat sonrasındaki ($p<0.01$) kas ağrı şiddeti değerleri anlamlıydı.



Şekil 4.7: Kas İzometrik Gerilimde (Dirsek Fleksiyonunda) Kas Ağrısı Şiddetinin Değişimi

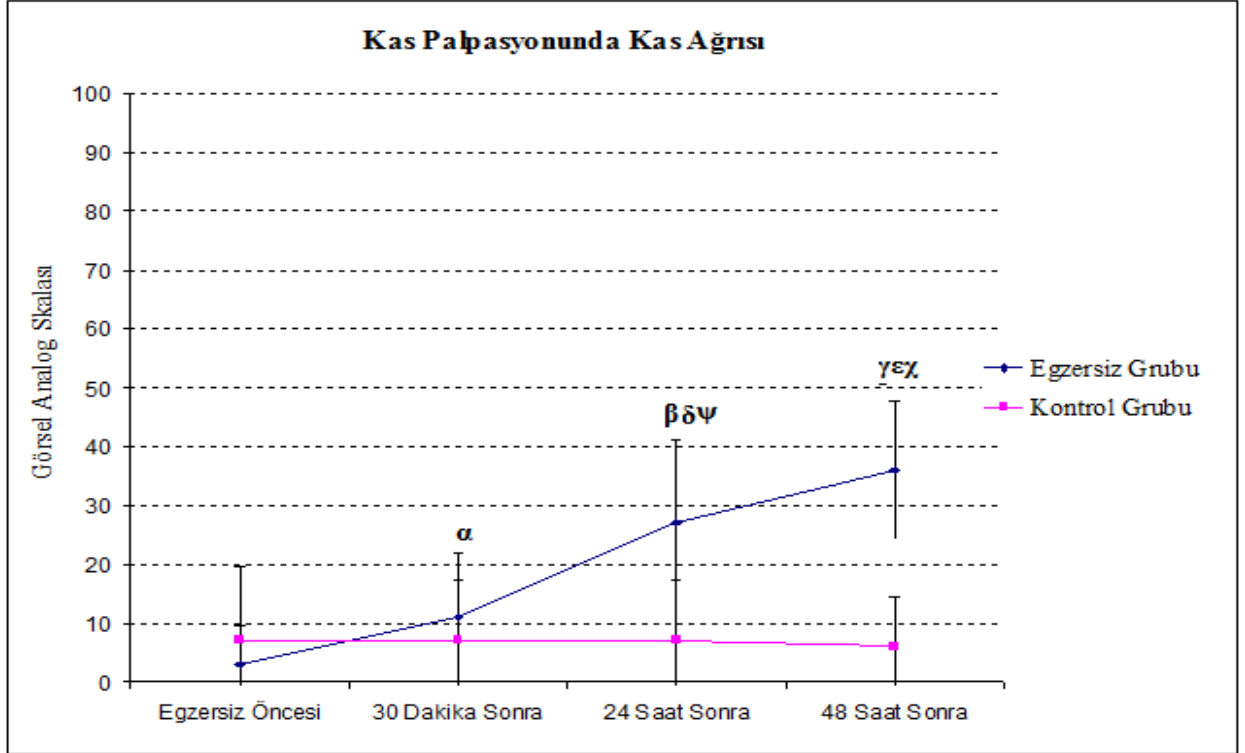
- α : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.005$)
β : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.05$)
δ : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
γ : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
ε : Egzersizden 24 Saat Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.05$)
ψ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 24 Saat Sonra Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
χ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamlı Artış ($p < 0.01$)

4.4.3. Kas Palpe Edildiğinde Kas Ağrısı:

Egzersiz grubunda kas palpe edildiğinde VAS'la elde edilen kas ağrı şiddeti değerleri anlamlı artış gösterdi. Kontrol grubunda ise anlamlı bir fark görülmedi. Şekil 4.8'de egzersiz ve kontrol gruplarında egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki kas palpe edildiğinde kas ağrı şiddeti seyri gösterilmektedir.

Egzersiz grubunda, egzersiz öncesi ile egzersizden 30 dk. sonrasında kas palpe edilerek yapılan ölçümlerde kas ağrı şiddeti anlamlı artış gösterdi ($p < 0.05$). Egzersiz öncesi ile egzersizden 24 saat sonrası değerler karşılaştırıldığında, sporcularda kas ağrı şiddeti değerindeki artış anlamlıydı ($p < 0.01$). Bu anlamlılık, egzersizin 48 saat sonrasında da sürdü ($p < 0.05$). Egzersizin 30 dk. sonrası ile 24 saat sonrası palpasyonda kas ağrı şiddeti değerleri ($p < 0.05$) ve 30 dk. sonrası ile 48 saat sonrası değerleri ($p < 0.01$) anlamlı artış gösterirken, egzersizin 24 saat sonrası ile 48 saat sonrasındaki değerler arasındaki fark anlamlı değildi.

Kas palpe edilerek VAS ile yapılan ölçümlerde; egzersiz öncesi kontrol grubu ve egzersiz grubu arasındaki karşılaştırmada ve egzersizin 30 dk. sonrası değerlerin karşılaştırılmasında anlamlı fark bulunmazken, 24 saat sonrası karşılaştırmada ($p<0.05$) ve 48 saat sonrası karşılaştırmada ($p<0.01$) bulunan fark anlamlıydı.



Şekil 4.8: Kas Palpe Edildiğinde Kas Ağrı Şiddetinin Değişimi

- α : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 30 Dakika Sonrası Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.05$)
- β : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.01$)
- δ : Egzersizden 30 Dakika Sonra ile Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.05$)
- γ : Egzersizden Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.01$)
- ϵ : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p<0.01$)
- ψ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 24 Saat Sonra Anlamlı Artış ($p<0.05$)
- χ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamlı Artış ($p<0.01$)

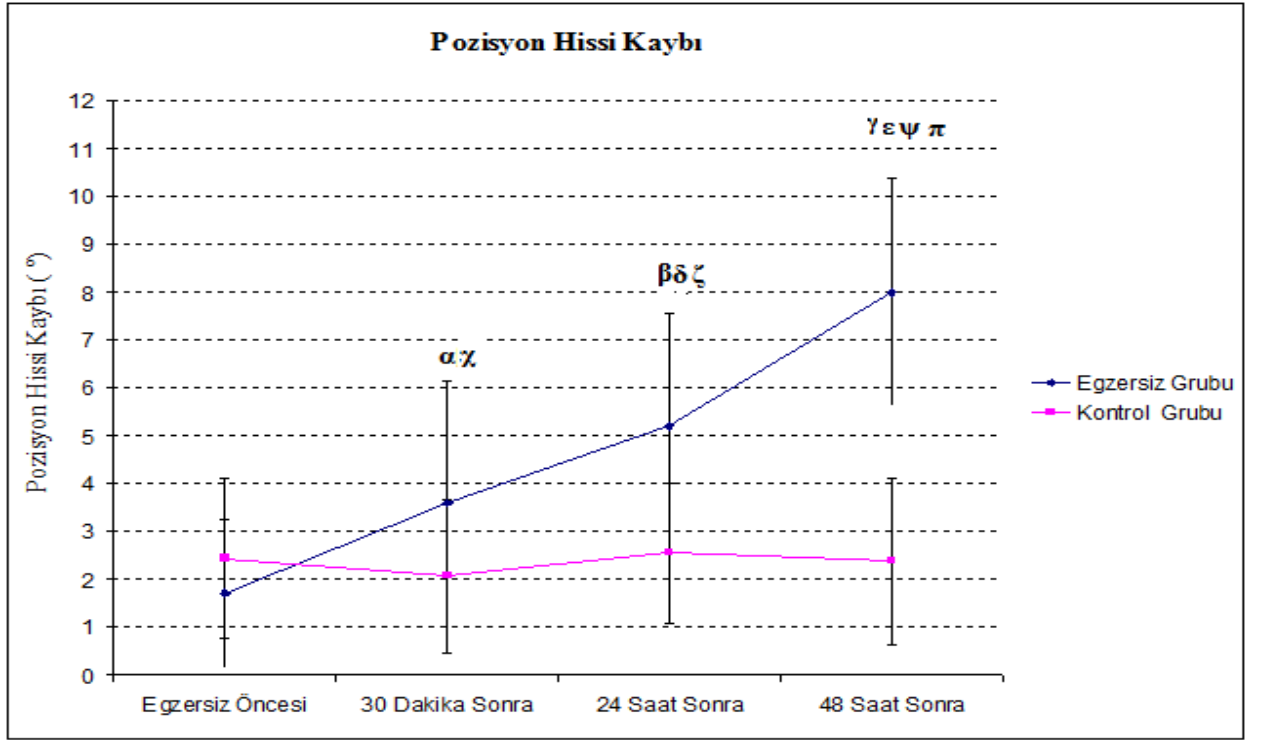
4.5. Pozisyon Hissi Kaybı:

Egzersiz grubunda pozisyon hissi kaybındaki artışlar istatistiksel olarak anlamlıydı. Kontrol grubunda ise herhangi bir anlamlı farklılık gözlenmedi. Şekil 4.9'da egzersiz ve kontrol gruplarındaki egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki pozisyon hissi kaybının seyri gösterilmektedir.

Egzersiz grubunda, egzersiz öncesi ile egzersizin 30 dk. sonrası pozisyon hissi kaybı değerleri artışı ($p<0.01$), egzersiz öncesi ile 24 saat sonrasında ($p<0.001$) ve egzersiz öncesi ile 48 saat sonrası ($p<0.001$) anlamlıydı. Egzersizden 30 dk. sonra ile 24 saat sonra yapılan pozisyon hissi kaybı değerlerinin karşılaştırılmasında ($p<0.01$), 30 dk. sonra ile 48 saat sonra yapılan ölçümlerin karşılaştırılmasında ($p<0.01$) ve 24 saat sonra ile 48 saat sonra yapılan ölçümlerin karşılaştırılmasında ($p<0.01$) istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi.

Egzersiz ve kontrol grupları pozisyon hissi kaybı değerleri karşılaştırıldığında, egzersiz öncesi anlamlı bir fark gözlenmezken, egzersizden 30 dk. sonrası ($p<0.01$), 24 saat sonrası ($p<0.01$) ve 48 saat sonraki ölçümlerde pozisyon hissi kaybında anlamlı bir farklılık gözlemlendi ($p<0.01$).

Pozisyon hissi kaybı ile dirsek eklemi fleksiyon açısı egzersizden 30 dk. sonra, egzersizden 24 saat sonra ve egzersizden 48 saat sonra negatif korelasyon gösterdi ($p<0.05$). Ayrıca pozisyon hissi kaybı, dirsek eklemi ekstansiyon açısı ile egzersizden 30 dk. sonra negatif korelasyon gösterdi ($p<0.05$).

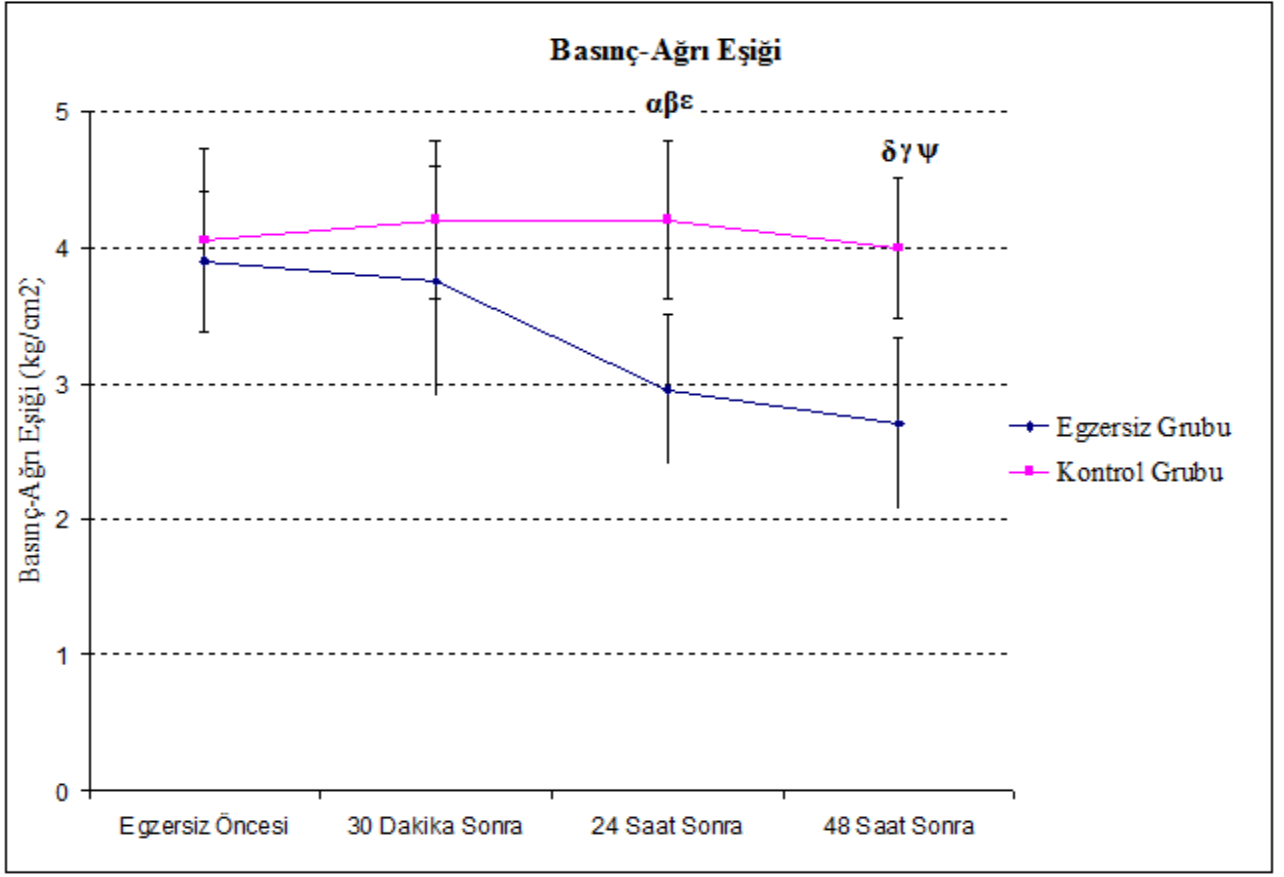


Şekil 4.9: Pozisyon Hissi Kaybı Değişimi

- α : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 30 Dakika Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.05$)
β : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
δ : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.05$)
γ : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
ε : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
ψ : Egzersizden 24 Saat Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
χ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 30 Dakika Sonra Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
ζ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 24 Saat Sonra Anlamlı Artış ($p < 0.01$)
π : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamlı Artış ($p < 0.01$)

4.6. Basınç-Ağrı Eşiği:

Egzersiz grubunda basınç-ağrı eşiğinde anlamlı azalmalar gözlenirken ($p < 0.01$), kontrol grubunda yapılan ölçümlerde anlamlı farklılık bulunmadı. Şekil 4.10'da egzersiz ve kontrol gruplarında egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki basınç-ağrı eşiğinin seyri gösterilmektedir.



Şekil 4.10: Basınç-Ağrı Eşiği Değerlerinin Değişimi

- α : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p < 0.05$)
β : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p < 0.05$)
δ : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p < 0.01$)
γ : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamlı Azalma ($p < 0.05$)
ε : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 24 Saat Sonra Anlamlı Azalma ($p < 0.01$)
ψ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamlı Azalma ($p < 0.05$)

Egzersiz grubunda, egzersiz öncesindeki basınç-ağrı eşiği değerleriyle egzersizden 30 dk. sonraki ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmazken, egzersiz öncesi ile 24 saat sonrası ($p < 0.05$) ve egzersiz öncesi ile 48 saat sonrası ($p < 0.01$) basınç ağrı eşiğindeki azalma anlamlıydı. Egzersizin 30 dk. sonrası ile 24 saat sonrası ($p < 0.05$) ve egzersizin 30 dk. sonrası ile 48 saat sonrası ($p < 0.05$) basınç-ağrı eşiğindeki azalma anlamlıydı. Egzersizden 24 saat sonra ile 48 saat sonrası yapılan ölçümlerin karşılaştırılmasında, basınç-ağrı eşiği değişimi anlamlı değildi.

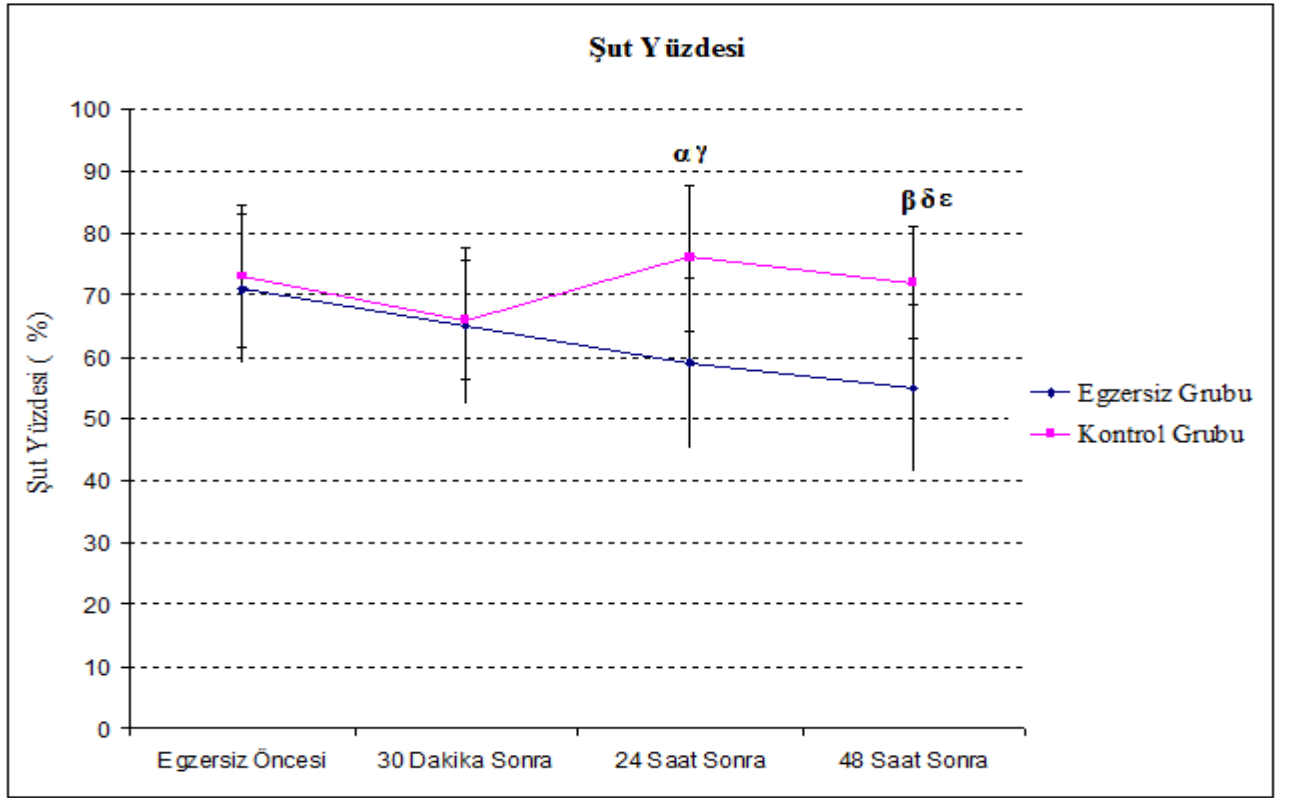
Egzersiz ve kontrol grupları basınç-ağrı eşiği değerleri karşılaştırıldığında, egzersiz öncesinde ve egzersizden 30 dk. sonra anlamlı bir değişim gözlenmedi. Egzersizden 24 saat sonraki ($p<0.01$) ve 48 saat sonraki ($p<0.05$) egzersiz grubu ile kontrol grubu arasındaki basınç-ağrı eşiği değerlerinin karşılaştırmasında elde edilen sonuçlar anlamlıydı.

4.7.şut Yüzdesi:

Egzersiz grubunda şut yüzdesinde anlamlı azalma gözlendi. Kontrol grubunda ise şut yüzdesinde anlamlı değişim gözlenmedi. şekil 4.11’de egzersiz ve kontrol gruplarında egzersiz öncesi, egzersizden 30 dk. sonraki, 24 saat sonraki ve 48 saat sonraki şut yüzdesinin seyri gösterilmektedir.

Egzersiz grubunda, egzersiz öncesi ile egzersizden 30 dk. sonraki ölümler karşılaştırıldığında şut yüzdesinde anlamlı bir değişim gözlenmedi. Egzersiz ncesi ile 24 saat sonrası karşılaştırıldığında ise şut yüzdesindeki azalma anlamlıydı ($p<0.05$). Egzersizden 48 saat sonra şut yüzdesi anlamlı biçimde azaldı ($p<0.05$). Egzersizin 30 dk. sonrası ile 24 saat sonrasındaki şut yüzdesinin karşılaştırmasında fark anlamlı değilken 30 dk. sonrasındaki şut yüzdesi 48 saat sonrasında anlamlı biçimde azaldı ($p<0.05$). Egzersizden 24 saat sonra ile 48 saat sonraki şut yüzdesi değerlerindeki fark ise anlamlı değildi.

Egzersiz ve kontrol grupları şut yüzdesi değerleri karşılaştırıldığında egzersiz öncesi ve egzersizden 30 dk. sonra anlamlı farklılık yoktu. Egzersizden 24 saat sonraki şut yüzdesinde ($p<0.01$) ve 48 saat sonraki şut yüzdesinde ($p<0.05$) farklılık anlamlıydı.



Şekil 4.11: Şut Yüzdesindeki Değişim

- α : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 24 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamli Azalma ($p < 0.05$)
β : Egzersizden 30 Dakika Sonra İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamli Azalma ($p < 0.05$)
δ : Egzersiz Öncesi İle Egzersizden 48 Saat Sonra Karşılaştırıldığında Anlamli Azalma ($p < 0.05$)
γ : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 24 Saat Sonra Anlamli Azalma ($p < 0.01$)
ε : Egzersiz Grubu İle Kontrol Grubu Karşılaştırıldığında Egzersizden 48 Saat Sonra Anlamli Azalma ($p < 0.05$)

Şut yüzdesi ile diğ er parametrelerin korelasyonu incelendiğ inde, herhangi bir anlamli korelasyon gözlenmedi.

5.TARTIŞMA

Çalışmamızda, tekerlekli sandalye basketbolcuları dirsek eklemi fleksiyon kaslarına eksantrik egzersiz yükleyerek GKA oluşmasını sağladık ve sonrasında GKA'nın bu sporcularda pozisyon hissi ve şut yüzdesi üzerine etkisini inceledik. GKA'nın etkisini inceleyebilmek için öncelikle GKA'nın oluştuğundan emin olmamız gerekiyordu. Bunun için de plazma CK aktivitesini belirledik; kol çevresi, eklem hareket açıklığı, kas ağrı şiddeti ve basınç-ağrı eşiği ölçümlerini yaptık.

Birçok çalışmada GKA oluşturmak için dirsek fleksiyon kaslarına izokinetik egzersiz uygulansa da (40,51,64,113), çalışmamızda serbest ağırlık ile GKA oluşturduk. İzokinetik egzersizin pahalı olması, taşınmaz olması, kullanımının uzmanlık gerektirmesi ve uyum sağlamanın zor olması nedeniyle sporcularda kullanımı çok az olan bir antrenman yöntemidir (114). Bu yüzden çalışmamızda, sporcuların kuvvetlendirme antrenmanları esnasında uygulanması kolay ve ucuz olduğu ve ayrıca özel bir yer gerektirmediği için en yaygın olarak kullandıkları yöntem olan serbest ağırlıkla kuvvetlendirmeyi kullandık.

GKA üzerine yapılan çalışmaların çoğu sedanter bireyler üzerinde yapılırken, literatürde antrene bireylerde yapılan çok az çalışma mevcuttur. Vincent ve ark. halterciler üzerinde GKA'nın etkilerini incelerken (38), Braun ve ark. (115) maratoncular üzerinde, Kyrolainen ve ark. endurans atletleri üzerinde (116) ve Semark ve ark. (117) da rugby ve hockey oyuncularını üzerinde çalışma yapmıştır. Literatürde GKA'nın atletler üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalar sınırlıdır ve tekerlekli sandalye basketbolcuları üzerinde hiçbir çalışma yapılmamıştır.

Paralimpik sporlar arasında en yüksek yaralanma riskine sahip sporlar arasında tekerlekli sandalye basketbolu da vardır (18,118). Engelli bireylerin üst ekstremitelerine özellikle tekerlekli sandalyeyi itme fazında, ağırlık bindiren transfer aktivitelerinde ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında aşırı stresler etki etmektedir. Bu streslere bağlı olarak yumuşak doku yaralanması ve omuz eklemine dejeneratif değişiklikler sıkça gözlenmektedir (14). Engelli sporcularda ezilme, gerilme ve yırtılma gibi yumuşak doku yaralanmaları en yaygın yaralanma tipleri olduğu, kırık ve çıkık oluşma olasılığının çok daha düşük olduğu literatürde belirtilmiştir (18). Stohr ve Zimmer tekerlekli sandalye basketbolcuları üzerinde yaptıkları çalışmada %60 oranında yaralanma ve aşırı yüklenme sendromu meydana geldiğini saptamışlardır. Bunların %75'inin üst ekstremitede ve yaralanmaların %58'inin akut olarak meydana geldiğini

bildirmişlerdir (119). Tekerlekli sandalye basketbolcuları ile yapılan diğer bir çalışmada sporcuların %87'sinin üst ekstremitelere yaralanmasına maruz kaldığı, %18'inde bu yaralanma nedeniyle sporcuların maç ve antrenmanlara katılamadığı bildirilmiştir (118).

Tekerlekli sandalye basketbolu paralimpik yarışmalarda en popüler takım sporudur. Bu spor üzerinde çalışmalar yapan antrenör ve araştırmacıların üzerinde durduğu temel konu performansın nasıl geliştirilebileceği, sporcuların nasıl antrene edilebileceğidir (14). Tekerlekli sandalyenin kontrolünde ve manevrasında hareket dinamikleri ve fiziksel profiller, yani itme, başlama, durma, sprint, dönme ve topla oynama tekerlekli sandalye basketbolcularının performansı için önemlidir (120). Kesikli ve şiddetli aktivite gerektiren topla oynama şut, pas, dribling ve rebaundu içerir. Tekerlekli sandalye basketbolcularında bu hareket dinamikleri ve fiziksel profiller üst ekstremitenin kas kuvveti, eklem hareket açıklığı, ekstremitelere uzunluğu ve reaksiyon zamanı gibi temel faktörlere bağlıdır (14). Literatürde tekerlekli sandalye basketbolcularının performansı üzerine çok az çalışmaya rastlanmaktadır (14,121,122,123).

Basketbolda yarışsal başarıyı yakalamak için şut, pas, dribling gibi temel faktörlerin tam olarak anlaşılması ve geliştirilmesi olması gerekir. Temel yeteneklerden biri olan şut, oyunun kazanılması ve skor yapılması için en önemli faktör olarak düşünülmelidir. Serbest atış şut başarısı maçta ayrı bir öneme sahiptir çünkü dirence maruz kalmadan skor yapmayı sağlar (124). Bunun için çalışmamızda, tekerlekli sandalye basketbolcularında serbest atış şut yüzdesi üzerinde çalışıldı.

Kas kuvvetinin ölçümü esnasında oluşturulacak olan maksimal konsantrik kasılmanın akut bir kas kuvveti azalmasına neden olabilme ihtimali (64) nedeniyle çalışmamızda GKA'nın kas kuvveti üzerinde etkisi araştırılmamıştır.

Kas hasarının değerlendirilmesinde CK, laktat dehidrogenaz, aspartat aminotransferaz ve alanin aminotransferaz gibi kas enzimlerinin serumda artışı, kas yaralanmasının belirteci olduğu ve eksantrik egzersiz sonrasında serum düzeylerinin artış gösterdiği çalışmalarda belirtilmiştir (56,125). Ancak bu enzimler içinde en fazla CK kullanılmıştır. Harbili ve ark.'nın bu enzimleri karşılaştırdığı çalışmada, CK enziminin kas yaralanmasına daha duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kanda bu proteinlerin artışının membran yırtılmaları sonucunda enzimlerin kas liflerinden dışarı çıkarak dolaşıma karışmalarından kaynaklandığı belirtilmiştir (50).

Literatürde eksantrik egzersiz sonrası plazma CK düzeylerinin arttığı gösterilmiş (36,37,38,62), uygulanan egzersiz protokolünün plazma CK cevapları için önemli olduğu belirtilmiştir (126). Eston ve ark.'nın çalışmasında CK'nın maksimal eksantrik egzersiz sonrası 2.-4. günde zirve değerlere ulaşırken, yüksek şiddetli eksantrik egzersiz sonrası 5. günde, yokuş aşağı koşu sonrası ise daha erken en yüksek değerlere ulaştığı, maksimal ve yüksek şiddetli eksantrik egzersize göre daha düşük seviyede olduğu bildirilmektedir (46). Hazar ve ark.'nın çalışması sonucunda CK değerleri egzersizden hemen sonra artış göstermiş, 24 ve 48 saat sonra da CK artışı sürmüştür (127). Çalışmamızda CK seviyesi egzersizden hemen sonra anlamlı artış göstermiş, 24 saat ve 48 saat sonra da anlamlı artışını sürdürmüştür. Çalışmamızdaki CK sonuçları Hazar ve ark.'nın çalışması ile uyumludur.

Literatürde kas ağrısının egzersizden birkaç saat sonra ortaya çıktığı ve 24-48 saat sonra en yüksek değere ulaştığı bildirilmiştir (5,74,80). Kas ağrısının şiddeti egzersiz tipine göre değişir. Büyük kas yaralanmasına neden olmayan egzersiz (örneğin; yokuş aşağı inme veya izokinetik eksantrik diz ekstansiyonu) orta derecede kas ağrısı oluştururken dirsek fleksörlerinin maksimal eksantrik kasılması yüksek derecede ağrı oluşturduğu, ağrı şiddetindeki bu farklılığın uzamış güç kaybı ve kan CK aktivitesindeki artıştaki değişimlerle uyumlu olduğu literatürde bildirilmiştir (80). Bizim çalışmamızda ise kas izometrik gerilimde ve kas palpasyonunda kas ağrısı şiddeti artışı anlamlı olmakla birlikte bu çalışmaya göre daha düşük değerdeydi. Çalışmamızda kas ağrı şiddetinin daha düşük çıkmasının nedeni, tekerlekli sandalye basketbolcularının günlük aktivitelerinde de üst ekstremitelerini çok fazla kullanmaları ve ağrıya daha fazla dayanıklı hale gelmiş olmaları olabilir.

Barnes ve ark.'nın çalışmasında M. Pectoralis ve M. Triceps kaslarına eksantrik egzersiz programı uygulanmış ve kas ağrısının 24 saatte ortaya çıkıp 48 saatte en yüksek değere ulaştığı bildirilmiştir (1). Proske ve ark.'nın çalışmasında eksantrik egzersizi bir sonraki gün ağrı takip ettiği rapor edilmiştir (4). Howell ve ark.'nın çalışmasında dirsek fleksiyonu üzerinde çalışan diğer araştırmalarla benzer olarak kas ağrısı egzersizden 24 saat sonra anlamlı artış göstermiştir(128). Bizim çalışmamızda kas palpe edildiğinde kas ağrı şiddeti egzersizin hemen sonrasında artış göstermiş 24 saat ve 48 saat sonra da anlamlı artış sürmüştür. Kas izometrik geriliminde kas ağrı şiddeti 24 saat sonra ve 48 saat sonrasında anlamlı biçimde artış gözlenmiştir. İstirahat pozisyonunda ise kas ağrı şiddeti anlamlı bir değişim göstermemiştir.

Jones ve ark.'nın çalışmasında ise kas ağrısının 6-8 saatte ortaya çıkıp 48 saatte en üst değere ulaştığı rapor edilmiştir (70).

Micklewright ve ark. bizim çalışmamızda olduğu gibi ön kol fleksiyon kaslarında 1 RM belirleyerek serbest ağırlıkla aynı eksantrik prosedürü uygulamıştır (112). Bu çalışmada kas palpe edilerek kas ağrı şiddeti belirlenmek istendiğinde, kasın distal kısmında anlamlı artış belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da kas palpe edildiğinde kas ağrısında anlamlı artış ile sonuçlanmıştır. Çalışmamızda Micklewright ve ark.'nın çalışması ile uyumlu olarak kas ağrısı egzersizden hemen sonra ortaya çıkmıştır.

GKA olguları üzerinde yürütülen çalışmalarda etkilenen ekstremitede çevre ölçüm değerlerinin arttığı bildirilmektedir. Literatürde şişkinliğin eksantrik egzersiz sonrası kas yaralanmasının kanıtı olduğu, ödem ve inflamasyonu işaret ettiği belirtilmiştir (60,70,129). Kas liflerinde şişkinliğin, kastaki serbest sinir uçlarını aktive ederek ağrı hissedilmesine katkıda bulunması olasıdır. Nosaka ve ark.'nın çalışmasında dirsek fleksiyonu eksantrik egzersizi sonrası, şişkinlik dereceli olarak 48 saatte başlamış ve yaklaşık 10 günde en yüksek değere ulaşmıştır (53). Micklewright ve ark.'nın çalışmasında kol çevresi egzersizden hemen sonra artış gösterirken bizim çalışmamızda 24 saat sonra kol çevre ölçümü artışı anlamlıydı ve 48 saatte de anlamlılık sürdü. Bunun nedeni Micklewright ve ark.'nın çalışmasının antrene olmayan bireylerde yapılmış olması olabilir (112).

Önceki çalışmalarda eksantrik egzersiz sonrası eklem hareket açıklığında azalma ortaya çıktığı bildirilmiştir (70,113,129). Jones ve ark. eklem hareket açıklığındaki azalmaya neden olarak, kas-tendon kavşağı ve kas çevresi konnektif doku gibi etkilenen bölgedeki şişkinlik artışını göstermiştir (70). Clarkson ve ark.'a göre güç kaybı ve iyileşme süreci kol fleksiyon açısı ile aynı zamanda seyir eder. Bu da kolu tam fleksiyona getirememenin yani eklem hareket açıklığındaki azalmanın azalan güç ile ilişkili olabileceği ihtimalini akla getirir (80). Çalışmamızda dirsek eklemi fleksiyon açısı hemen sonra anlamlı azalma göstermiş, 24 ve 48 saat sonra da bu azalma sürmüştür. Dirsek ekstansiyon açısı ise egzersizden 48 saat sonra anlamlı azalma göstermiştir. Çalışmamızda dirsek eklemi fleksiyon açısında egzersiz öncesi ile 48 saat sonrasındaki karşılaştırmada $9,1^{\circ}$ azalma görüldü. Dirsek fleksiyon açısındaki azalma 30 dakikada 4° iken 24 saatte $8,5^{\circ}$ idi. Ekstansiyon açısı değişimi 30 dk sonra $0,2^{\circ}$ iken 24 saat sonra $1,3^{\circ}$ ve 48 saat sonra ise $1,7^{\circ}$ idi.

Owen ve ark. tekerlekli sandalye basketbolcularında topu potaya ulaştırmak için tam önkol ekstansiyonuna ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir (130). Çalışmamızda GKA oluşumunun 48 saat sonrasında dirsek eklemi ekstansiyon açısında anlamlı azalma gözlenmiştir. Bu dirsek eklemi ekstansiyon açısında anlamlı azalma da sporcuların performansını olumsuz etkileyebilir.

Wang ve ark.'nın çalışmasında dirsek fleksiyonunun rebound almada önemli olduğu ve tekerlekli sandalye basketbolcularının performansını etkilediği sonucuna varılmıştır (131). Çalışmamızda dirsek fleksiyon açısında eksantrik egzersizin hemen 30 dk. sonrasında anlamlı biçimde azalma ortaya çıkmış, 24 saat ve 48 saat sonra da bu açıda anlamlı azalma sürmüştür. Egzersizden 24 saat sonra dirsek fleksiyonunda ağrı şiddeti anlamlı artış göstermiş, egzersizin 48 saat sonrasında anlamlı artışı sürdürmüştür. Eklem hareket açıklığındaki azalma ve kas aktivitesi esnasındaki ağrı şiddetindeki artış düşünöldüğünde, GKA'nın tekerlekli sandalye basketbolcularının performansının bir başka parametresi olan reboundu da etkileyebildiği ileri sürölebilir.

Brockett ve ark.'nın çalışmasında dirsek eklemi istirahat açısı artışı eksantrik egzersiz sonrası anlamlıydı (108). Çalışmamızda ise istirahat eklem açısı anlamlı değişim göstermemiştir. Bu farkın nedeni Brockett ve ark.'nın çalışmasının sedanter bireylerde yapılmış olması olabilir. Brockett ve ark.'nın çalışmasında egzersiz şiddeti olarak maksimal kas gücünün % 20'sinin, bizim çalışmamızda ise %80'inin kullanılmış olması, egzersiz şiddetinin bu farkta etkili olmadığını gösterir.

Gecikmiş kas ağrısının oluşumunu belirtmek için önceki çalışmalarda kullanılan diğer yöntem de basınç-ağrı eşiğiydi. Çalışmamızda, kas yaralanmasının en çok kas-tendon kavşağında oluştuğu bilgisine dayanarak bu bölgeye basınç uygulandı. Sonuçta literatürle uyumlu olarak (59,132) basınç-ağrı eşiğinde azalma göröldü. Basınç-ağrı eşiği egzersizden 24 saat sonra anlamlı azalmaya başlamış ve 48 saatte bu değerde azalma sürmüştür.

Bir çok çalışmada şiddetli bir egzersiz periyodu sonrası pozisyon hissinde farklılık gözlenmiştir (67,68,69). Ancak Sharpe ve Miles çalışmalarında dirsek fleksörlerinin eksantrik egzersizi sonrasında pozisyon hissinde fark bulamamıştır (142). Bütün bunları bir araya koyduğumuzda egzersiz sonrası pozisyon hissinde fark olup olmadığı kesin değildir.

Çalışmamızda pozisyon hissi kaybı egzersizden 30 dk. sonra artış göstermiş, 24 ve 48 saatte pozisyon hissi kaybı dereceli olarak sürmüştür. Egzersizden 30 dk. sonra pozisyon hissi

kaybı 0,9° iken 24 saat sonra 3,5° ve 48 saat sonra ise 6,3° idi. Bizim çalışmamızın sonuçlarıyla uyumlu olarak Saxton ve ark.'nın çalışmasında dirsek eklemi fleksiyon kaslarına yüklenmeden hemen sonra pozisyon hissinde anlamlı düşme gözlenmiştir (67). Benzer şekilde Walsh ve ark.'nın bir çalışmasında, eksantrik egzersiz protokolü sonrasında önkol kaslarında pozisyon eşleşmesi istendiğinde anlamlı pozisyon hissi kaybı olduğu sonucuna varılmıştır (69). Bu çalışmalar bizim çalışmamızı desteklemektedir. Çalışmamızda pozisyon hissi kaybı, dirsek eklemi fleksiyon açısı ile egzersizden 30 dk. sonra, 24 saat sonra ve 48 saat sonra negatif korelasyon gösterirken dirsek eklemi ekstansiyon açısı ile egzersizden 30 dk. sonra negatif korelasyon gösterdi.

Tekerlekli sandalye basketbolcularında serbest atış üzerine birçok çalışma yapılmasına rağmen, bu çalışmalar şut teknikleri (133,134,135,136,137,138,139) ve şut ile oyuncu sınıflaması (124,140,141) arasındaki ilişkiyi incelemiş, ancak hiçbir çalışma kas ağrısı ya da yaralanmanın şut performansı üzerine etkisini araştırmamıştır.

Tekerlekli sandalye basketbolcularında şut atışı esnasında neredeyse hiç alt ekstremite kuvveti kullanılmadığı, kuvvetin gövde ve üst ekstremitede olduğu belirtilmiştir (130). Malone ve ark. tekerlekli sandalye basketbolcularında serbest atışların sayı yapılamamasında, hedefe ulaşmada top yörüngesinin sapması veya yetersiz kuvvetin temel etkenler olduğunu öne sürmüşlerdir (133). Bu da göstermektedir ki, şut başarısında üst ekstremite kuvveti ve teknik önemli bir rol oynar. Friden ve ark.'nın çalışmasında kas ağrı şiddetindeki artışın kas kuvvetini azaltabildiği bildirilmiştir (43). Çalışmamızın sonucunda egzersizden 24 saat sonra ve 48 saat sonra üst ekstremite fleksiyon hareketi (kas izometrik gerilimi) esnasında kas ağrı şiddetinde anlamlı artış elde edilmiştir. Bu kas ağrı şiddetindeki artış kas kuvvetini, dolayısıyla şut yüzdesini etkileyebilir.

Çalışmamızda şut yüzdesi GKA'ya neden olan eksantrik egzersizden 24 saat sonra anlamlı olarak azalmış, 48 saat sonrasında da anlamlı biçimde azalma devam etmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak, GKA'nın tekerlekli sandalye basketbolcularında bir performans parametresi olan şut yüzdesini en az 48 saat içinde olumsuz yönde etkilediğini söyleyebiliriz.

6.SONUC VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda; eksantrik egzersiz sonrasında oluşan GKA'nın tekerlekli sandalye basketbolcularında pozisyon hissi kaybına ve şut yüzdesinin azalmasına neden olduğu saptanmıştır. Maçlardan 48 saat önce tekerlekli sandalye basketbolcularına eksantrik yüklenme yapıldığında maç esnasında oyunculara pozisyon hissi kaybı ve şut yüzdesinin düşmesi nedeniyle sporcuların performansının etkilenebileceği söylenebilir. Ancak tekerlekli sandalye basketbolcularında şut yüzdesi performans parametrelerinden sadece bir tanesidir. GKA'nın tekerlekli sandalye basketbolcularında performansı tam olarak etkileyip etkilemediğinin belirlenmesi için diğer parametrelerin de araştırmaya dahil edilmesi gerekmektedir. Çalışmamızda şut yüzdesindeki düşme ile diğer parametreler arasında herhangi bir anlamlı korelasyon bulunmamıştır. Kas gücü, ölçümü esnasında sporcuların performansını etkileyebileceğini düşündüğümüz için bu çalışmada değerlendirilmemiştir. Şut yüzdesindeki düşmenin nedeni kas gücündeki değişim olabilir. Bu yüzden ilerideki çalışmalarda kas gücünün de şut yüzdesi ile korelasyonu incelenmelidir. Ayrıca bu çalışma 48 saatte sonlandırıldığı için GKA'nın etkilerinin kaybolma zamanı belirlenememiştir. İlerideki çalışmaların süresi daha uzun tutularak bu soruların yanıtı bulunabilir. Böylece, eksantrik antrenmanın sporcuların antrenman ve maç takvimi içerisindeki yeri daha uygun olarak belirlenebilir.

7.KAYNAKLAR

1. Barnes P M. Exercise-Induced muscle soreness following high intensity eccentric weightlifting. Master of Science in Physical Education. Health and Human Services California State University, California, 1996
2. Aytar A. Gecikmiş kas ağrısında kesikli ultrason tedavisinin etkinliği. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Ankara, 2006
3. Stephen P S, Dannecker E A. How to prevent delayed onset muscle soreness after eccentric exercise. Int J Sports Med 2004;5:84-98
4. Proske U, Morgan D L. Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. J Physio 2001;537:333-45
5. Clarkson P M, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. Med Sci Sports Exerc 1992;24:512-20
6. Enoka R M. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. J Appl Physiol 1996; 81:2339-46
7. Morgan D L, Allen D G. Early events in stretch-induced muscle damage. J Appl Physiol 1999;87:2007-15
8. Şendil A. Dehidrate olmuş bireylerde step machine aletinde yapılan egzersize bağlı olarak oluşan gecikmiş kas ağrısı (DOMS) üzerine izotonik spor içeceklerinin etkisi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojileri, Ankara, 2008
9. Zainuddin Z, Newton M, Sacco P, Nasoka K. Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling and recovery of muscle function. J Athl Trai 2005;40: 174-80
10. Howatson G, Van Someren K A. Ice massage: Effects on exercise-induced muscle damage. Jof Sports Med Phys Fitness 2003;43:500-5
11. Kaurenen K, Siira P, Vanharanga H. Delayed-onset muscle soreness and motor performance of the upper extremity. Eur J Appl Physiol 2001;84:302-9
12. Cheung K, Hume P A, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. Sports Med 2003;33:145-64
13. Twist C, Eston R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. Eur J Appl Physiol 2005;94:652-8
14. Curtis K A, Drysdale G A, Lanza D, Kolber M. Shoulder pain in wheelchair users with tetraplegia and paraplegia. Arch Phys Med Rehabil 1999;80:453-7

15. Ferrara M S, Peterson C L. Injuries to athletes with disabilities. Sports Med 2000;30:137-43
16. <http://www.ozida.gov.tr/kurumsal/5378.doc> Erişim Tarihi: 10/11/2010
17. International classification of functioning, disability and health (ICF). Adopted by the World Health Organisation 54th World Health Assembly, 9 Nisan 2001, Resolution A54/18
18. Chapireau F, Colvez A. Social disadvantage in the international classification of impairments, disabilities and handicap. Pergamon 1998;47:59-66
19. Jelsma J. Use of the international classification of functioning disability and health: A literature survey. J Rehabil Med 2009;41:1-12
20. Kalyon T A. Amputelerde spor etkinlikleri. Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yıllığı, 2001;2:55-8
21. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=16&ust_id=5 Erişim Tarihi: 10/11/2010
22. <http://www.tbesf.org.tr> Erişim Tarihi: 10/11/2010
23. <http://www.iwbf.org> Erişim Tarihi: 10/11/2010
24. http://www.iwbf.org/pdfs/2010_IWBF_Rule_Book_V2.pdf Erişim Tarihi: 10/11/2010
25. http://tr.wikipedia.org/wiki/Galatasaray_Spor_Kulübü_Tekerlekli_Sandalye_Basketbol_Takımı Erişim Tarihi: 10/11/2010
26. IWBF Player Classification Commission. A Guide to the IWBF Functional Classification System for Wheelchair Basketball Players, Aralık 2004:4-9
27. Ergen E. Egzersiz Fizyolojisi. Nobel Yayınevi, Ankara, 2007
28. Guyton M D, Arthur C. Tıbbi Fizyoloji. Nobel Yayınları, 11. Basım, Ankara, 2007
29. Kraemer W J, Spiering B A. Skeletal muscle physiology: Plasticity and responses to exercise. Horm Res 2006;66:2-16
30. Kjaer M, Kalimo H, Saltin B. Skeletal Muscle: Physiology, training and repair after injury In: Kjaer M, Magnusson K M, Engebretsen, Roos H Takala T, Woo S L-Y editors. Textbook of Sports Medicine, Massachusetts, USA, Blackwell Science, 2003:49-69
31. Sevim Y. Antrenman Bilgisi. Nobel yayınevi, Ankara, 2007
32. Howatson G, Van Someren K A. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. Sports Med 2008;38:483-503
33. Athanasios Z, Jamurtas V, Theocharis T, Tofas A ve ark. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. Eur J Appl Physiol 2005;95:179-85

34. Nosaka K, Newton M, Sscco P. Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports* 2002;12:337-46
35. Brown S, Day S, Donnelly A. Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle action. *J Sport Sci* 1999;17:397-402
36. Clarkson P M, Byrnes W C, McCormick K M, Turcotte L P, White J S. Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric and concentric exercise. *Int J Sports Med* 1986;7:151-2
37. Gillum R F, Formann S P, Prineas R J. International diagnostic criteria for acute myocardial infarction and stroke. *Am Heart J* 1984;108:150-8
38. Vincent H K, Vincent K R. The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. *J Sports Med* 1997;18:431-7
39. Newham D J, Jones D A, Ghosh G, Aurora P. Muscle fatigue and pain after eccentric contractions at long and short length. *Clin Sci (Lond)* 1988;74:553-7
40. Nosaka K, Sakamoto K. Effect of elbow joint angle on the magnitude of muscle damage to the elbow flexors. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:22-9
41. Lieber R L, Friden J. Morphologic and mechanical basis of delayed-onset muscle soreness. *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10:67-73
42. Friden J. Changes in human skeletal muscle induced by longterm eccentric exercise. *Cell Tissue Res* 1984;236:365-72
43. Friden J, Lieber R L. Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. *Acta Physiol Scand* 2001;171:321-6
44. Friden J, Sjøstrøm M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med* 1983;4:170-6
45. Edwards R H, Hill D K, Jones D A ve ark. Fatigue of long duration in human skeletal muscle after exercise. *J Physiol* 1977;272:769-78
46. Eston R G, Finney S, Baker S ve ark. Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. *J Sports Sci* 1996;14:291-9
47. Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Fatigue- induced changes in decline running. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2001;16:207-12

48. Lott J A, Stang J M. Serum enzymes and isoenzymes in the diagnosis and differential diagnosis of myocardial ischemia and necrosis. *Clinic Chem* 1980;26:1241-50
49. Sorichter S, Puschendorf B, Mair J. Skeletal muscle injury induced by eccentric muscle action: Muscle proteins as markers of muscle fiber injury. *Exerc Immunol Rev* 1999;5:5-21
50. Harbili S, Gencer E, Ersöz G, Demirel H A. Orta şiddetli eksantrik egzersiz diğer hasar belirteçlerini etkilemeksizin plazma kreatin kinaz düzeyini artırır. *S.Ü. BES Bilim Dergisi*, 2008;10(1):21-31
51. Nosaka K, Clarkson D P M. Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1263-9
52. Powers S K, Howley E T. *Exercise Physiology*, Mc Graw Hill, 5. Baskı, 2004
53. Nosaka K, Clarkson P M, McGuiggin M E, Byrne J M. Time course of muscle adaptation after high force eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol* 1991;63:70-6
54. Armstrong R B. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: A brief review. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16:529-38
55. Craig A J, Barron J, Walsh M D, Baxter D G. Lack of effect of combined low intensity laser therapy/phototherapy on delayed onset muscle soreness in humans. *Lasers Surg Med* 1999;24:230-3
56. Clarkson P M, Tremblay I. Exercise-induced muscle damage, repair and adaptation in humans. *J Appl Physiol* 1988;65:1-6
57. Sutton M, Donnelly A B. Light concentric exercise during recovery from exercise-induced muscle damage. *Int J Sports Med* 1995;16:341-51
58. O'Connor P J, Cook D B. Exercise and pain: The neurobiology, measurement and laboratory study of pain in relation to exercise in humans. *Exerc Sport Sci Rev* 1999;27:119-66
59. Baker S J, Kelly N M, Eston R G. Pressure pain tolerance at different sites on the quadriceps femoris prior to and following eccentric exercise. *Eur J Pain* 1997;1:229-33
60. Bobbert M F, Hollander A P, Huijing P A. Factors in delayed onset muscle soreness of man. *Med Sci Sports Exerc* 1986;18:75-81
61. Rowlands A V, Eston R G, Tilzey C. Effect of stride length manipulation on symptoms of exercise-induced muscle damage and the repeated bout effect. *J Sports Sci* 2001;19:333-40
62. Warren G L, Lowe D A, Armstrong R B. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Med* 1999;27:43-59
63. Morgan D L. New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophys J* 1990;57:209-21

64. Bottas R, Linnamo V, Nicol C, Komi P V. Repeated maximal eccentric actions causes long-lasting disturbances in movement control. *Eur J Appl Physiol* 2005;94:62-9
65. Smith J L, Crawford M, Proske U, Taylor J L, Gandevia S C. Signals of motor command bias joint position sense in the presence of feedback from proprioceptors. *J Appl Physiol* 2009;106:950-8
66. Proske U. What is the role of muscle receptors in proprioception? *Muscle & Nerve* 2005;31:780-7
67. Saxton J M, Clarkson P M, James R ve ark. Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1185-93
68. Friden J, Lieber R L. Ultrastructural evidence for loss of calcium homeostasis in exercised skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 1996;158:381-2
69. Walsh L D, Hesse C W, Morgan D L, Proske U. Human forearm position sense after fatigue of elbow flexor muscles. *J Physiol* 2004;558:705-15
70. Jones D A, Newham D J, Clarkson P M. Skeletal muscle stiffness and pain following eccentric exercise of the elbow flexors. *Pain* 1987;30:233-42
71. Gulick D T, Kimura I F. Delayed onset muscle soreness: What is it and how do we treat it? *J Sport Rehab* 1996;5:234-43
72. Maes J, Kravitz L. Treating and preventing DOMS. *J Strength Cond Res* 2003;17:197-298
73. Smith L L, Miles M P. Exercise induced muscle injury and inflammation In: William E, Garrett J R. *Exercise and Sport Science, USA, 2000*;163-73
74. Ebbeling C B, Clarkson P M. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Med* 1998;1:201-34
75. Faulkner J A, Brooks S V, Opitck J A. Injury to skeletal muscle fibers during contractions: Conditions of occurrence and prevention. *Phys Ther* 1993;73:911-21
76. Falvo M J, Bloomer R J. Review of Exercise-induced muscle injury: Relevance for athletic populations. *Res Sports Sci* 2006;14:65-8
77. Connolly D A J, Sayers S P, McHugh M P. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res* 2003;17:197-208
78. Lieber R L, Friden J. Muscle damage induced by eccentric contractions of 25% strain. *J Appl Physiol* 1991;70:2498-507
79. Stauber W T, Clarkson P M, Fritz V K ve ark. Extracellular matrix disruption and pain after eccentric muscle action: *J Appl Physiol* 1990;69:868-74

- 80.** Clarkson P M, Hubal M J. Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:52-69
- 81.** Friden J, Kjorell U, Thornell L E. Delayed muscle soreness and cytoskeletal alterations: An immunocytological study in man. *Int J Sports Med* 1984;5:15-8
- 82.** Friden J. Delayed Onset Muscle Soreness. *Encyclopedia of Pain, Part 4*, 2007:532-4
- 83.** Macpherson C D, Schork A M, Faulkner J A. Contraction-induced injury to single permeabilized muscle fibers from fast and slow muscles of the rat following single stretches. *Am J Physiol* 1996;271:1438-46
- 84.** McHugh M P, Connolly D A J, Eston R G, Gleim G W. Electromyographic analysis of exercise resulting in symptoms of muscle damage. *J Sports Sci* 2000;18:163-72
- 85.** Hunter K D, Faulkner J A. Pliometric contraction-induced injury of mouse skeletal muscle: Effect of initial length. *J Appl Physiol* 1997;82:278-83
- 86.** McHugh M P, Connolly D A J, Eston R G, Kremenic I J, Gleim G W. The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *Am J Sports Med* 1999;27:594-9
- 87.** Brown S J, Child R B, Day S H, Donnelly A E. Indices of skeletal muscle damage and connective tissue breakdown following eccentric muscle contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997;75:369-74
- 88.** Tiidus P M, Ianuzzo C D. Effects of intensity and duration of muscular exercise on delayed soreness and serum enzyme activities. *Med Sci Sports Exerc* 1983;15:461-5
- 89.** Hilbert J E, Sforzo G A, Swensen T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *Br J Sports Med* 2003;37:72-4
- 90.** Sellwood K L, Brukner P, Williams D ve ark. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: A randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2007;41:392-7
- 91.** Isabell W K, Durrant E, Myrer W, Anderson S. The effects of ice massage, ice massage with exercise and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness. *J Athl Train* 1992;27:208-17
- 92.** Mekjavic I B, Exner J A, Tesch P A ve ark. Hyperbaric oxygen therapy does not affect recovery from delayed onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:558-63
- 93.** Douris P, Southard V, Ferrigi R ve ark. Effect of phototherapy on delayed onset muscle soreness. *Photomed Laser Surg* 2006;24:377-82
- 94.** Craig J A, Bradley J, Walsh D M ve ark. Delayed onset muscle soreness: Lack of effect of therapeutic ultrasound in humans. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:318-23

- 95.** Ciccone C D, Leggin B G, Callamaro J J. Effects of ultrasound and trolamine salicylate phonophoresis on delayed-onset muscle soreness. *Phys Ther* 1991;71:666-75
- 96.** Tourville T W, Connolly D A, Reed B V. Effects of sensory-level high-volt pulsed electrical current on delayed-onset muscle soreness. *J Sports Sci* 2006;24:941-9
- 97.** Denegar C R, Perrin D H. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation, cold and a combination treatment on pain, decreased range of motion, and strength loss associated with delayed onset muscle soreness. *J Athl Train* 1992;27:200-6
- 98.** Craig J A, Cunningham M B, Walsh D M ve ark. Lack of effect of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced delayed onset muscle soreness in humans. *Pain* 1996;67:285-9
- 99.** McAnulty S, McAnulty L, Nieman D ve ark. Effect of NSAID on muscle injury and oxidative stress. *Int J Sports Med* 2007;28:909-15
- 100.** Johansson P H, Lindstrom L, Sundelin G ve ark. The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:219-25
- 101.** İpek D, Özkaya Ö, Sözen H, Tekat A. Pasif germe hareketlerinin sedanterlerde oluşturulan gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri: Spormetre. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2009;7:37-40
- 102.** Zainuddin Z, Sacco P, Newton M, Nosaka K. Light concentric exercise has a temporarily analgesic effect on delayed-onset muscle soreness, but no effect on recovery from eccentric exercise. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006;31:126-34
- 103.** Boyle C A, Sayers S P, Jensen B E, Headley S A, Manos T M. The effects of yoga training and a single bout of yoga on delayed onset muscle soreness in the lower extremity. *J. Strength Cond Res* 2004;18:723-9
- 104.** Barlas P, Robinson J, Allen J ve ark. Lack of effect of acupuncture upon signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Clin Physiol* 2000;20:449-56
- 105.** Lin J G, Yang S H. Effects of acupuncture on exercise-induced muscle soreness and serum creatine kinase activity. *Am J Chin Med* 1999;27:299-305
- 106.** Hasson S, Mundorf R, Barnes W ve ark. Effect of pulsed ultrasound versus placebo on muscle soreness perception and muscular performance. *Scand J Rehabil Med* 1990;22:199-205
- 107.** Otman S A, Demirel H, Sade A. Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları, 3. Baskı, Ankara, 2003

- 108.** Brockett C, Warren N, Gregory J E, Morgan D L, Proske U. A comparison of the effects of concentric versus eccentric exercise on force and position sense at the human elbow joint. *Brain Res* 1997;771:251-8
- 109.** Nussbaum E L, Downes L. Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days. *Phys Ther* 1998;78:160-70
- 110.** Dannecker E A, Koltyn K F, Riley J L, Robinson M E. Sex differences in delayed onset muscle soreness. *J Sports Med Phys Fitness* 2003;43:78-84
- 111.** Nunome H, Doyo W, Sakurai S, Ikegami Y, Yabe K. A kinematic study of the upper-limb motion of wheelchair basketball shooting in tetraplegic adults. *J Rehabil Res Dev* 2002;39:63-71
- 112.** Micklewright D. The effect of soft tissue release on delayed onset muscle soreness: A pilot study. *Phys Ther Sport* 2009;10:19-24
- 113.** Francis K, Hoobler T. Delayed onset muscle soreness and decreased isokinetic strength. *J Appl Sport Sci Res* 1988;2:20-3
- 114.** Sertpoyraz F, Eyigor S, Karapolat H, Capaci K ve Kirazli Y. Comparison of isokinetic exercise versus standard exercise training in patients with chronic low back pain: A randomized controlled study. *Clin Rehab* 2009;23:238-47
- 115.** Braun W A, Dutto D J. The effects of a single bout of downhill running and ensuing delayed onset of muscle soreness on running economy performed 48h later. *Eur J App Physiol* 2003;90:29-34
- 116.** Kyrolainen H, Takala T E S, Komi P V. Muscle damage induced by stretch shortening cycle exercise. *Med Sci Sports Exer* 1998;30:415-20
- 117.** Semark A, Noakes T D, St Clair Gibson A, Lambert M I. The effect of a prophylactic dose of flurbiprofen on muscle soreness and sprinting performance in trained subjects. *J Sports Sci* 1999;17:197-203
- 118.** Burnham R S, Higgins J, Steadward R D. Wheelchair basketball injury. *Palaestra* 1994;10:43-9
- 119.** Stohr H, Zimmer M. Wheelchair basketball from the orthopedic viewpoint. *Sportverletz Sportschaden* 1997;11:109-15
- 120.** Vanlandewijck Y, Theisen D, Daly D. Wheelchair propulsion biomechanics: Implications for wheelchair sports. *Sports Med* 2001;31:339-67
- 121.** Calmers P S, Berthouze F, Barral G, Domenach M, Minaire P. A comparative study of the muscle strength and mass of the arm flexors and extensors in paraplegic and in non-paraplegic basketball players. *Paraplegia* 1992;30:509-16

- 122.** Rotstein A, Sagiv M, Ben-sira D, Werber G, Hutzler J, Annenburg H. Aerobic capacity and anaerobic threshold of wheelchair basketball players. *Paraplegia* 1994;2:196-201
- 123.** Schmid A, Huonker M, Stober P, Barturen J M, Schmidt-Trucksass A ve ark. Physical performance and cardiovascular and metabolic adaptation of elite female wheelchair basketball players in wheelchair ergometry and in competition. *Am J Phys Med Rehabil* 1998;77:527-33
- 124.** Malone L A, Gervais P L, Steadward R D. Shooting mechanics related to player classification and free throw success in wheelchair basketball. *J Rehabil Res Dev* 2002;39:701-10
- 125.** Friden J, Sfakianos P N, Hargens A R. Blood indices of muscle injury associated with eccentric muscle contractions. *J Orthop Res* 1989;7:142-5
- 126.** Vickers A J. Time course of muscle soreness following different types of exercise. *BMC Musc Disor* 2001;2:471-4
- 127.** Hazar S, Erol E, Gökdemir K. Kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisi. *G.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, Ankara, 2006
- 128.** Howell J N, Chila A G, Ford G, David D, Gates T. An electromyographic study of elbow motion during post exercise muscle soreness. *J Appl Physiol* 1985;58:1713-8
- 129.** Francis K T, Hoobler T. Effects of aspirin on delayed muscle soreness. *J Sports Med Phys Fitness* 1987;27:333-7
- 130.** Owen E. *Playing and coaching wheelchair basketball*. Urbana, IL: University of Illinois Press, 1982;35-40
- 131.** Wang Y T, Shihui C, Limroongreungrat W, Li-shan C. Contributions of selected fundamental factors to wheelchair basketball performance. *Med Sci Sports Exer* 2005;37:130-7
- 132.** Dannecker E A, Koltyn K F, Riley J L, Robinson M E. The influence of endurance exercise on delayed onset muscle soreness. *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42:458-65
- 133.** Malone L, Nielsen A, Steadward R. Expanding the dichotomous outcome in wheelchair basketball shooting of elite male players. *Adapt Phys Activ Q* 2000;17:437-49
- 134.** Elliott B. The jump shot: A comparison of male and female shooting techniques. *Sports Coach* 1991;6:39-45
- 135.** Burns F T. Teaching components for shooting improvement in wheelchair basketball-tidbits of information about shooting a basketball. *Proceeding of the National Wheelchair Basketball Symposium for Coaches, Athletes and Officials:79-83*, 1990, University of Alberta; Rick Hansen Centre

- 136.** Sanchez H. The scientific principles of shooting a basketball. *Coaching Clin* 1982;Feb:2-10
- 137.** Brancazio P J. Physics of basketball. *Am J Phys* 1981;49:356-65
- 138.** Hudson J L. Prediction of basketball skill using biomechanical variables. *Res Q* 1985;56:115-21
- 139.** Tan A, Miller G. Kinematics of the free throw in basketball. *Am J Phys* 1981;49:542-4
- 140.** Malone L A. Relationship between performance characteristics and player classification in wheelchair basketball shooting. Doktora Tezi, University of Alberta, Kanada, 1999
- 141.** Vanlandewijck, Yves C, Evaggelinou C, Daly D J, Verellen J ve ark. The relationship between functional potential and field performance in elite female wheelchair basketball players. *J Sports Sci* 2004;22:668-75
- 142.** Sharpe M H, Miles T S. Position sense at the elbow after fatiguing contractions. *Exp Brain Res* 1993;94:179-82